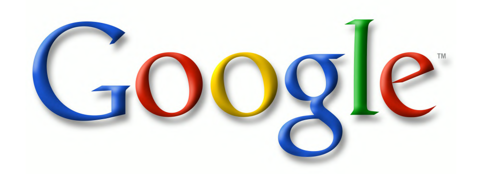
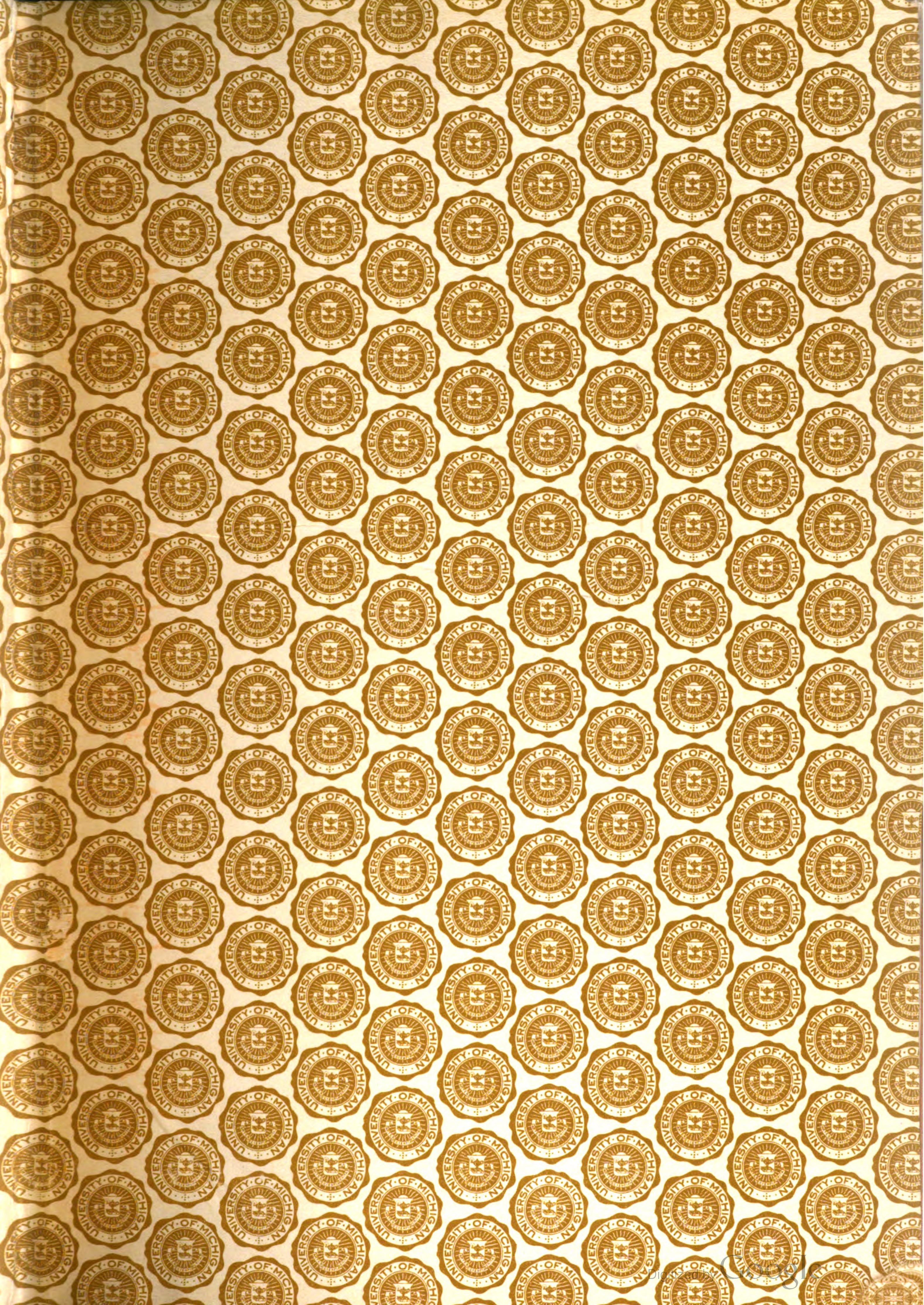




1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING


UNIVERSITY·OF·MICHIGAN

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



HEFT ⁄ 49. JAHRG. ⁄ VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN ⁄ 5. JANUAR 1928
–40)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

IL. Jahrgang

1928

I. Halbjahr

Berlin
Verlag von Julius Springer
1928

Engineering
Harr.

Inhaltsverzeichnis.

(I. Halbjahr 1928)

A. Sachverzeichnis.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — Lit. = Buchbesprechung. — B. = Berichtigung.
Bespr. = Besprechung.
Die Zeichen *, Brf., Lit., B. und Bespr. stehen vor der Seitenzahl.
Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.





















II. Persönliches.

III. Literatur.

Besprechungen.





IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(S. a. Abschnitt A I unter Normen. — E. vor der Seitenzahl bedeutet „Entwurf".)

Kommissionen.

Ausschüsse.

Normblätter.



Prüfstelle des VDE.



B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Bespr. = Besprechung. Die Zeichen *, Brf., B. und Bespr. stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.







Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang **Berlin, 5. Januar 1928** **Heft 1**

UMSCHAU.

Fortschritte der Meßtechnik 1927.

Die zunehmende Bedeutung der Vervollkommnung der Meßtechnik für Forschung und Betrieb ist nicht zu verkennen. Obwohl auf den ersten Blick die Durchbildung elektrischer Meßgeräte für viel weniger wichtig gehalten werden mag als die Durchbildung neuer Apparate oder neuer Maschinen, so steht doch fest, daß jeder Fortschritt, jede technische Verbesserung erst eine Messung voraussetzt. Die großen chemischen Werke haben in den letzten Jahren sehr weit gegliederte Energiekontrollstellen durchgebildet, die bis aufs einzelne den verbrauchten Wärmemengen nachgehen und die elektrischen Leistungen kontrollieren. Zweifellos machen sich diese Stellen, die durch ihre reichliche Personalbesetzung und durch die ausgiebige Verwendung von elektrischen Meßapparaten viel Kosten verursachen, doch bezahlt; denn in den neuzeitlichen Großbetrieben genügt es, Ersparnisse von wenigen Prozent zu machen, um doch schon damit viele Tausende von Mark hereinzuholen.

Die Anforderungen des Betriebes an elektrische Meßgeräte haben sich im Laufe der letzten Jahre immer mehr erhöht. Man war früher froh, wenn ein Schalttafelinstrument den doppelten Strom aushielt. Die deutschen Regeln für Meßgeräte haben vorgeschrieben, daß die Instrumente den zehnfachen Stoßstrom aushalten sollen. Deutschland ist dabei weit über das hinausgegangen, was in anderen Ländern dafür vorgesehen wurde und hat trotzdem noch lange nicht das festgelegt, was der Betrieb braucht. In den heutigen Anlagen kommen Kurzschlußströme bis zum 1000fachen Nennstrom vor, auf der Sekundärseite der Stromwandler wirken sie sich bis zum 50- oder 100fachen Nennstrom aus und dafür müssen dann die Instrumente widerstandsfähig genug sein. Es gibt verschiedene Maßnahmen, um dieser wachsenden Beanspruchung zu begegnen. Die nächstliegende ist die, daß man das bewegliche Organ verstärkt und daß man damit schon Kurzschlußfestigkeiten bis zum 50fachen Nennstrom erreicht. Eine Firma hat bei Dreheiseninstrumenten den Kunstgriff angewandt, daß sie neben dem normalen Drehmoment noch ein zweites rückläufiges Drehmoment vorgesehen hat, das bei Überstrom proportional ansteigt. Das wirksame Drehmoment ist zwar im Anfang viel größer als das Gegendrehmoment, infolge der Sättigung des Eisens nimmt es aber nur ganz langsam zu, so daß das rückläufige Drehmoment bei Überstrom bald überwiegt. Auf diese Weise ist es möglich, Dreheiseninstrumente dynamisch vollkommen kurzschlußfest zu machen, während die thermische Kurzschlußfestigkeit, die im allgemeinen beim 30fachen Sekundenstrom liegt, davon nicht berührt wird.

VDE-Bestimmungen für Meßwandler.

Wenn auch die deutschen Regeln für Meßwandler erst vor wenigen Jahren aufgestellt wurden, haben sie doch dem Betrieb nicht vollkommen genügt. Es sind damals thermische Überlastungen bis zum 60fachen Sekundenstrom gefordert worden, dynamische Überlastungen bis zum 150fachen Nennstrom. Der Betrieb verlangt noch größere Widerstandsfähigkeit. Einige Leiter von Elektrizitätswerken haben sich schließlich nicht mehr um die Verbandsbestimmungen gekümmert und den Herstellern einfach vorgeschrieben, daß die Wandler alles das auszuhalten hätten, was im Betriebe vorkommt, ohne genau zu sagen, welcher Art die Beanspruchungen sind. Um diesen Unklarheiten zu begegnen, wurden in der Meßwandlerkommission des VDE Erweiterungen der Regeln für Meßwandler bearbeitet[1], die neue Stufen für die thermische und dynamische Sicherheit der Stromwandler festlegten. Wenn man auf Genauigkeit verzichtet, so kann man die Betriebsicherheit eines Meßwandlers in hohem Maße steigern.

Es war weiterhin vorgesehen worden, daß man den Wandler sekundär 1 min soll öffnen können, ohne daß eine Zerstörung eintritt. Dieser Vorschlag hat das Interesse der Elektrizitätswerke in so hohem Maße erregt, daß von verschiedenen Stellen Einspruch gegenüber der vorliegenden Fassung erhoben und gefordert wurde, daß der Wandler nicht nur 1 min, sondern dauernd sekundär offen bleiben kann, ohne daß eine Beschädigung eintritt. Diese Forderung ist aber nicht zu erfüllen mit den normalen Modellen von Stromwandlern, sie ist nur anwendbar auf Ölwandler. Auch hier muß man noch berücksichtigen, daß beim zufälligen Auftreten eines Überstromes und selbst schon beim normalen Strom durch den sinusförmigen primären Magnetisierungstrom außerordentlich hohe Spitzenspannungen auftreten, die in die Tausende von Volt gehen, denen vor allem bei Überstrom keine Isolation gewachsen ist[2]. Hier muß erst noch auf Mittel gesonnen werden, um diese gefährlichen Spannungen herabzumindern. Auch in anderen Ländern hat man die Regeln für Meßwandler neu gefaßt und erweitert, vor allem in Frankreich[3] und in England. Es findet jetzt bereits eine weitgehende Annäherung der Bestimmungen in den verschiedenen Ländern statt, und es hat deshalb auch die IEC auf der letzten Tagung in Bellagio beschlossen, daß für die Stromwandler internationale Regeln aufgestellt werden sollen. Keines der Länder hat bisher so rigorose Vorschriften für Stromwandler herausgebracht wie der VDE. Insbesondere fordern die V. S. Amerika bisher nur den 40fachen Sekundenstrom.

Besondere Anforderungen werden bei Wandlern noch gestellt, wenn Relais angeschlossen werden sollen, die nicht bei normalem Strom arbeiten, sondern bei Überstrom. Für den Differentialschutz verwendet man Wandler in Gegenschaltung, und es wird verlangt, daß sie bei sehr hohem Überstrom noch richtig arbeiten und daß auch kein Differenzstrom solcher Größe zustande kommt, der das Auftreten eines Fehlers in dem geschützten Transformator oder auf der Leitung vortäuscht.

Bauweise der Relais und Instrumente.

Hat man bei Meßwandlern in der letzten Zeit die Betriebsicherheit mehr und mehr in den Vordergrund gestellt, so gilt das in gleichem Maße für Relais. Von dem guten Funktionieren eines solchen Sicherheitsapparates, der außerordentlich zarte Teile aufweist, hängt die Betriebsicherheit des ganzen Netzes ab, das Fehlschalten eines einzigen Schaltorgans kann den Betrieb vollständig umwerfen. Es wird deshalb bei diesen Sicherheitsapparaten in neuerer Zeit nicht so sehr auf billigen Preis hin konstruiert, sondern in der Richtung absoluter Betriebsicherheit, wozu auch gehört, daß solche Relais in wasserdichte Gehäuse eingebaut werden. Diese Relais und auch die Instrumente werden jetzt Schüttel- und Fallproben unterzogen, um so die rauhesten Betriebsverhältnisse nachzuahmen. Man macht das auch mit den empfindlichsten Apparaten, bei denen die Zerstörung einzelner Teile unvermeidlich ist. Man will aber dabei

[1] ETZ 1927, S. 705.
[2] Keinath, Technik Elektr. Meßgeräte, 3. Aufl., S. 556.
[3] ETZ 1927, S. 1775.



sehen, ob nicht andere Teile zugrunde gehen, die dieser Probe eigentlich gewachsen sein sollten. Der von dem Verfasser angegebene Wert für den Gütefaktor eines elektrischen Meßinstruments, wonach das Gewicht des beweglichen Organs mit der 1,5. Potenz eingeht, hat im Laufe der Zeit allgemein Anerkennung gefunden, und er hat sich insofern bewährt, als er tatsächlich ein richtiges Bild über die mechanische Festigkeit eines Meßgerätes gibt.

Einfluß der Herstellung auf die Gestaltung.

Die moderne Fabrikationsweise hat von ihrer Seite aus den Bau elektrischer Meßgeräte gleichfalls stark beeinflußt. Während früher Instrumente in kleiner Stückzahl angefertigt wurden, ist jetzt ein weitgehendes Bestreben nach Typisierung vorhanden. Präzisionsinstrumente sucht man in Massenfabrikation herzustellen. Zur Verminderung der verschiedenen Ausführungen baut man Instrumente mit sehr vielen Meßbereichen. Die neue Fabrikationstechnik verwendet an den verschiedensten Stellen gepreßte Isolierteile, Bakeliterzeugnisse, die bis 150° wärmebeständig sind und auch in leidlichem Maße spannungsfest hergestellt werden. Diese Isolierteile machen die vielfach angewandte Tischlerarbeit überflüssig. Solche Gehäuse sehen nicht nur schöner aus, sie sind auch viel billiger und gegen Beschädigungen außerordentlich viel widerstandsfester als die alten Holzkasten. Die Einführung von Aluminiumspritzguß hat gleichfalls die Bauweise stark geändert, es werden jetzt weniger Stanzteile verwendet, die noch immer erhebliche Arbeitslöhne bei der Montage der Apparate verursachen. Im großen ganzen läßt sich auch sagen, daß auch im Bau elektrischer Meßgeräte die Erkenntnis durchbricht, daß schöne Formen keineswegs mehr kosten, daß sie aber den Benutzer des Instrumentes veranlassen, sorgsamer mit dem Apparat umzugehen, als er es mit einem häßlich gebauten Modell machen würde.

Groß-Instrumente.

Einige neue Bauweisen von Meßinstrumenten sind durch das Verlangen von Rieseninstrumenten zur Ablesung auf sehr große Entfernungen, z. B. in Kesselhäusern, geschaffen worden. Man verwendet in den letzten Jahren für solche Zwecke Lichtzeigerinstrumente, weil die Preise des Gehäuses zu teuer würden und überhaupt die Herstellung so großer Instrumente sehr kostspielig ist. Es ist, ähnlich wie bei den Spiegelgalvanometern, nur nötig, einen Spiegel auf das bewegliche Organ zu setzen und einen Lichtfleck mit zunehmendem Ausschlag über die verdunkelte Skala gehen zu lassen. Diese Ausführung ist aber wenig schön und unklar, es ist viel zweckmäßiger, ein Lichtband zu nehmen, sei es durch direkte Beleuchtung von einer sehr starken Lichtquelle aus oder durch Verwendung eines Jalousieschiebers vor einer großen Anzahl von Lampen. In London ist beispielsweise ein Riesenthermometer dieser Art gebaut worden mit einer Skalenlänge von 18 m, das auf einem Turm aufgebaut ist[4].

Neue Meßinstrumente.

Wenn über Fortschritte im Bau der Meßwerke für die Technik bedeutsamer Meßinstrumente zu sprechen ist, so kann gesagt werden, daß auf dem Gebiet der Drehspul-, Dreheisen- und elektrostatischen Instrumente nichts bemerkenswert Neues herausgekommen ist. Auch die Grundformen des Elektrodynamometers sind die gleichen geblieben. Neu entwickelt wurden aber die Induktionsdynamometer oder Doppelspulinstrumente[5], das sind Instrumente, die in ihrer Wirkungsweise die Prinzipien des üblichen Elektrodynamometers mit denen der Induktionsinstrumente vereinigen; sie werden verwendet zur spannungsunabhängigen Anzeige des Quotienten zweier Größen, beispielsweise als Frequenzmesser, als Leistungsfaktormesser, als Widerstandsmesser.

Auf dem Gebiet der thermischen Instrumente haben die Hitzdrahtinstrumente weiter an Bedeutung verloren, sie werden auch auf dem Gebiete der Hochfrequenz allmählich ersetzt durch Gleichstrominstrumente, in Verbindung mit Thermoumformern[6]. Apparate dieser Art haben vor den Hitzdrahtinstrumenten den Vorteil, daß sie den Nullpunkt unabhängig von der Umgebungstemperatur halten und daß sie auch mechanisch etwas widerstandsfähiger sind. Neu sind auf diesem Gebiete auch noch Bimetallstrommesser, die als Überlastanzeiger und als Klein-Maximumzähler verwendet werden[7]. Der besondere Vorzug dieser Meßwerke liegt in der großen thermischen Trägheit, die die Einstellung erst nach Minuten erfolgen läßt.

Stromwandler.

Auf diesem Gebiete hat sich in der Verwendungsweise der Stromwandler eine Unterscheidung zwischen Zentralen und Umspannwerken einerseits und Abnehmern anderseits herausgebildet. An den erstgenannten Stellen mit großer Kurzschlußleistung braucht man Stromwandler mit sehr hoher thermischer und dynamischer Festigkeit. Insbesondere gilt dies für Mittelspannungen bis etwa 30 kV. Bei den hohen Spannungen, 60 kV und darüber, ist die Kurzschlußfestigkeit der Stromwandler von etwas geringerer Bedeutung, und es können für diese Spannungen die üblichen Topfwandler verwendet werden, bei denen der Einführungsisolator mit der Hin- und Rückleitung des Stromes die gefährliche Stelle bildet. An Stellen großer Kurzschlußleistung werden heute Öl- und Massewandler so gut wie gar nicht mehr verwendet und nur Trockentypen eingebaut, die bei etwa eintretender Zerstörung nicht noch weiteres Unheil anrichten können. In den V. S. Amerika hat man für Schaltanlagen bis etwa 15 kV überhaupt keine Öl- oder Massewandler verwendet und dafür ausschließlich Trockentypen genommen, bei denen die Hochspannungspule stark mit Papier oder Lackleinen bandagiert war[8]. Die Elektrizitätswerke sind jetzt in der Anwendung der Stromwandler viel vorsichtiger geworden, sie legen den Meßbereich der Wandler nicht mehr allein nach dem Nennstrom fest, sondern auch unter Berücksichtigung des Leitungsquerschnittes der Anlage, damit nicht allzu krasse Unterschiede vorkommen, wie es früher oft der Fall war. Am günstigsten sind zweifellos Stabwandler, sie sind aber für Stromstärken unter 500 A nur mit geringer Genauigkeit herstellbar. Aus den Stabwandlern abgeleitet sind die Schleifenwandler mit Hartpapierdurchführungen; sie sind dem Prinzip nach fast ebenso einwandfrei wie die Stabwandler, sind aber für die Mittelspannungen zu teuer und nehmen auch vielfach zu viel Platz weg. Es hat sich deshalb das Bedürfnis nach einem kleineren Durchführungswandler entwickelt mit reiner Trockenisolierung aus Porzellan. Es ist dabei besonders die Querlochtype mit Sandfüllung erfolgreich angewandt worden.

Erhöhung der Genauigkeit.

Die vom VDE festgelegte höchste Genauigkeit der E-Klasse mit 0,5 % und 40 min ist für Abnahmemessungen und auch für manche Verrechnungszähler nicht ausreichend, und es wird deshalb an verschiedenen Stellen daran gearbeitet, die Genauigkeit der Stromwandler noch über die Klasse E hinaus zu erhöhen. Es stehen dafür drei Wege offen: Der eine ist die Erhöhung der AW-Zahl. Diese Maßnahme ist erfolgreich, es wird aber mit ihr auch die thermische Sicherheit herabgesetzt, wenn man nicht außerordentlich große Modelle verwenden will. Immerhin ist es auf diese Weise möglich, auf die halbe Fehlergrenze der E-Klasse mit praktisch durchführbaren Konstruktionen zu kommen, unter Umständen auch noch weiter. Eine andere Maßnahme ist die, die modernen Nickel-Eisen-Legierungen zu verwenden, die unter den Namen „Permalloy", „Hypernik", „Mumetall" u. dgl. von verschiedenen Stellen in den Handel gebracht werden[9]. Diese Materialien haben etwa 5- bis 10mal höhere Anfangspermeabilität als hochlegiertes Blech, und es kann deshalb bei gleicher Genauigkeit eine viel geringere AW-Zahl angewendet werden. Beispielsweise kann man Stabwandler mit 200 A und Klasse E bauen, oder man kann auch bei der gleichen AW-Zahl unter Verwendung normaler Modelle wesentlich höhere Genauigkeit erzielen. Stromwandler dieser Art werden in England hergestellt. Eine dritte Maßnahme zur Erhöhung der Genauigkeit ist durch den Zweistufenwandler von Brooks und Holtz[9a] gegeben. Es findet hier eine doppelte Transformation statt, und man kann dabei Wandler herstellen mit einer Genauigkeit von etwa 0,1 % und einem Fehlwinkel von nur etwa 3′ bis höchstens 5′ bei 15 VA Sekundärleistung. Eine unangenehme Eigenschaft dieser Wandler ist nur die, daß man sie nicht für normale Wattmeter und Zähler verwenden kann, weil sie zwei Sekundärwicklungen haben, die an zwei getrennte Stromwicklungen angeschlossen werden müssen. Nach Informationen des Verfassers ist deshalb auch die Anwendung des Zweistufenwandlers in den V. S. Amerika wieder zurückgegangen, man wollte die Komplikation der Zähler nicht mit in Kauf nehmen und hat sich auf andere Weise ge-

[4] ETZ 1926, S. 1028.
[5] Blamberg, Arch. El. Bd. 17, S. 281; ETZ 1927, S. 245; Täuber-Gretler, Dissertation „Das Induktionsdynamometer", Fachschriften-Verlag Zürich, 1926; ETZ 1927, S. 1699.
[6] ETZ 1927, S. 505.
[7] Baltzer, ETZ 1927, S. 1333.

[8] Trockenwandler mit Luftisolierung für 110 kV, ETZ 1927, S. 1042.
[9] Spooner, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 45, S. 543; ETZ 1927, S. 85, 736, 1081, 1575.
[9a] ETZ 1927, S. 1411.

holfen, entweder durch Verwendung hochlegierten Bleches oder durch Erhöhung der AW-Zahl.

Zu erwähnen ist noch, daß jetzt Stromwandler mit 0,05 mm starkem Eisenblech allgemein für Hochfrequenz bis zu den kürzesten Wellenlängen verwendet werden. An die Sekundärseite dieser Stromwandler wird dann ein Thermoumformer angeschlossen und zur Anzeige ein Gleichstrominstrument benutzt[10].

Spannungswandler.

Die übliche Bauweise der Spannungswandler, gewissermaßen die Verkleinerung eines Leistungswandlers, ist nur bis etwa 110 kV Nennspannung durchführbar. Die Entwicklung der Hochspannungsmeßtechnik geht darauf hin, an Stelle der zwei Einphasenwandler in V-Schaltung jetzt drei Wandler zu verwenden, um auch bei Erdschluß die Leistung des Netzes richtig zu messen und richtig zu zählen. An Stelle von drei Einphasenwandlern ist auch ein 5-Schenkel-Wandler entwickelt worden, der in seiner Wirkungsweise gleichfalls die richtige Messung bei Erdschluß ermöglicht[11]. Schon bei 110 kV werden derartige Spannungswandler außerordentlich kostspielig, ein Meßsatz kostet 20 000 ÷ 30 000 RM. Bei 220 kV, der Spannung der projektierten Höchstspannungsleitungen, werden diese Wandler noch weit teurer, sie kommen etwa auf den doppelten Preis und verteuern damit die Schaltanlage ganz beträchtlich. Sie geben zwar eine sehr hohe Leistung ab, aber diese Leistung ist ja unnütz. Es ist überraschend, daß man bei Spannungswandlern, die nur zum Anschluß von Instrumenten dienen, nicht schon früher dasselbe Prinzip zur Erhöhung der Isolation verwendet hat, wie man es mit den Hängeisolatoren macht, bei denen man mit steigender Spannung proportional die Gliederzahl erhöht. Diesen Gedanken hat mit Erfolg Pfiffner in den Kaskadenwandlern aufgegriffen[12], ursprünglich eine Erdungsdrossel, die später mit einer Sekundärwicklung versehen wurde. Hat eine solche Kaskade beispielsweise für 220 kV 6 Glieder, und ist der Mittelpunkt der Wicklung eines jeden Gliedes mit dem Eisenkern verbunden, so sind die maximal innerhalb eines Gliedes auftretenden Spannungen nur $1/12$ der gesamten Spannung. Die Wirkungsweise dieser Wandler ist nicht einfach zu übersehen[13], es läßt sich aber, wie die Rechnung und der Versuch ergeben hat, eine ausreichende Leistung auch in der Klasse E erzielen[14]. Die Verbilligungen der Anlage, die durch dieses Modell entstehen, sind schon bei 110 kV merklich, bei 220 kV dürfte es der Spannungswandler der Zukunft sein.

Die „C-Messung".

Noch bevor dieser Spannungswandler weiteres Interesse erweckt hatte, wurde nach einem Vorschlag des Verfassers der Ladestrom der vielfach in Hochspannungsanlagen verwendeten Kondensatordurchführungen zur Spannungsmessung benutzt (sog. C-Messung[15]). Bei konstanter Frequenz ist der Ladestrom, der bei 110 kV und Erdschluß etwa 8 mA beträgt, proportional der Spannung. So einfach dieses Meßverfahren erscheint, bei dem lediglich ein Strommesser zur Messung des Ladestromes eingeschaltet wird, so haben sich doch bei der Entwicklung erhebliche Schwierigkeiten ergeben. Die eine davon war die mangelhafte Isolation der Meßkapazität. Die Verhältnisse werden um so günstiger, je größer die Meßkapazität ist, und es war bereits in Erwägung gezogen worden, an Stelle der Kondensatordurchführung noch besondere Meßkondensatoren für den Zweck der Spannungsmessung aufzustellen. Die Entwicklung der Kaskadenspannungswandler hat diese Anordnung überflüssig gemacht, die C-Messung stellt sich bei 220 kV teurer als die Verwendung von Kaskadenwandlern. Der andere grundsätzliche Nachteil der C-Messung, die Abhängigkeit von der Wellenform, ist durch eine Kunstschaltung ausgeglichen worden, bei der die Oberwellen abgesiebt werden und nur die Grundwellen auf das Instrument wirken. Die C-Messung hat mit ihrer Genauigkeit von etwa 5 % Anwendung gefunden zur Messung der Erdspannungen, vorzugsweise aber zum Synchronisieren zweier Hochspannungsleitungen unter Verwendung von Nullvoltmetern der Dreheisentype und Zungen-Doppelfrequenzmessern. Die Leistungsmessung unter Verwendung von Kondensatordurchführungen ist gleichfalls ausgeführt worden, sie hat aber wegen der Schwierigkeit der Phasenabgleichung weniger befriedigt als die reine Spannungsmessung. In Amerika hat die General Electric Co. das gleiche Prinzip für die Synchronisierung zu verwenden versucht, sie gebraucht aber dazu die Zwischenschaltung eines Verstärkers, offenbar deswegen, weil Durchführungen mit kleinerer Kapazität, z. B. Porzellandurchführungen, dafür vorgesehen werden.

Registrierapparate.

Auf dem Gebiete der direkt schreibenden Registrierapparate, seien es Punktschreiber oder Tintenschreiber, ist nur ein Apparat herausgekommen, der hier Erwähnung verdient, ein Wirk- und Blindleistungsschreiber, bei dem abwechselnd die Wirk- und Blindbelastung einer Verbraucherstelle unter Kurvenunterscheidung registriert wird[16]. Diese Art der Registrierung ist viel sinnfälliger als die Registrierung der kW und des cos φ. Sie kann auch ohne weiteres Anwendung finden an solchen Stellen, wo die Leistungsrichtung wechselt, wo man bisher cos φ-Messer mit 4 Quadranten eingebaut hat.

Es mehrt sich das Interesse für sogenannte Koordinatenschreiber, das sind Registrierapparate, bei denen nicht, wie üblich, der Papierstreifen proportional der Zeit vorgeschrieben wird, sondern proportional einer elektrischen Größe, z. B. proportional der Spannung. Ein Apparat dieser Art ist in dem Saladin-Doppelspiegel-Galvanometer schon lange Zeit bekannt. Neuerdings versucht man derartige Apparate mit Tintenschrift zu bauen, insbesondere zur Aufnahme der Charakteristik von Elektronenröhren[17]. Es scheint dem Verfasser, daß solche Apparate wert sind, durchgebildet zu werden, sie können für viele Zwecke die Arbeit des Prüffeldingenieurs außerordentlich erleichtern, wenn es z. B. gelingen würde, einen Apparat zu bauen, bei dem für einen Motor als Funktion der Belastung unmittelbar das Diagramm des Wirkungsgrades aufgezeichnet wird.

Oszillographen.

Bedeutende Fortschritte sind auf dem Gebiete der Oszillographen erzielt worden. Die amerikanischen Arbeiten haben darauf hingezielt, den Oszillographen kleiner und handlicher zu machen, so daß er auf die Reise mitgenommen werden kann. Auch in Deutschland ist ein Reiseoszillograph gebaut worden. Das zunehmende Interesse für das Gebiet der elektrischen Überspannungen hat aber die Entwicklung der Kathodenstrahloszillographen in einem außerordentlich raschen Tempo beschleunigt. Nachdem dieser Apparat lange Jahre als einfache Braunsche Röhre bekannt war und benutzt wurde, in der Regel in der Weise, daß man die auf einen Leuchtschirm geworfenen Kurven von außen photographierte, hat etwa im Jahre 1923 Dufour den entscheidenden Entschluß gefaßt, zur Steigerung der Empfindlichkeit die photographische Platte ins Vakuum hereinzubringen. Dufour hat dann einen Apparat entwickelt, der von einer französischen Firma serienmäßig hergestellt wurde und mit dem von Norinder[18], bei der General Electric Co.[19], ferner bei der Westinghouse Co.[20] Versuche gemacht worden sind. Wenig später haben Rogowski[21] und dann im Auftrage der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen Gábor[22] die gleiche Arbeit aufgenommen und haben dann noch weitere Fortschritte gegenüber Dufour erreicht, so daß man heute alle jene Vorgänge oszillographisch aufnehmen kann, die in den letzten Jahren mühsam auf mathematischem Wege durchforscht wurden, wobei immer noch die Unsicherheit geblieben war, ob diese oder jene Annahme richtig war. Man hat mit diesen Apparaten die Höhe und den Verlauf von Wanderwellen mit bewundernswerter Präzision gemessen. Rogowski hat dabei von dem „Blick in die Milliardstel-Sekunde" gesprochen, in dieser Größenordnung liegt ungefähr die mit dem Kathodenstrahloszillographen meßbare kürzeste Zeit. Jedenfalls kann man mit diesem Apparat Mikrosekunden ohne die geringste Schwierigkeit messen.

Klydonograph.

Gleichzeitig mit dieser stürmischen Entwicklung des Kathodenstrahloszillographen sind mit einem ganz anderen Apparat, dem Klydonographen, der auf dem Prinzip der Lichtenbergschen Figuren beruht, wichtige Betriebsforschungen gemacht worden. Auch diese Entwicklung war außerordentlich schnell. Die ersten Veröffentlichungen darüber wurden vor kaum drei Jahren gemacht, neuerdings kann man in den amerikanischen Zeitschriften fast jede Woche irgend eine neue Veröffentlichung auf diesem Gebiete finden. Der Apparat ist be-

[10] ETZ 1927, S. 1177.
[11] Piloty, AEG-Mitt. 1927, S. 253.
[12] ETZ 1926, S. 44.
[13] Wirz, Bull. SEV Bd. 18, S. 257.
[14] Keinath, Techn.-Elektr. Meßgeräte, 3. Aufl., S. 578.
[15] Keinath, Wiss. Veröff. Siem.-Konz., Bd. 5, H. 2, S. 69.
[16] Siemens-Z. 1927, S. 229.
[17] ETZ 1927, S. 139, 1192.
[18] ETZ 1927, S. 53.
[19] Gen. El. Rev. Bd. 29, S. 678.
[20] The Electric Journ. Bd. 24, S. 383.
[21] Arch. El. Bd. 14 bis 18.
[22] Forschungsheft 1 der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen.



sonders brauchbar zum Studium von Überspanungserscheinungen in Netzen; auf einem fortlaufenden Filmband werden beim Auftreten von Überspannungen charakteristische Figuren gezeichnet, deren Radius, abgesehen von der Deutung der Feinheiten der Figurenform[23], proportional der Spannung ist. Man hat auf diese Weise schon Überspannungen bis zu 2 Mill. V auf einer 220 kV-Leitung einwandfrei registriert[24]. Der Apparat wird neben dem Kathodenstrahloszillographen bestehen; während der letztere mehr ein Laboratoriumsmeßgerät ist, wird der Klydonograph ein Betriebsmeßgerät sein, das in der Anschaffung billig ist, das wenig Wartung erfordert und doch aufzeichnet, was in den Leitungsnetzen vorgegangen ist.

Meßverfahren.

Auf dem Gebiete der Strom- und Spannungsmessung ist zu erwähnen, daß weitere Versuche gemacht worden sind, zur Messung kleiner Wechselspannungen Elektronenröhren[25] zu verwenden. Abgesehen von Spezialausführungen haben diese Meßgeräte aber noch nicht Eingang in die allgemeine Meßtechnik finden können, vor allem wohl deshalb, weil sie doch zu empfindlich und nicht konstant eichbar sind. Es besteht einige Hoffnung, daß mit den neuen Trockengleichrichtern[26] neue Möglichkeiten für die Messung schwacher Wechselströme und Spannungen geschaffen werden. Eine Anwendung des Röhrenvoltmeters ist die von der Hescho durchgebildete Meßstange zum Prüfen von Isolatorenketten[27].

Dielektrische Verlustmessung

Auf dem Gebiete der Hochspannungsprüfung von Apparaten hat man erkannt, daß die einfache Durchschlagsprobe kein richtiges Bild von der Isolierfestigkeit eines Apparates gibt. In der Kabeltechnik mißt man schon seit Jahren den Verlustwinkel des Kabels entweder als Funktion der Spannung oder als Funktion der Zeit und erhält daraus wertvolle Aufschlüsse über die Vorgänge im Innern des Dielektrikums. Man beabsichtigt, dieses Verfahren nun auch auf Apparate anzuwenden[28]; die Elektrizitätswerke interessieren sich für derartige Prüfungen. Leider ist im Augenblick noch nicht abzusehen, wie die bestehenden Schwierigkeiten überwunden werden. Einwandfrei ist die Messung erst hinsichtlich der Einzelelemente, der Durchführungen.

Widerstandsmessung.

Auf dem Gebiete der Widerstandsmessung ist eine neue Erdungsbrücke zu erwähnen, die unabhängig vom Widerstand der Sonden ohne jede Rechenoperation auch bei ungünstigem Gelände, bei trockenem Sandboden oder bei Kiesschüttungen den Widerstand von Schutzerdungen zum ersten Male einwandfrei zu messen gestattet[29]. Eine Aufgabe von großer Bedeutung ist die Fehlerortsbestimmung auf Hochspannungsleitungen[30]. Man will bei Betriebsunterbrechungen möglichst schnell wissen, an welcher Stelle der Defekt eingetreten ist, damit man nicht nötig hat, die Reparaturkolonne auf der ganzen Leitung suchen zu lassen. Diese Aufgaben werden von den Elektrizitätswerken zusammen mit der Industrie bearbeitet. Ist schon die Fehlerortsbestimmung bei Hochspannungskabeln in besonderen Fällen mit Schwierigkeiten verbunden, so wird dies noch ungünstiger bei Freileitungen wegen der hohen Übergangswiderstände zwischen den Leitungen und der Erde. Es scheint aber hier ein Weg geschaffen zu sein, durch die Ausführung zweier Messungen, einer Wirk- und einer Blindleistungsmessung, um den Fehlerort auch in jenen Fällen zu bestimmen, wo der Übergangswiderstand nahe dem Wellenwiderstand der Leitung ist.

Eine andere Anwendung der Widerstandsmessung ist die Leitfähigkeitsüberwachung von Flüssigkeiten[31]. Dafür besteht in der chemischen Industrie besonderes Interesse, und man hat auch Wechselstrommeßgeräte gebaut, die das Leitvermögen einer Flüssigkeit ohne jede Rechnung unmittelbar anzuzeigen gestatten. Die hier besonders auftretende Schwierigkeit ist das Ausscheiden des Einflusses der Flüssigkeitstemperatur, da bekanntlich der Widerstand einer Flüssigkeit für je 10° Temperaturänderung sich um 20 bis 30 % ändert.

Fernmessung.

Der Zusammenschluß der Hochspannungsnetze hat den Wunsch nach der Fernmessung elektrischer Größen in den letzten Jahren immer lebhafter gemacht. Oskar von Miller hat schon im Jahre 1919 für das Bayernwerk den Wunsch ausgesprochen, für die Zentralkommandostelle eine drahtlose Fernübertragung der Leistung der einzelnen Kraftwerke und Speisepunkte zu erhalten. Die Industrie konnte diesem Wunsche damals nicht nachkommen, es war auch zunächst noch keine zwingende Notwendigkeit vorhanden. In der Zwischenzeit sind verschiedene Systeme durchgebildet worden. Es sind dabei zwei Hauptwege zu unterscheiden: Der eine ist die Umwandlung der Meßgrößen in Gleichstrom und die Übertragung in der Weise, daß die Größe des übertragenen Stromes oder der Spannung ein Maß für die Größe des Geberausschlages ist. Es sind hier drei Wege eingeschlagen worden. Eine englische Firma formt mit Thermoumformern die zu übertragende Leistung oder den Strom oder die Spannung in eine Gleichspannung in der Größenordnung von etwa 100 mV um und mißt diese mit hochempfindlichen Instrumenten. Eine deutsche Firma benutzt für die Umformung eine kleine Gleichstromdynamo, die mit einem Zähler gekuppelt ist, in der praktischen Ausführung einen Gleichstromzähler mit einem dreiteiligen Kommutator auf der gleichen Achse wie der Wechselstromzähler. Um bei der geringen Drehzahl des Ankers das Pulsieren der Spannung zu vermeiden, wird, genau wie bei den Induktoren der Isolationsmesser, ein Kondensator parallel zu dem Anker geschaltet. Diese Einrichtung erzeugt eine Spannung von etwa 1000 mV und hat dann einen Aktionsradius von etwa 100 km. Einen größeren Aktionsradius hat die Potentiometerschaltung[32], wo mit Hilfe eines Fallbügelmechanismus oder eines Motorgetriebes eine Spannung bis maximal 24 V von einem Potentiometer abgegriffen und diese dann auf die Fernleitung übertragen wird. Der Aktionsradius dieser Einrichtung ist mit 1000 km noch nicht am Ende, da die modernen Kabelleitungen einen hohen Isolationswiderstand haben, der in der Größenordnung von 5000 MΩ km liegt. Immerhin haben diese Verfahren den grundsätzlichen Nachteil, daß sie für die drahtlose Übertragung nicht anwendbar sind und durch Ableitungen auf der Strecke beeinträchtigt werden.

Es gibt auch noch andere Verfahren, die man als Impulsverfahren kennzeichnen kann und die von diesem Fehler grundsätzlich frei sind. Es werden dann, entweder auf Leitungen oder drahtlos, Impulse ausgesendet, deren Zahl der Größe des Ausschlags des Geberinstrumentes entspricht. Auch auf diesem Gebiete wird von verschiedenen Firmen gearbeitet. Im Rahmen der Fernmessung elektrischer Größen wird auch noch die Summierung verlangt, die sowohl bei dem Gleichstromverfahren als auch dem Impulsverfahren in verhältnismäßig einfacher Weise möglich ist.

Temperaturmeßtechnik.

Wenn man noch von anderen Meßverfahren sprechen will, so ist zu sagen, daß die chemische Industrie in steigendem Maße sich der elektrischen Meßgeräte bedient[33]. Der Leitfähigkeitsmesser für Flüssigkeiten ist bereits erwähnt worden. Außerdem werden aber noch Gasanalysen auf Grund physikalischer Eigenschaften, z. B. des Wärmeleitvermögens und der katalytischen Verbrennung brennbarer Gase, mit elektrischen Meßgeräten ausgeführt. Diese Apparate sind geeignet, an den meisten Stellen die Handanalyse zu ersetzen, sie sind dort anwendbar, wo man entweder das Wärmeleitvermögen oder die katalytische Verbrennung zur Messung benutzen kann. Weitgehende Anwendung findet das Prinzip bei den Kohlensäuremessern zur Überwachung der Abgase von Feuerungen. Man hat diese Einrichtung auch bereits so durchgebildet, daß alle diese Angaben auch auf Zähler übertragen werden können, in der Weise, daß Elektrolytzähler angeschlossen werden und eine Skala in CO_2-Stunden vorgesehen wird. In der eigentlichen chemischen Industrie sind Wasserstoffmesser, SO_2-Messer, Methan-Messer, Sauerstoffmesser und viele andere verwendet worden. Eine englische Firma hat einen Apparat durchgebildet, bei dem der Sauerstoffgehalt im Kesselspeisewasser fortlaufend registriert wird, eine Größe, die für die Haltbarkeit der Siederohre praktisch von großer Bedeutung ist.

Dr.-Ing. Georg Keinath.

[23] Müller-Hillebrand, Siemens-Z. 1927, S. 547.
[24] Lee u. Foust, Gen. El. Rev. Bd. 30, S. 135.
[25] ETZ 1927, S. 107.
[26] ETZ 1927, S. 1738.
[27] ETZ 1927, S. 283.
[28] Frensdorff, Elektrizitätswirtsch. Bd. 26, S. 433.
[29] Schleicher, Elektrizitätswirtsch. Bd. 26, S. 116.
[30] Arnold und Bernett, Elektrizitätswirtsch. Bd. 26, S. 365; ETZ 1927, S. 18.
[31] ETZ 1927, S. 81.
[32] Siemens-Z. 1927, S. 422.
[33] ETZ 1927, S. 211.

Weiteres vom Großkraftwerk Klingenberg in Berlin-Rummelsburg.

Übersicht. Nachdem in früheren Aufsätzen der ETZ die Vorarbeiten und die allgemeine Gestaltung des Großkraftwerks Klingenberg, dieses monumentalen Bauwerks deutscher Technik, geschildert worden sind, bringen wir heute Einzelheiten seiner Inneneinrichtung. Die überragende Bedeutung des Werkes liegt auf wärme- und maschinentechnischem und nicht zum wenigsten auch architektonischem Gebiet, worin es geradezu einen Markstein in der Entwicklung des Großkraftwerksbaues bedeutet, ein Denkmal, das seinem geistigen Erbauer, Dr. Klingenberg, noch zu seinen Lebzeiten erstand.

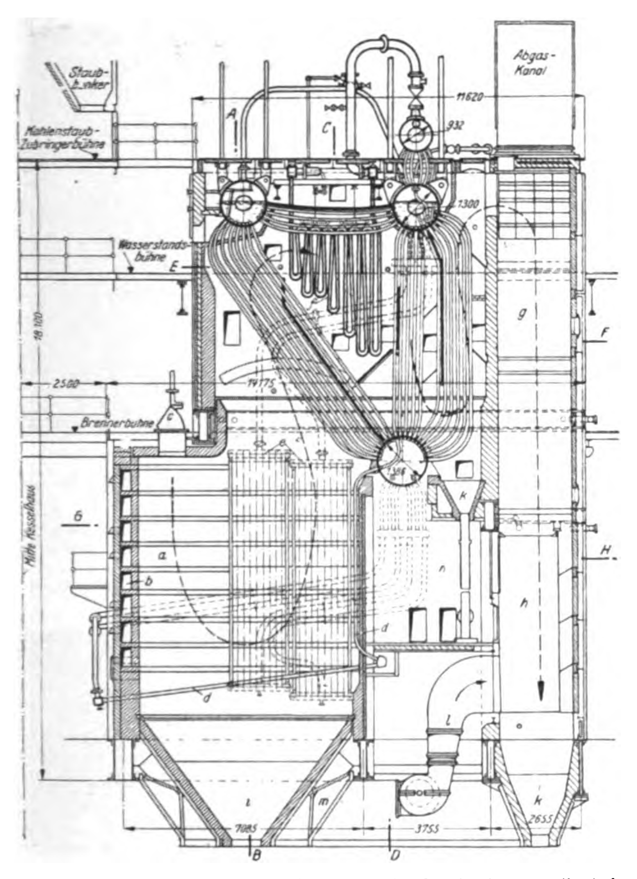
I.
Maschineller Teil.

Von **F. Münzinger,** Berlin.

1. Kesselanlage.

Die in Umarbeitung begriffenen Material- und Bauvorschriften für Dampfkessel, die sehr kurze Bauzeit, der Mangel an Erfahrungen über den Temperaturverlauf in kohlenstaubgefeuerten Kesseln, über vorgewärmte Verbrennungsluft und im Regenerativverfahren hochvorgewärmtes Speisewasser, der hohe Dampfdruck von 37 atü zeiten zur Verfügung zu haben, mindestens 5 bis 6 Fabriken zur Lieferung herangezogen werden sollten.

Auch hinsichtlich der Gesamtanordnung von Kessel, Ekonomiser und Luftvorwärmer befriedigte keiner der teilweise sehr originellen Entwürfe voll. Teils war die Gesamtbauhöhe unerwünscht hoch, teils die Zugänglichkeit und Auswechselbarkeit schadhafter Teile zu bemängeln.



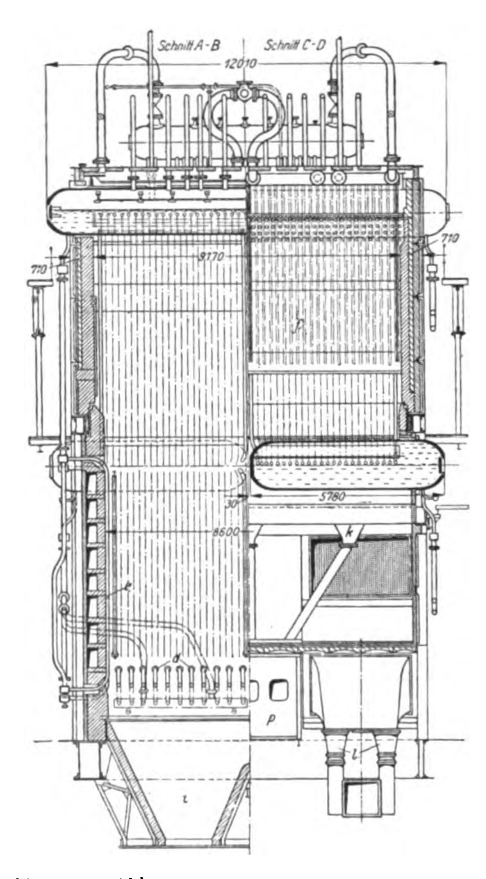


Abb. 1. Schnitt durch einen Steilrohrkessel (Zeichenerklärung s. Abb. 2). Gesamtanordnung: Bauart AEG - Dr. Münzinger.

sowie das Fehlen deutscher Vorbilder für Kessel von 1500 bis 2000 m² Heizfläche erschwerten den Bau der Kesselanlage sehr. Dazu kam, daß das Klingenberg-Werk ausschließlich auf die in Deutschland gleichfalls wenig erprobten Staubfeuerungen gestellt werden sollte. Es mußte daher nicht nur billig und unter Ausnutzung der letzten Fortschritte, sondern mit größter Vorsicht vorgegangen werden. Zunächst lag weder Feuerungsart noch Zahl, Größe, Leistung und Bauart der Kessel fest. Sicher war nur, daß die Heizflächen mindestens 1500 m² groß sein mußten. Die AEG schrieb daher Kessel von rd. 2000 m² Heizfläche mit Wanderrosten bzw. Kohlenstaubfeuerungen vor.

Ein Vergleich der zahlreichen Angebote zeigte, daß es nicht möglich gewesen wäre, die sehr verschiedenartigen Kessel einigermaßen organisch im Kesselhaus unterzubringen, was unerläßlich war, da, wegen der großen Arbeitslosigkeit und um bei Streiks oder Kapitalschwierigkeiten bei einer Firma wenigstens einige Kessel bei-

Auch die in einigen Angeboten beabsichtigte Warmluftzufuhr zum Feuerraum befriedigte nicht. Freiliegende Blechkanäle, die von einigen Firmen hierfür vorgesehen waren, hätten die Zugänglichkeit behindert, eine teuere und empfindliche Isolierung verlangt und die Wärmeverluste vergrößert. Einige der angebotenen Doppelenderkessel hätten nicht paarweise an einen gemeinsamen Schornstein angeschlossen werden können. Die Aufstellung eines Schornsteines für jeden Kessel schied aber wegen der hohen Kosten von vornherein aus. Vor allem aber mußte wegen der Absicht, die Kessellieferungen unter mehrere Firmen zu verteilen, eine Gesamtanordnung gefunden werden, bei welcher die äußeren Blockabmessungen nahezu dieselben sind, gleichgültig, welche Firmen später die Kessel liefern.

Der AEG kam nun sehr zustatten, daß sie sich bereits seit dem Jahre 1920 mit der Konstruktion von staubgefeuerten Großkesseln eingehend beschäftigte, im Zusammenhang hiermit eigene Versuche an Staubfeuerungen



vorgenommen und schon sehr frühzeitig gemeinsam mit einer Spezialfirma einen Luftvorwärmer entwickelt und verschiedene Entwürfe von staubgefeuerten Sonderkesseln durchgearbeitet hatte. Unter Verwertung der dabei gesammelten Erfahrungen arbeitete die AEG im Frühjahr 1925 einen weiteren Entwurf aus, der mit verschiedenen unwesentlichen Abänderungen zur Ausführung gelangte. Abb. 1 zeigt den Schnitt durch den endgültigen Gesamtaufbau der Steilrohrkessel; Ekonomiser und Luftvorwärmer sitzen an der Rückseite des Kessels. Die Luft umspült vor ihrem Eintritt in den Vorwärmer die Schlackentrichter der Feuerkammer, um sie zu kühlen und um die Wärmeverluste ihrer ausgedehnten Flächen und die dadurch verursachte Erwärmung der Luft im Aschenkeller zu vermeiden. Vom Vorwärmer gelangt sie in eine zwischen ihn und die Feuerkammer eingebaute Warmluftkammer und von dort durch die hohlen Seitenwände nach der Vorderseite des Feuerraumes, in den sie durch zahlreiche Schlitze eintritt. Die Einmauerung des Kessels ist von der der Verbrennungskammer getrennt, damit sich beide ungestört ausdehnen können. Die Kesseltrommeln hängen am Dach; Kesselgerüst und Ausmauerung stehen unabhängig davon auf einem eisernen Tragrost unter völliger Vermeidung von Fundamenten aus Eisenbeton oder Mauerwerk. Bei dieser Anordnung wird die Mantelfläche des Kesselblockes außerordentlich klein und die Gesamthöhe nicht größer als der Kessel selber. Freiliegende Heißluftkanäle sind völlig vermieden. Die Überhitzer können ohne Beschädigung der Kesselmantelung als Ganzes nach oben ausgebaut werden, die Ekonomiserschlangen nach der Seite, die Luftvorwärmertaschen nach hinten. Um die Zweckmäßigkeit der gewählten Anordnungen überprüfen und die vorteilhafteste Verbindung zwischen Kessel und Haus ausprobieren zu können, wurde ein Pappmodell angefertigt, das vorzügliche Dienste geleistet hat.

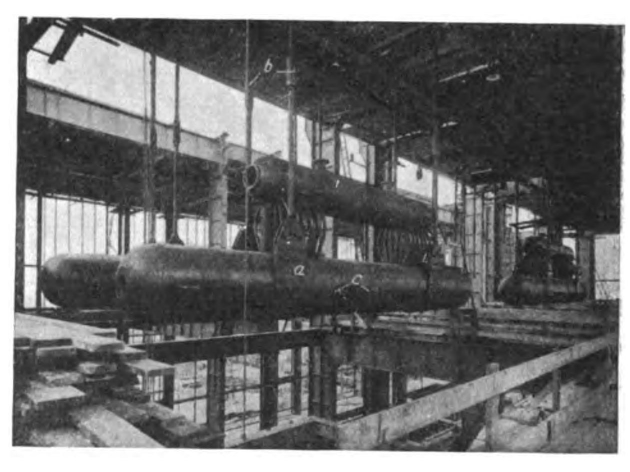
a Brennkammer
b Hohlwand
c Kohlenstaubbrenner
d Schlacken- und Rückwandkühlrohre
e Seitenwand-Kühlrohre
f Überhitzer
g Rauchgasvorwärmer
h Luftvorwärmer
i Schlackentrichter
k Flugaschen-Sammelraum
l Kaltlufteintritt
m Kühlluftraum für Schlackentrichter
n Warmluftkammer
o Ausbläser
p Abgaskanal

Abb. 2. Schnitt durch einen Sektionalkessel.



a Obertrommel
b Tragpratze
c Bolzen
d Tragstange
e Träger zum Aufhängen des Überhitzers
f Dampfüberströmrohre zur zweiten Obertrommel

Abb. 3. Torkretieren der Obertrommel eines Steilrohrkessels.



a Tragband
b Spannschlösser
c Bohrungen für die Steigrohre aus dem Kühlrost und der Rückwandkühlung (s. Abb. 1)

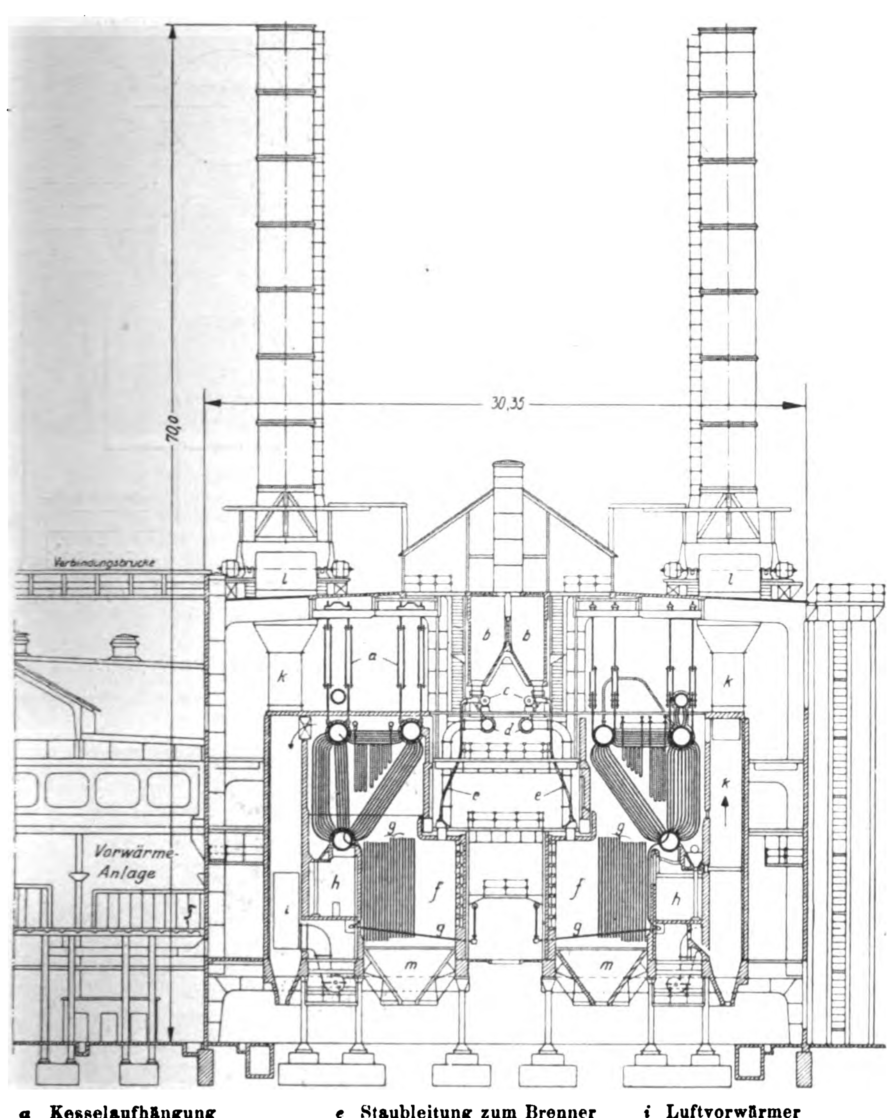
Abb. 4. Aufhängung der Obertrommel am Dach bei den Rota-Kesseln.

Acht in engere Wahl gezogene Kesselfirmen wurden alsdann gebeten, auf Grund des Entwurfes vom Frühjahr 1925 neue Angebote einzureichen. Die dazu erforderliche



Zeit benutzte die AEG zur Durcharbeitung von Vorschlägen für das Kesselgerüst, die Warmluftkammer, die Kesselaufhängung am Dach und die Einmauerung, und konnte kurz nach Auftragserteilung weitgehend durchgearbeitete Zeichnungen dieser Teile den Kesselfirmen übergeben. Die Bewag hatte den Wunsch, auch mit Sektionalkesseln eigene Erfahrungen zu sammeln und bestellte daher 12 Steilrohrkessel und 4 Sektionalkessel, Abb. 2.

Parallel zu den Verhandlungen mit den Kesselfirmen führte die AEG Verhandlungen mit einigen Hüttenwerken über Herstellung und Abnahme der Kesseltrommeln. Damit nämlich die Kessel zur vorgeschriebenen Zeit fertig-



a Kesselaufhängung
b Kohlenstaub-Kesselbunker je 65 t Inhalt
c Kohlenstaubzubringer
d Warmluftrohr f. Erstluft
e Staubleitung zum Brenner
f Kohlenstaubbrennkammer
g Kühlrohre
h Warmluftkammer
i Luftvorwärmer
k Abgaskanal
l Saugzugventilatoren
m Schlackentrichter

Abb. 5. Schnitt durch ein Kesselhaus.

gestellt werden konnten, mußten die Kesseltrommeln wegen ihrer langen Lieferfrist bereits in Auftrag gegeben sein, bevor die Kesselfirmen den Auftrag auf die Kessel erhalten hatten. Die AEG traf daher mit der August Thyssen-Hütte, der Fried. Krupp A. G. und dem Preß- und Walzwerk Reisholz Abkommen, in welchen sie jeder dieser drei Firmen Aufträge auf eine bestimmte Anzahl von Trommeln zusicherte mit der Verpflichtung, sie serienweise an durch hohe Pönalen gesicherten Terminen zu liefern. Auch sämtliche Material- und Garantievorschriften wurden bereits vor Bestellung der Kessel einheitlich und unmittelbar von der AEG mit den Walzwerken geregelt. Ober- und Untertrommeln haben keinerlei Nietnaht, ihre Böden sind angekümpelt. Bei ausschließlicher Verwendung geschmiedeter Trommeln wären die Kessel nicht früh genug fertig geworden. Mit aus diesem Grunde wurden für die Dampfsammler und die Untertrommeln geschweißte Hochsicherheitstrommeln von Thyssen verwendet. Die AEG schrieb vor, daß über die gesetzlichen Vorschriften hinaus bei der Bemessung der Wandstärken die auftretenden Biegungsbeanspruchungen berücksichtigt werden und daß unter Einsetzung des bei 250 °C geltenden Wertes für die Streckgrenze die Obertrommeln eine Sicherheit gegen Formänderung von 1,9 und die Untertrommeln von 1,8 haben. Die Wasserrohre sämtlicher Kessel haben denselben Krümmungshalbmesser. Sämtliche Untertrommeln sind durch Formsteine und auf der Feuerraumseite noch durch Diatomitsteine abgedeckt. Die Obertrommeln wurden einem Vorschlag der AEG entsprechend durch Torkretierung geschützt (Abb. 3) und auf ¼ bis ⅕ ihrer Länge am Dach aufgehängt, um tunlichst geringe Biegungsbeanspruchungen zu bekommen (Abb. 4).

Die Überhitzer wurden sehr reichlich bemessen und in der Kesselbreite und -tiefe in mehrere Sektionen unterteilt. Zwischen vorderer und hinterer Überhitzerhälfte wurden leicht verstellbare Zugscheidewände aus Gußeisenplatten eingehängt, um die gewünschte Überhitzung leicht einregeln zu können, falls sich die Überhitzer als zu groß herausstellen sollten. Das Kesselhausdach liegt, um die Überhitzersektionen im ganzen nach oben ausbauen zu können, und im Interesse guter Belichtung und Belüftung, rd. 6,5 m über Kesselhausdecke (Abb. 5).

Zunächst wurden nur zwei Kessel mit Ekonomisern ausgerüstet, weil die Angaben der Kesselfirmen über die erforderliche Ekonomisergröße um über 100 % voneinander abwichen. Es war daher einfacher, zunächst im Betriebe die zweckmäßigste Ekonomisergröße auszuprobieren.

Abb. 6 gibt ein schematisches Kreislaufbild des Speisewassers durch das Kraftwerk wieder. Das gesamte Speisewasser wird im geschlossenen Kreislauf von den Kondensatoren der Hauptmaschine über Mischvorwärmer *I*, den Brüdenkondensator nach dem Mischvorwärmer *II* gedrückt, von wo aus die Speisepumpen das vorgewärmte Speisewasser über den Ekonomiser wieder in die Kessel befördern. In diesen Kreislauf eingeschaltet ist die Speisewasser-Zusatzbereitung der Verdampfer. Das vom Hochbehälter kommende Rohwasser geht über den Entlüfter, Vorwärmer, Filter und wird dann von einer Pumpe in die Verdampfer gedrückt. Das Kondensat aus den Heizschlangen wird in den Mischvorwärmer *I* geführt, während das aufgedampfte Rohwasser (sogenanntes Destillat) in den Brüdenkondensator geht, wo es vom Speisewasser niedergeschlagen wird und ebenfalls in den Mischvorwärmer läuft. Ausgleichs-, Vorratsbehälter, Regler usw. schaffen die erforderliche Beweglichkeit im Speisewasserkreislauf. Zur Vorwärmung des Speisewassers dient der Anzapf- und Enddampf von drei Vorwärmeturbinen. Der Abdampf der Vorwärmemaschine von rd. 0,45 ata wird in den Mischvorwärmer *I* gegeben. Dampf von 4 ata wird zur Speisung der Destillatverdampfer und zur Vorwärmung des Speisewassers im Mischvorwärmer *II* benutzt.

Vierzehn Kessel wurden mit Luftvorwärmern der Firma R. O. Meyer, Hamburg, zwei mit Rotator-Luftvorwärmern ausgestattet.

Die Ausbildung der Warmluftkammer zwischen Feuerraumrückwand und Luftvorwärmer war infolge der stark verschiedenen Wärmedehnungen ihrer Begrenzungswände recht schwierig.

Jede Feuerung hat 10 Brenner, denen der Staub durch Schnecken zugeteilt wird. Die Einblaseluft für den Kohlenstaub wird unter Beimischung von Kaltluft der Warm-

luftkammer entnommen. Jeder Brenner ist einzeln ausschaltbar (Abb. 7). Sämtliche Feuerungen haben Kühlroste, Seitenwand- und Rückenwandkühlung (Abb. 8).

Das Kesselgerüst muß wegen seiner Höhe, der großen auflagernden Lasten und der beträchtlichen Wärmedeh-

Die Wasser- und Überhitzerrohre wurden nach Vorschriften abgenommen, die mit denen der Vereinigung der Großkesselbesitzer weitgehend übereinstimmen, aber durch einige weitere Bestimmungen ergänzt sind. Bereits auf den Walzwerken wurden 7 % der vorgelegten Rohre

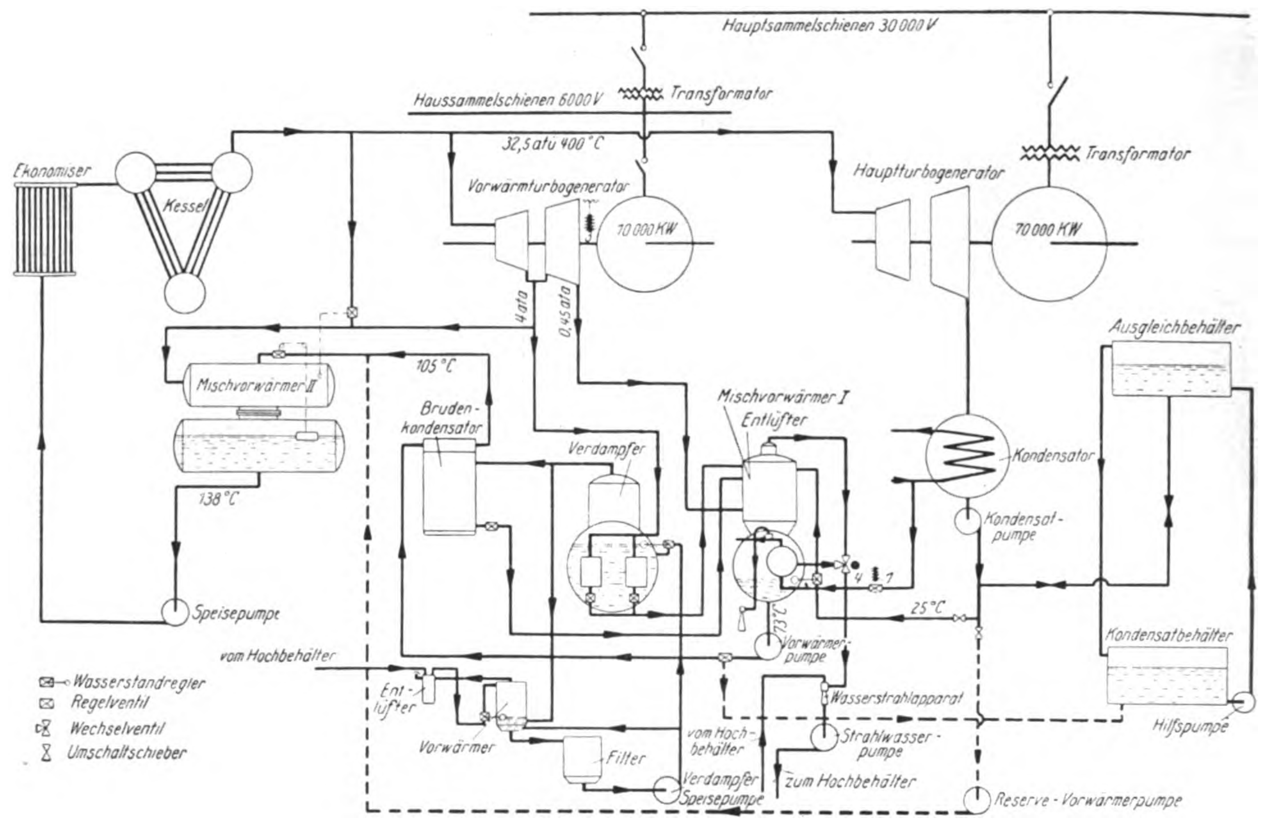
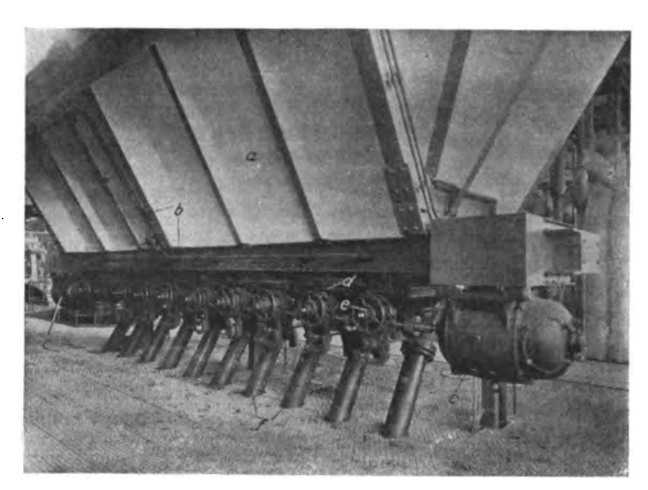


Abb. 6. Dampf- und Speisewasserkreislauf.

nungen sehr hohen Ansprüchen genügen. Es steht völlig unabhängig vom Kesselkörper auf einem Tragrost (Abb. 1, 2 und 5).

Die ganze Einmauerung wurde mit einer Isolierschicht umkleidet, um das Kesselgerüst vor zu hoher Erwärmung zu schützen und die Wärmeverluste niedrig zu halten.

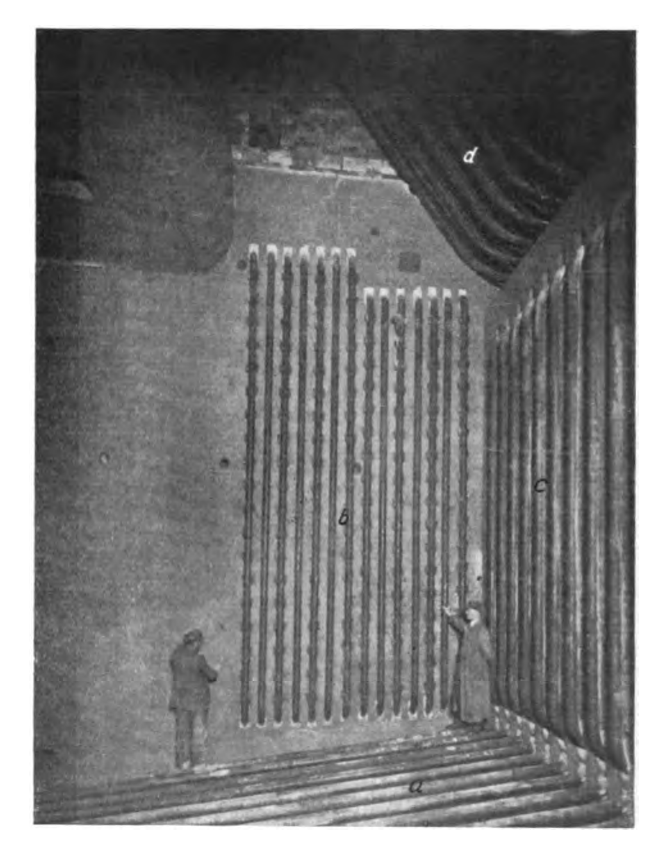


a Staubbunker
b Staubauflockerungsleitung
c Motor
d Staubabsperrschieber
e Kuppelung für die einzelnen Brenner
f Rohre zu den Brennern

Abb. 7. AEG-Staubzuteiler mit Antrieb.

Diese Isolierschicht ist unmittelbar hinter die Blechummantelung verlegt und nicht mit dem Mauerwerk im Verband vermauert, da sonst der Verband zwischen Schamottesteinen und Ziegel hätte gestört werden müssen und nicht dieselbe gute Isolierwirkung erzielt worden wäre.

Wasserohre, Bleche und fertige Trommeln wurden bei der Abnahme sehr sorgfältig geprüft.

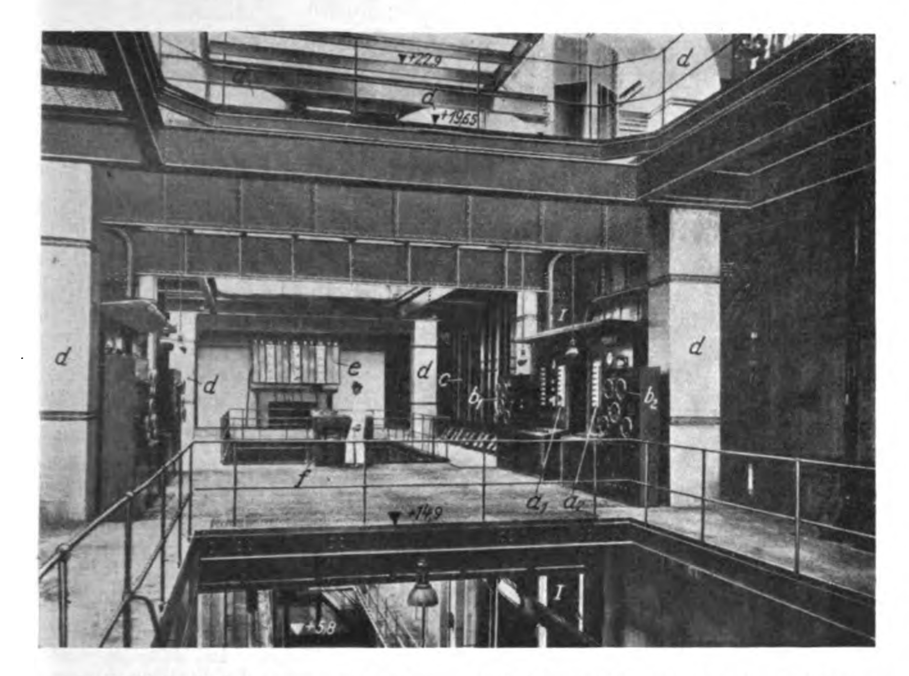


a Kühlrost
b Seitenwandkühlung
c Rückwandkühlung
d Kesselrohrbündel

Abb. 8. Kühlheizflächen in einer AEG-Feuerkammer.



als nicht den Vorschriften entsprechend zurückgewiesen. Auf der Baustelle wurden die Rohre durch Beamte der AEG vor und nach dem Einwalzen nochmals auf das peinlichste geprüft. Von insgesamt 15 000 untersuchten Rohren wurden wegen zu geringer Wandstärke 0,54 %, aus anderen Gründen 0,49 % bereits vor dem Einbau ausgeschieden. Nach oder beim Einwalzen wurden weitere 2,9 % wegen unzulässigen Unrundseins in den Biegungen, für welches sehr kleine Toleranzen vorgeschrieben waren, wegen Beschädigungen beim Einwalzen oder wegen organischer Mängel zurückgewiesen.



a_1, a_2 Tafel für Instrumente und elektrische Schalter für Kessel *I* und *II*
b_1, b_2 Tafel für mechanische Betätigungshandräder für Kessel *I* und *II*
c Kohlenstaubeinblaseleitungen
d Einblaseluftleitungen zwischen Gebläsen u. Sammelrohren für die Brenneranschlüsse
e Kommando- und Instrumententafel zum Anzeigen der Dampferzeugung der acht Kessel eines Kesselhauses
f Schreibpult mit Fernsprecher

Abb. 9. Blick auf den Stand des Kessel-Steuermannes (Bühne + 14,9).

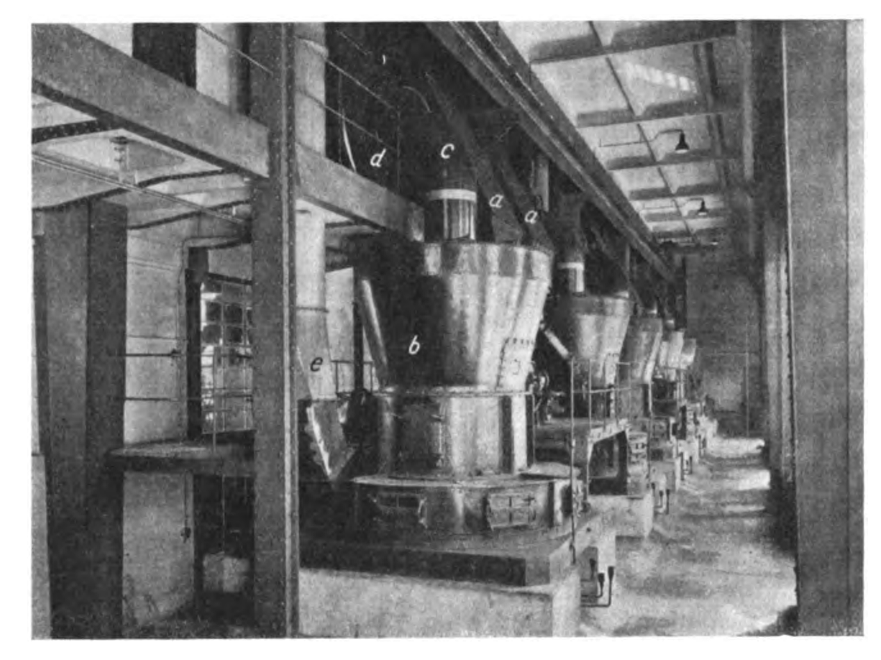
Je zwei Kessel sind mit einem gemeinsamen Blechfuchs an einen Schornstein von 3750 mm oberem lichten Durchmesser, dessen Mündung 70 m über Gelände liegt, angeschlossen. Für den späteren Einbau von Flugaschenfängern wurde über den Kesseln genügend Platz vorgesehen und das Kesselhausdach so kräftig ausgeführt, daß es ein beträchtliches Mehrgewicht tragen kann. Saugzugventilatoren und Schornsteine sind organisch zusammengebaut. Jede Saugzuganlage hat zwei Ventilatorräder, welche die Firma Fröhlich freifliegend aufkeilte und mit ihren einander zugekehrten Ansaugengen an einen zwischen ihnen befindlichen Saugkanal anschloß. Bei den Anlagen der Gesellschaft für Ventilatorzug sind die Räder mit ihren blinden Enden auf einer durchgehenden Welle gegeneinander geschoben und saugen aus zwei getrennten Kanälen an. Bei beiden Firmen kann jede Saugzuganlage wahlweise auf einen der zwei angeschlossenen Kessel geschaltet werden.

Die gesamte Asche und Schlacke wird hydraulisch in offenen, aus Beton hergestellten, im Fußboden des Aschenkellers verlegten Rinnen durch Druckwasser weggespült. Die Asche und Schlacke aus den Trichtern der Feuerräume wird durch eine vom Direktor des Werkes, Herrn Dr. W e l l m a n n, entworfene Vorrichtung, die Flugasche aus Ekonomiser und Luftvorwärmer durch Rothstein-Spülapparate abgezogen.

Die Kesselanlage wurde mit Meßinstrumenten reichlich ausgestattet, die für jeden Kessel auf einer Tafel vereinigt sind. Da ein Steuermann vier Kessel bedient, sind zwischen dem ersten und zweiten bzw. dem dritten und vierten Kessel jeder Reihe die Apparatetafeln einmal rechts und einmal links vom zugehörigen Kessel angeordnet, so daß sie symmetrisch zum Platze des Steuermannes liegen und von ihm leicht überblickt werden können (Abb. 9). Die Instrumente sitzen auf einer senkrechten Tafel, vor welcher ein kleines Schaltpult mit sämtlichen Motorenschaltern angebracht ist. Über den Schaltern sind die zugehörigen Amperemeter angeordnet. Die Kontroller der Motoren für die Saugzug-, die Verbrennungsluft- und die Einblaseluftventilatoren sowie die Zuteilschnecken der Brenner werden vom Schaltpult aus elektrisch ferngesteuert. Links auf der Apparatetafel sind die Zug- bzw. Druckmesser, bestehend aus acht in einem Rahmen vereinigten Profilinstrumenten, rechts die ebenso angeordneten Temperaturanzeiger angebracht. Im Mittelfeld der Tafel sind unten der Dampfmesser, darüber die Messer für den CO- und CO_2-Gehalt der Rauchgase und den Kesseldruck untergebracht. Die Dampfmesser haben Ferngeber, die die Anzeige auf die Instrumente der Kesseltafeln, auf ein Zentralinstrument *e* an der an das Maschinenhaus angrenzenden Stirnwand des Kesselhauses (Abb. 9) und auf ein Instrument in der Warte übertragen, von wo die Kommandos einheitlich nach dem ganzen Kraftwerk erteilt werden.

II. K o h l e n s t a u b - A u f b e r e i t u n g s a n l a g e.

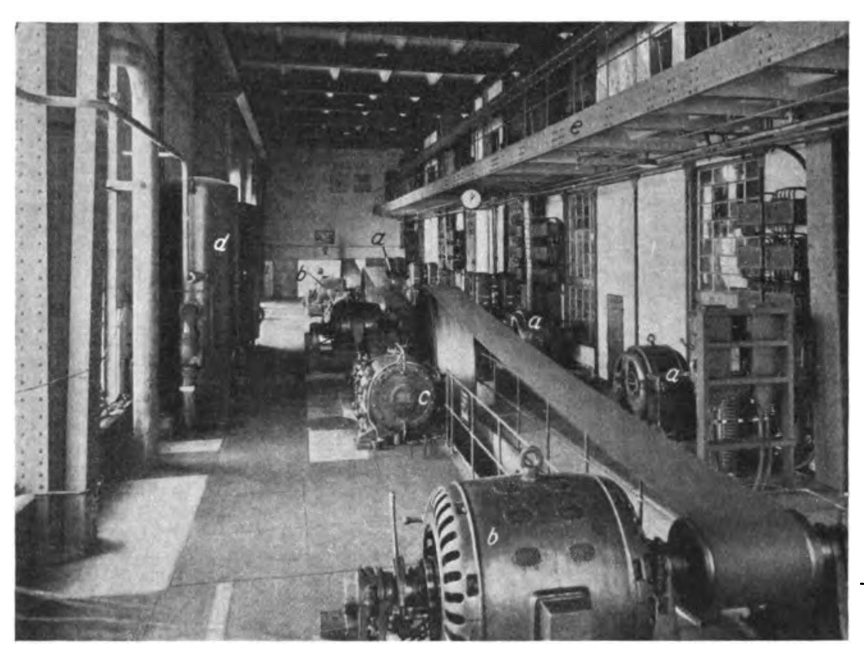
Auch für die Kohlentrocken- und Mahlanlage gab es keine deutschen Vorbilder. Sogenannte Einheitsmühlen waren im Jahre 1925 noch nicht für größere Kessel entwickelt. Da bei ihnen jedem Kessel mindestens 2 Mühlen hätten zugeordnet werden müssen, wäre die Anlage mit



a Trockenkohlenbunker der Mühlen
b Windsichter
c Mühlenabluft zum Ventilator
d Ventilator
e Mühlenrückluft vom Zyklon

Abb. 10. Mühlenraum im Aufbereitungsgebäude.





a Motoren für Mühlen
b Motoren für Kompressoren
c Kompressoren
d Windkessel
e Galerie für die Motoren der Mühlenventilatoren

Abb. 11. Kompressorenraum im Aufbereitungsgebäude.

32 Einzelmühlen recht vielgliedrig geworden. Bei einer Zentralmahlanlage kam man aber im ersten Ausbau mit 6 bis 8 Mühlen aus und brauchte bei einem Mühlenschaden nicht u. U. einen ganzen Kessel stillzulegen. Sie empfahl sich auch deshalb, weil außer den verschiedenartigsten deutschen und englischen Steinkohlen auch die Verfeuerung getrockneter Braunkohle und von Schwelkoks, und zwar mit einem Wassergehalt bis 12 % möglich sein sollte. Feuergasbeheizte Trockner kamen wegen ihres großen Platzbedarfes und ihres unsauberen Betriebes nicht in Betracht. Geheimrat Klingenberg schlug nun vor, die für Braunkohle bestens bewährten rotierenden Dampftrockner für die Trocknung von Steinkohle umzubauen. Zu diesem Zwecke führte die AEG an einem Braunkohlentrockner eingehende Versuche mit Steinkohle durch, die zeigten, in welcher Weise die Trockner umgebaut werden müssen. Ähnlich wie die ungefügen, feuergasbeheizten Trommeltrockner schieden auch die langsam laufenden Kugelmühlen ihres Platzbedarfes und anderer triftigen Gründe wegen aus. Die günstigen Eindrücke während der amerikanischen Studienreise des Verfassers veranlaßten die AEG, die Aufstellung von 6 Raymond-Pendelmühlen von je 12 t/h Leistung vorzuschlagen, die zu je 2 einem Dampftrockner von 24 t/h Leistung zugeordnet wurden.

Die Aufbereitungsanlage wurde etwa 50 m von den freien Stirnseiten der Kesselhäuser entfernt errichtet. Es bestanden zwei grundsätzlich verschiedene Anordnungsmöglichkeiten, je nachdem, ob man die Trockner oberhalb oder neben den Mühlen aufstellt. Im ersten Fall wird das Gebäude verhältnismäßig hoch, die Kohle kann aber in dauerndem Fall von den hoch gelegenen Rohkohlenbunkern durch die Trockner und durch die Mühlen fließen. Man braucht daher kein besonderes Fördermittel zwischen Trocknern und Mühlen. Im zweiten Fall wird das Gebäude erheblich niedriger und breiter, die Trockenkohle muß aber durch Elevatoren in die Einlaufbunker der Mühlen gehoben werden. Da mit überwiegend feuchter Rohkohle gerechnet werden mußte, die erst nach Trocknung gemahlen werden kann, wurde der Aufstellung der Trockner über den Mühlen der Vorzug gegeben, um an Kraftbedarf und Reparaturen der Zwischenförderer zu sparen und mit tunlichst wenig Fördermitteln auszukommen.

Der Mühlenraum, Abb. 10, ist von dem Raum, in welchem die Mühlenmotoren, die Kompressoren für die Versorgung der Kohlenstaubpumpen mit Druckluft und die Motoren für die Mühlenventilatoren aufgestellt sind (Abb. 11), durch eine Wand getrennt, damit kein Kohlenstaub eindringen kann. Sämtliche Rohkohle wird während des Transportes mit einer selbsttätigen Registrierwage gewogen.

Der Kohlenstaub gelangt von den Mühlen zu zwei Vorratsbunkern, an deren Ausläufer je zwei AEG-Kohlenstaubpumpen von je 50 t/h Leistung sitzen. Neben den Vorratsbunkern sind zwei Wägebunker aufgestellt, die gleichfalls in zwei Pumpen von derselben Leistung münden und stündlich bis zu 100 t Staub verwägen können. Nach jedem Kesselhaus führen zwei Leitungen von je 250 mm l. Dmr., die so geschaltet sind, daß je zwei Pumpen auf jedes Kesselhaus arbeiten können. Auch die Pumpen der Wägevorrichtung können auf jeden der beiden nach den Kesselhäusern führenden Stränge fördern. Der größte Förderweg beträgt rd. 250 m, die größte statische Förderhöhe rd. 35 m. In den Kesselhäusern münden die Staubleitungen

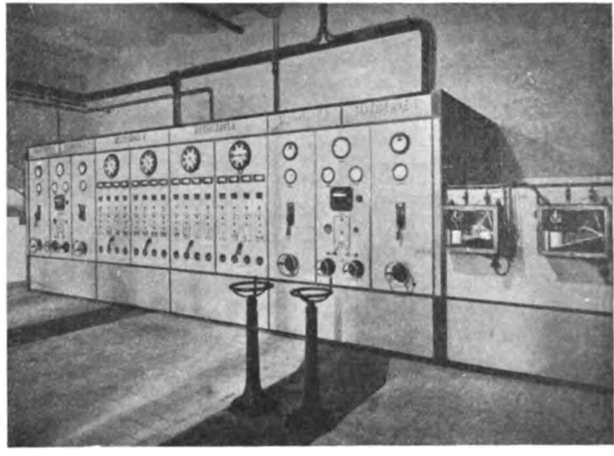


Abb. 12. Schalttafel der Kohlenstaub-Verteilungsanlage.

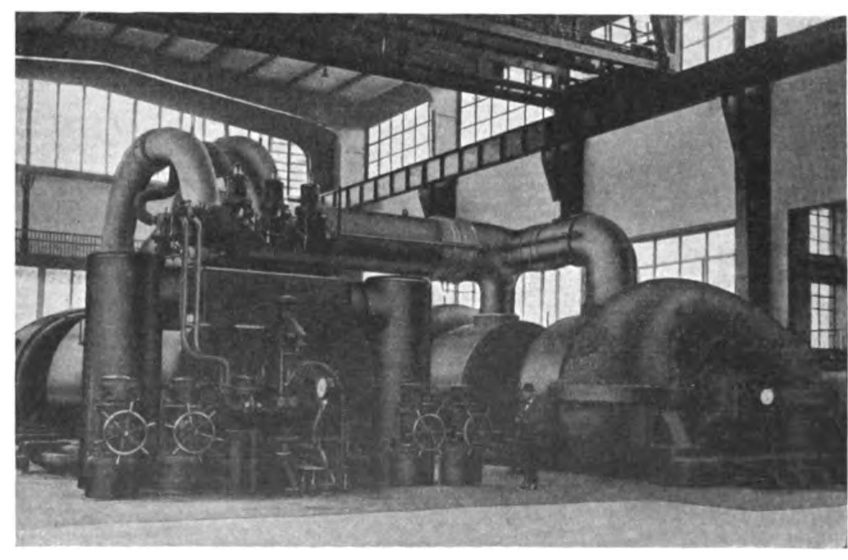


Abb. 13. Hauptturbogenerator, Turbinenseite.

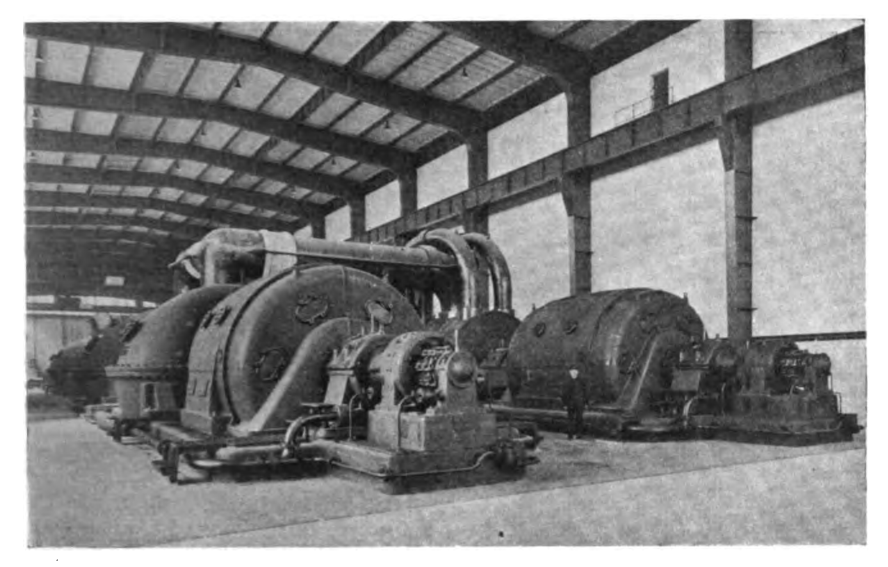
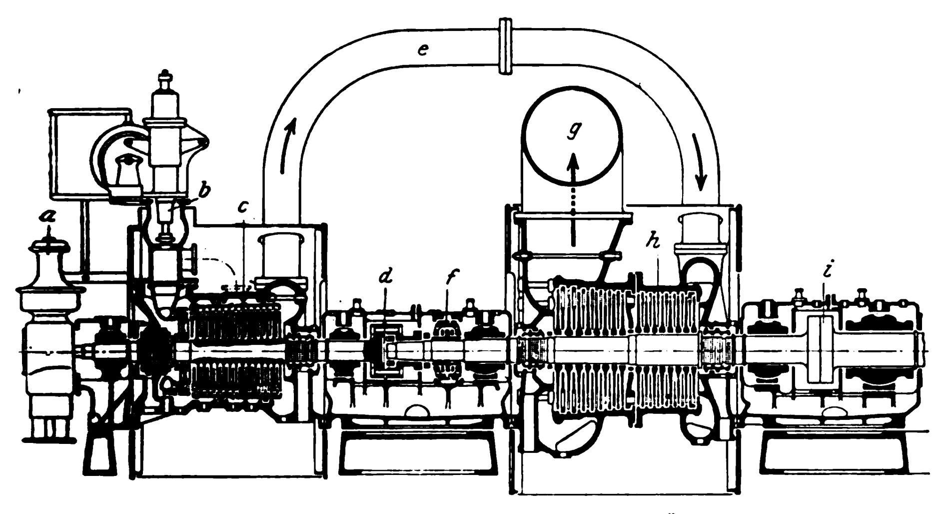
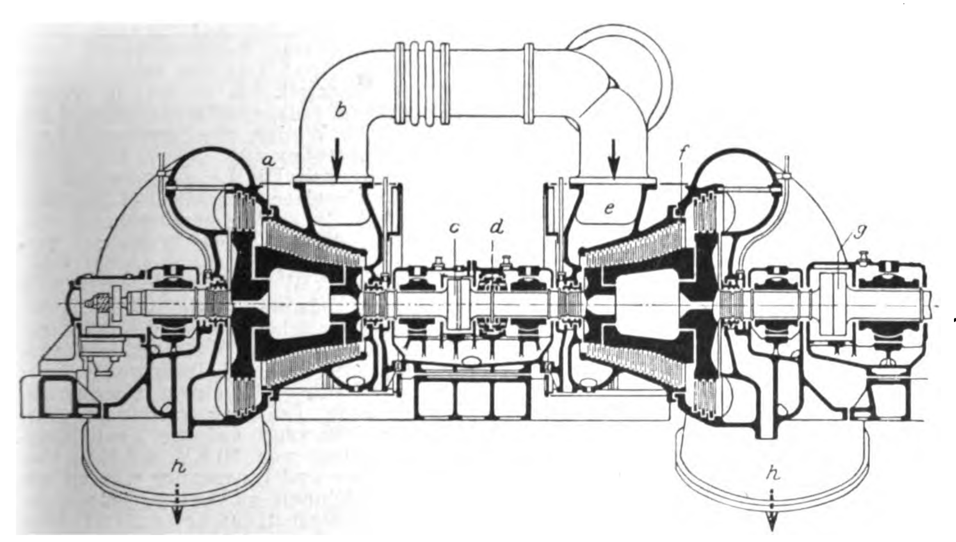


Abb. 14. Hauptturbogenerator, Generatorenseite.



a Drehzahlregler *d* starre Kuppelung *g* Überströmung z. ND-Turbine
b Frischdampfeintritt *e* Überströmung z. MD-Turbine *h* MD-Turbine
c HD-Turbine *f* Einscheiben-Drucklager *i* Dynamowelle

Abb. 15. Schnitt durch HD- und MD-Turbine (AEG).



a ND*I*-Turbine *d* Einscheiben-Drucklager *g* Dynamowelle
b Überströmung von MD-Turbine *e* Dampfeinströmung *h* Abdampf
c starre Kuppelung *f* ND*II*-Turbine

Abb. 16. Schnitt durch ND-Turbinen.

axial in Achtwegeschieber, durch welche sie auf die acht Kesselbunker geschaltet werden. Die Schaltung auf einen bestimmten Bunker wird vom Pumpenraum im Mahlgebäude aus elektrisch fernbetätigt. Vor dem Eintritt der Staubleitungen in die Kesselbunker sitzen Strömungsanzeiger, die durch Lichtsignale angeben, ob die Staubförderung richtig arbeitet.

In verschiedener Höhe der Staubbunker angebrachte, gleichfalls elektrisch betätigte Staubstandanzeiger zeigen den Füllungsgrad an. Sämtliche Fernanzeigeinstrumente der gesamten Kohlenstaubtransportanlage wie Stand der Achtwegeschieber in den Kesselhäusern, Signallampen der Strömungsanzeiger, der Staubstandanzeiger der Bunker in den Kesselhäusern und über den Staubpumpen, der elektrische Temperaturanzeiger in den Bunkern usw. sind mit den zugehörigen Betätigungschaltern und Handrädern übersichtlich auf einer großen Schalttafel im Pumpenraum vereinigt, von wo aus die ganze Anlage von einem einzigen Mann überwacht und betätigt werden kann (Abb. 12).

III. Die Hauptturbinen.

Jede der drei Hauptturbinen (Abb. 13 u. 14) ist für 1500 Umdr./min als Dreifach-Expansionsmaschine mit doppeltem ND-Teil, und zwar parallelen Wellen ausgelegt. HD- und MD-Turbine auf der einen und die beiden ND-Turbinen auf der anderen Welle sind mit je einem Generator von 44 000 kVA unmittelbar gekuppelt. Die Gesamtleistung von 80 000 kW bei doppeltem Auslaß und einer Luftleere von 96 % stellt gegenwärtig die Grenzleistung für 1500 Umdr./min dar.

Die Turbine hat bei einer $\Sigma u^2 = 830\,000$ eine Güteziffer von rd. 3000 und arbeitet bei Vollast mit einem Wirkungsgrad von rd. 86 % an der Kuppelung. Die erste HD-Stufe ist ein zweikränziges Geschwindigkeitsrad; der Rest des HD-Teiles und die MD-Turbine besitzen Scheibenaufbau mit Gleichdruckbeschaufelung (Abb. 15). Die ND-Läufer sind als Überdrucktrommeln ausgebildet (Abb. 16). Um den durch den Dampf hervorgerufenen Axialdruck auszugleichen, werden die HD- und MD-Turbinen einerseits und die ND-Turbinen anderseits vom Dampf in entgegengesetzter Richtung durchströmt, so daß das HD-Drucklager nahezu, das ND-Drucklager vollkommen unbelastet ist.

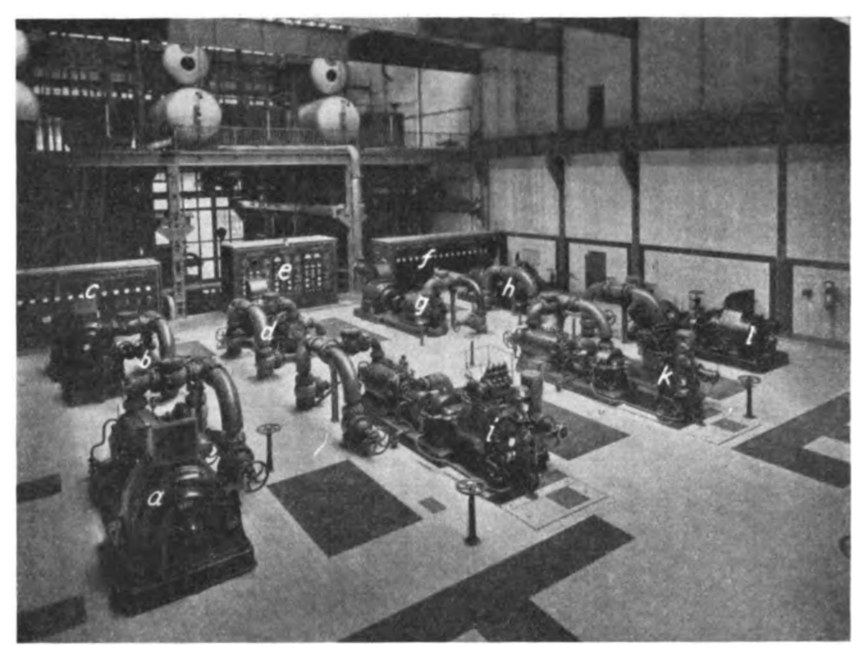
Der Frischdampf strömt der HD-Turbine in zwei Leitungen zu, damit sich der Dampf auf die Einlaß-



organe gleichmäßig verteilt und das Turbinengehäuse durch den Rohrleitungschub nicht unsymmetrisch beansprucht wird. Die Überströmleitung von der HD- zur MD-Turbine befindet sich an der oberen Gehäusehälfte. Der Abdampf der MD-Turbine strömt zunächst in einem Rohr nach der ND-Seite und verteilt sich erst dort auf die beiden ND-Turbinen. Auch diese Leitungen sind über Flur angeordnet.

Die vier Teilturbinen, HD- und MD-Turbinen auf der einen, die beiden ND-Turbinen auf der anderen Seite sind hintereinandergeschaltet, die Generatoren elektrisch gekuppelt. Nur die Frischdampf-Einströmung zur HD-Turbine wird geregelt. Der Druck vor dem ND-Teil ist so gewählt, daß die Nutzgefälle beider Turbinenteile und damit die Leistungen der beiden Wellenstränge bei Vollast gleich sind. In Zwischenpunkten verteilt sich die Leistung auf die HD- und ND-Seite entsprechend der Gesamtleistung.

Abb. 17 zeigt einen Blick auf die Speisepumpen- und Vorwärmeanlage.



a, b, d, g, h, l elektrisch angetriebene Kesselspeisepumpen
i, k dampfangetriebene Kesselspeisepumpen
c, f Schalttafeln für die Kesselspeisepumpen und die Hilfsbetriebe der Vorwärmeanlage
e Überwachungstafel der Vorwärmeanlage

Abb. 17. Kesselspeisepumpen und Speisewasser-Aufbereitungsanlage.

II.

Elektrischer Teil.

Von Dr.-Ing. E. h. **H. Probst**, Berlin.

Der Aufbau des elektrischen Teiles ist nach dem einphasig gezeichneten und in Abb. 1 dargestellten Schaltbild erfolgt.

Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, sind die 30 kV-Doppelsammelschienen des ersten Ausbaus in drei Abschnitte zerlegt, die über Ölschalter und Reaktanzspulen miteinander verbunden werden können.

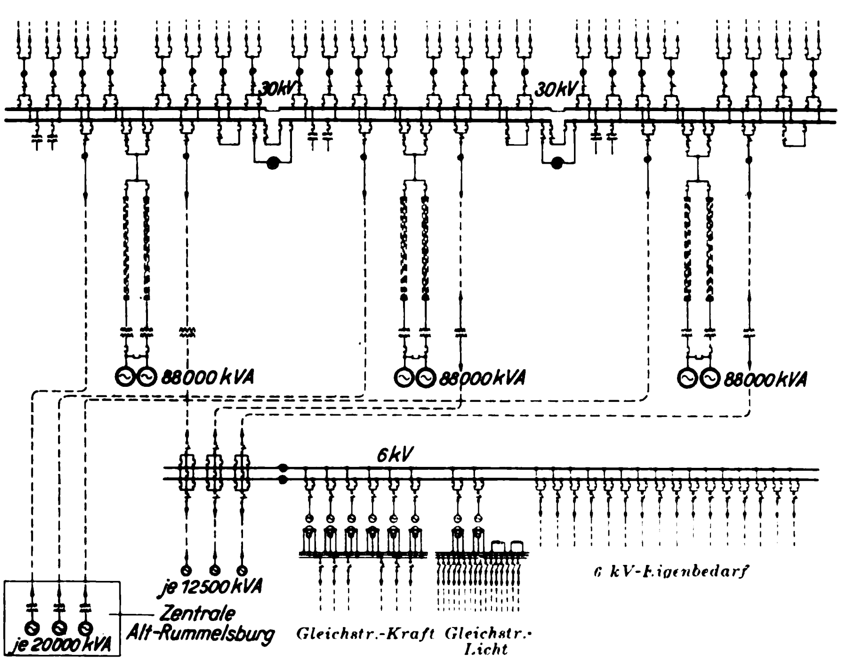


Abb. 1. Einphasiges Gesamtschaltbild.

Auf jedem Abschnitt arbeiten folgende Turbinen:
1 Hauptturbinensatz von 88 000 kVA Leistung,
1 Vorwärmeturbine „ 12 500 „ „ sowie
1 Turbine „ 20 000 „ „ ,
die im alten Kraftwerk steht und später von der neuen Schaltanlage aus gesteuert werden soll. Auf jeden Sammelschienenabschnitt arbeiten demnach drei Turbinen mit einer Gesamtleistung von rd. 120 000 kVA.

Die Auslegung der Dampfturbinen des Hauptsatzes mit zwei Wellen, eine für den Hoch- und Mitteldruck- und eine für den Niederdruckteil, ist so durchgeführt, daß die Leistungsverteilung auf die beiden Wellen zwei austauschbare Generatoren für jeden Turbinensatz ergab. Die Leistung beträgt für den einzelnen Generator 44 500 kVA (Abb. 2 u. 3), entsprechend der Gesamtleistung der Turbine von 80 000 kW bei $\cos \varphi = 0,9$ oder 70 000 kW bei $\cos \varphi = 0,8$ und 1500 Umdr./min. Dabei ist die Spannung zwischen 6000 und 6600 V regelbar. Ohne Zwischenschaltung irgendwelcher Schaltorgane ist jeder Generator mit einem Umspanner gleicher Leistung verbunden, der die Spannung auf die Verteilungsspannung von 30 kV erhöht. Generator und Umspanner werden als eine Einheit angesehen, jedoch ist dafür gesorgt, daß der Ausfall eines der beiden zu einem Turbinensatz gehörigen Transformatoren keinen Stillstand des ganzen Satzes, sondern nur eine Leistungsverminderung zur Folge hat. Durch Verbindungschienen auf der 6000 V-

Seite kann nämlich auch eine Parallelschaltung der beiden Generatoren derart herbeigeführt werden, daß sie über einen der beiden Transformatoren weiterarbeiten können. Die Nullpunktsenden gleichnamiger Statorphasen sind fest miteinander verbunden und über Stromwandler zu einem gemeinsamen Nullpunkt geführt,

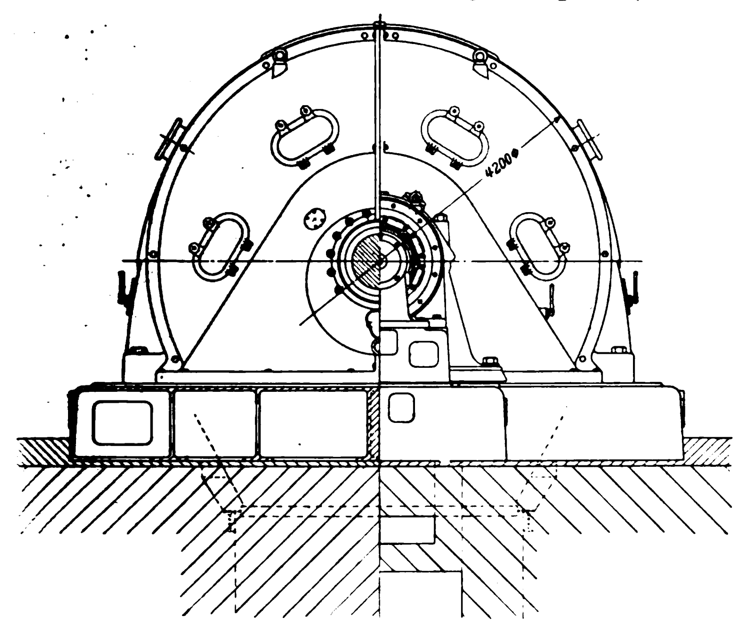


Abb. 2. Stirnansicht eines 44 500 kVA-Generators.

der über einen gemeinsamen Nullpunktwiderstand und Stromwandler an Erde gelegt ist. Jeder Generator besitzt seine eigene Erregermaschine von 220 V Betriebspannung, kann jedoch auch mit Hilfe eines Drehstrom-Gleichstromumformers fremd erregt werden, und zwar wird diese Fremderregung nicht nur als Reserve für die Eigenerregung betrachtet, sondern betriebsmäßig für die Zwecke des Hochfahrens eines Satzes angewendet. Da nämlich der Niederdruckteil der Turbine bekanntlich beim Anfahren ein wesentlich niedrigeres Drehmoment entwickelt als der Hochdruckteil, so ist für das synchrone Hochfahren von Zweiwellensätzen Fremderregung der beiden Generatoren erforderlich. Etwa ⅓ der für Vollast nötigen Erregerstromstärke reicht hin, um die beiden Hälften ohne Pendelungen aus dem Stillstand auf volle Drehzahl zu bringen. Nachdem diese erreicht ist, wird die Eigenerregung der Fremderregung hinzugeschaltet, die letztere fortgenommen und gleichzeitig eine Trennung der Erregermaschinen voneinander bewirkt. Zur Leistung der Einzelgeneratoren ist zu bemerken, daß sie zwar zur Zeit die größten in Deutschland arbeitenden Maschinen für 1500 Umdr./min darstellen, daß sie jedoch von der für Maschinen dieser Drehzahl zur Zeit erreichbaren Grenzleistung noch weit entfernt sind.

Generatoren dieser Größe lassen sich noch in Hälften transportfähig herstellen, so daß nur die Evolventenbügel der aus Stäben und Bügeln bestehenden Wicklung im Kraftwerk angesetzt zu werden brauchten. Die je eine Nut füllenden Stäbe bestehen aus einer großen Zahl nach dem AEG-System miteinander verschränkter Teilleiter und einer 4 mm starken Mikanitumpressung. Die Evolventenbügel sind massiv ausgeführt, wobei durch Parallelschaltung von Wicklungszweigen dafür gesorgt ist, daß ihr Querschnitt in mäßigen Grenzen bleibt. Die gewählte Stabbügelwicklung mit Versteifungstücken aus Bronze und Haltekämmen am Austritt der Stäbe aus den Nuten besitzt den Vorteil einer außerordentlich hohen mechanischen Festigkeit, verbunden mit Zugänglichkeit aller Teile.

Die Rotoren zeigen eine Trommelkonstruktion, bei der das Hauptschmiedestück eine glatte, auf einen Dorn geschmiedete Trommel ist, die auch in großen Abmessungen gut durchgeschmiedet und daher mit voller Zuverlässigkeit hergestellt werden kann. Die Wellenstümpfe sind beiderseits mit Schrumpf- und Bolzenbefestigung eingesetzt. Die Wandstärke der Trommel ist mäßig, weil die Zähne, der bekannten AEG-Bauart entsprechend, nicht aus dem Vollen gefräst, sondern als Stahlblechpakete eingesetzt sind. Dementsprechend konnten die Spulen vor dem Einbringen gewickelt, hart gepreßt und fertig isoliert werden. Die Spulenenden liegen auf Unterlagen der Wellenstümpfe auf und sind durch Stahldrahtbandagen verankert. Die Schleifringe liegen symmetrisch auf beiden Seiten der Maschine zwischen Lager und Schutzkappe, und die Bürstenkonstruktion ist mit Rücksicht auf leichte Zugänglichkeit aller Teile durchgebildet. Die fertigen Induktoren wurden vor dem Versand eine halbe Stunde lang mit dem 1,3fachen der Nenndrehzahl geschleudert.

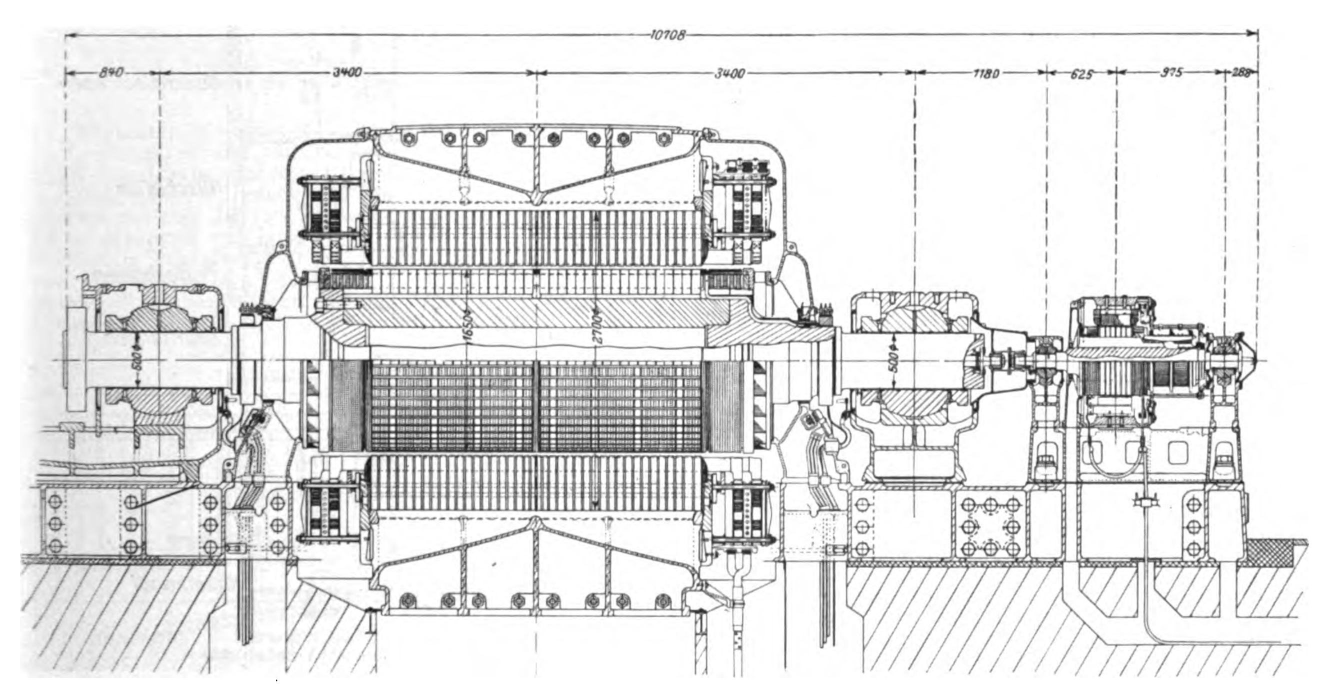


Abb. 3. Längsschnitt durch den 44 500 kVA-Generator nebst Erregermaschine.

Die sonst vielfach übliche freitragende Anordnung des Erregerankers ist hier verlassen. Vielmehr bildet die Erregermaschine eine unabhängige zweilagerige Einheit, die mit der Generatorwelle durch eine halbstarre Kuppelung

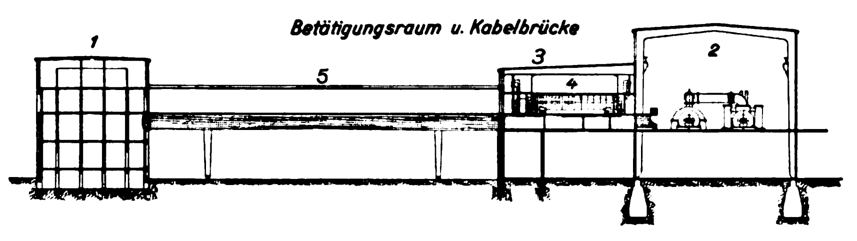


verbunden ist, um einen möglichst ruhigen Lauf des Kommutators zu erreichen. Die Kühlluft wird mit zwei unmittelbar am Induktor angebauten Ventilatoren dem Stator zugeführt, und zwar beträgt die Kühlluftmenge für jeden Generator etwa 36 m³/s. Sie bestreicht in parallelen Kreisen die Rotorwicklung, den Luftspalt zwischen Stator und Rotor sowie vom Statorrücken her die Luftschlitze und die Statorwicklungen. Die erwärmte Luft wird je zwei voneinander unabhängigen Kühlern zur Rückkühlung auf etwa 30° zugeführt. Die unterhalb der Generatoren aufgestellten Kühler verwenden nicht das Kondensat, sondern ausschließlich Kaltwasser als Kühlmittel, so daß die Anzahl der hintereinander geschalteten Kühlerelemente auf vier beschränkt bleiben konnte. Dabei ist es möglich, jedes der Elemente einzeln abzuschalten und nötigenfalls im Betrieb zu reinigen, wobei die volle Generatorleistung aufrecht erhalten werden kann. Die Anordnung der Ventile ist so getroffen, daß sie außerhalb des Luftkreises liegen und somit jederzeit zugänglich sind. Die Überwachungstafel des Kühlers gestattet die dauernde Kontrolle der Warm- und Kaltlufttemperaturen sowie der Kühlwassermenge und seiner Temperatur. Die im Gesamtkreislauf eingeschlossene Luftmenge ist möglichst klein gehalten, damit ein etwa entstehender Brand in kürzester Zeit zum Erlöschen kommt. Im Falle einer Gefahr kann jedoch schon vor Eintritt eines Brandes die eingeschlossene Luft durch Kohlensäure ersetzt werden. Hierzu dient eine Zentral-Kohlensäurelöscheinrichtung, welche so ausgelegt ist, daß alle Generatoren- und Transformatorenkammern unter Kohlensäure gesetzt werden können. Im Falle des Auftretens eines Wicklungsfehlers im Generator wird durch den vorgesehenen Relaisschutz, bestehend aus Differential- und Erdschlußrelais, eine sofortige Abschaltung und Entregung beider Generatoren bewirkt. Für die Entregung sind selbsttätig einschaltbare Widerstände sowohl für den Induktorkreis der Generatoren wie für den Nebenschlußkreis der Erregermaschine vorgesehen, welche gleichzeitig in Tätigkeit treten. Der Differentialschutz umfaßt jeweils die Generatorwicklung und den zugehörigen Umspanner, der Erdschlußschutz den gesamten Niedervoltkreis. Zu jedem Hauptturbinensatz gehört eine Vorwärmeturbine für 3000 Umdrehungen und 10000 kW, die mit einem normalen zweipoligen Turbogenerator dieser Leistung gekuppelt ist. Die Konstruktion des letzteren entspricht der üblichen Ausführung und bedarf daher keiner weiteren Beschreibung.

Die beiden 44000 kVA-Transformatoren eines Hauptmaschinensatzes werden also nur auf der 30 kV-Seite parallel geschaltet und arbeiten dann als eine Einheit, mit den beschriebenen Schutzvorrichtungen ausgerüstet, über einen gemeinsamen Ölschalter auf die 30 kV-Sammelschienen. Jeder Hauptturbinensatz hat zwei Ölschalter erhalten, wovon der eine als Reserveschalter zu betrachten ist. Diese Reserve ist deshalb gewählt, damit die großen Maschineneinheiten, die für die Grundlast bestimmt sind, nicht der Kontrolle eines Ölschalters wegen stillgesetzt werden müssen. Die Vorwärmeturbinen von 12500 kVA arbeiten entweder auf die in Abb. 1 unten dargestellten 6 kV-Sammelschienen, oder über einen Transformator gleicher Leistung direkt auf die 30 kV-Sammelschienen. Damit die für den Eigenbedarf des Kraftwerkes bestimmten 6 kV-Sammelschienen durch eine Störung im 30 kV-Netz nicht beeinflußt werden, erfolgt die selbsttätige Abschaltung dieser Transformatoren, wenn die Spannung der 30 kV-Sammelschienen um einen bestimmten Betrag sinkt. Die eben erwähnten Transformatoren besitzen eine Eigenreaktanz von 10 % und haben außerdem eine äußere Reaktanz von 5 % erhalten. In jede 6 kV-Sammelschiene ist eine Reaktanzspule eingeschaltet, welche die abgehenden 6 kV-Kabel vor zu starken Kurzschlußströmen schützt.

Die in der Abb. 1 unten links sichtbaren Maschinen des alten Kraftwerks arbeiten über Transformatoren direkt auf die 30 kV-Sammelschienen.

Von jedem Sammelschienenabschnitt führen 8 Drehstromabzweige den 30 kV-Strom in die Umspannwerke der Stadt Berlin. Jeder von diesen Abzweigen ist für eine Belastung von 15000 kVA bestimmt. Um diese Leistung übertragen zu können, werden 2 Drehstromkabel parallel geschaltet, die über Trennschalter, Stromwandler sowie über 5prozentige Reaktanzspulen und über einen gemeinsamen Ölschalter an die Sammelschienen angeschlossen werden.



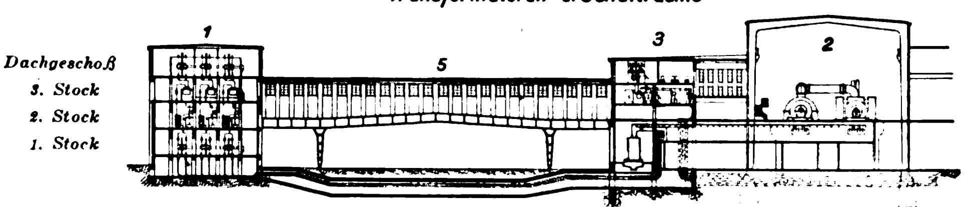


Abb. 4. Querschnitte durch Maschinenhaus und Schalthäuser.

Den Querschnitt durch die Schaltanlage und das Maschinenhaus zeigt Abb. 4. Man sieht in dieser Abbildung links, mit *1* bezeichnet, das 30 kV-Schalthaus und rechts, mit *2* bezeichnet, das Maschinenhaus mit den mit *3* bezeichneten Anbauten für Transformatoren und für die 6000 V-Schaltanlage des Kraftwerkes. Zwischen dem Schalthaus und dem Maschinenhaus liegt die Cöpenicker Chaussee.

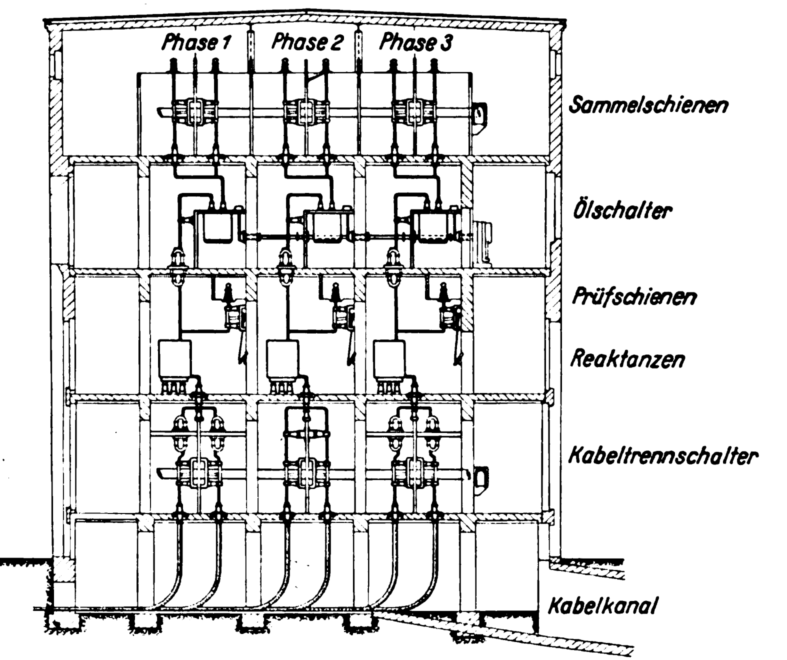


Abb. 5. Querschnitt durch das 30 kV-Schalthaus

Das 30 kV-Schalthaus näher an das Maschinenhaus, also an die andere Seite der Straße zu stellen, war nicht möglich, weil das Hauptgrundstück, das zwischen der Reichsbahn und der Cöpenicker Chaussee liegt, nicht breit genug war.

Der Betätigungsraum befindet sich, wie aus dem oberen Querschnitt rechts — mit *4* bezeichnet — ersichtlich, an der Längsseite des Maschinenhauses. In der Höhe

des Fußbodens dieses Betätigungsraumes führt eine Brücke 8 über die Cöpenicker Chaussee, die eine Verbindung zwischen dem Betätigungsraum und dem Schalthaus darstellt. In dem unteren Teil dieser Brücke liegen die Meß- und Betätigungskabel, die zwischen dem 30 kV-Haus und dem Kommandoraum verlegt werden mußten.

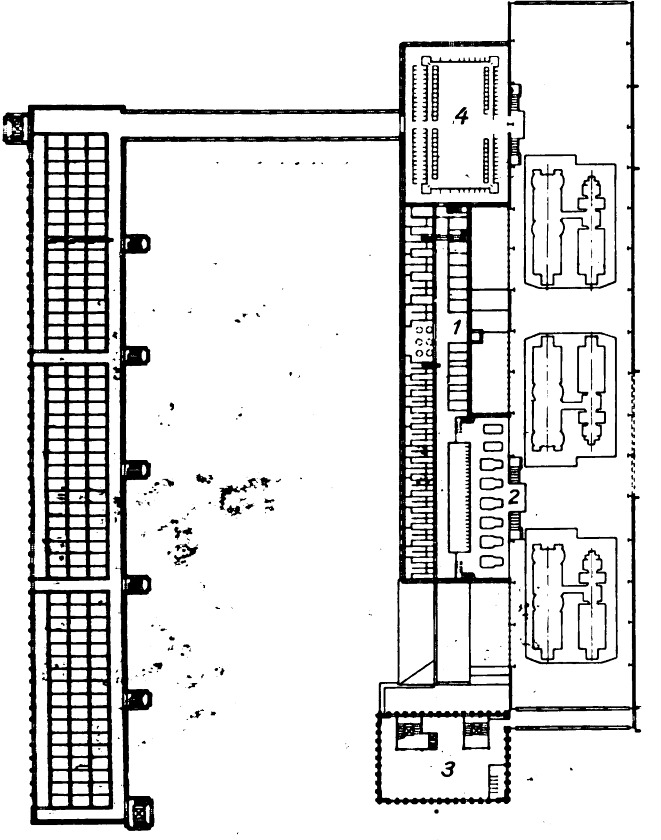


Abb. 6. Grundriß des Maschinenhauses mit Vorbauten und des 30 kV-Schalthauses.

Verfolgen wir jetzt im unteren Querschnitt der Abb. 4 die Leitungsführung von den Generatorenklemmen bis zum 30 kV-Schalthaus, dann ergibt sich folgendes Bild:

Unter der Kellerdecke des rechts stehenden Maschinenhauses entlang führen die vom Generator kommenden 6 kV-Leitungen, auf Isolatoren verlegt, direkt zu der links stehenden Transformatorenkammer. Von dieser Kammer aus führen die 30 kV-Kabel, die einphasig verlegt sind, durch einen begehbaren Tunnel unter der Cöpenicker Chaussee hindurch zum 30 kV-Schalthaus.

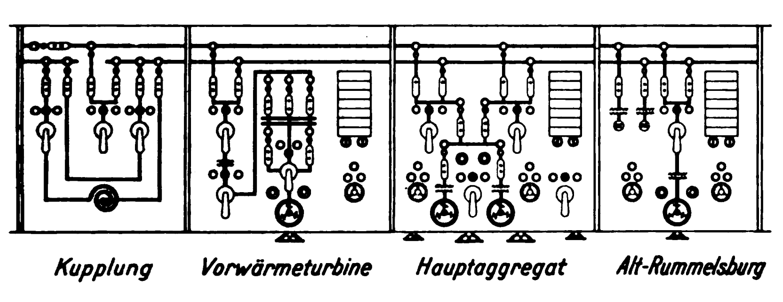


Abb. 7. Schaltpult für eine Maschinengruppe.

Jede Hauptturbinengruppe erhielt einen besonderen Kanal, so daß also im ersten Ausbau 3 Kanäle unter der Straße liegen.

Aus der Abb. 5 geht hervor, daß für den Aufbau des 30 kV-Schalthauses außer dem Kellerraum 4 Stockwerke erforderlich sind. Im ersten Stock sitzen die Kabel-Trennschalter und Endverschlüsse, die für die 30 kV-Kabel gebraucht wurden. Im zweiten Stock stehen die Reaktanzspulen. Außerdem ist in diesem Stockwerk noch eine Kabel-Prüfsammelschiene mit den erforderlichen Trennschaltern untergebracht. Im dritten Stockwerk haben die Ölschalter und im Dachgeschoß die Sammelschienen ihren Platz gefunden.

Der mehrstöckige Aufbau des 30 kV-Schalthauses war im vorliegenden Falle notwendig, weil das an der Spreeseite liegende Grundstück in der Tiefe nicht weiter bebaut werden durfte. Eine zweistöckige Anordnung konnte daher nicht in Frage kommen. Durch die Fernbetätigung nicht nur der Ölschalter, sondern auch der Trennschalter können jedoch von dem Betätigungsraum aus sämtliche Umschaltungen leicht vorgenommen werden, d. h. ein Betreten des Hochspannungsraumes ist bei Schaltvorgängen nicht erforderlich.

Bestimmend für den Raumbedarf des 30 kV-Schalthauses waren in erster Linie die Reaktanzspulen. Diese erfordern für ein Schaltfeld in der Grundfläche wesentlich mehr Platz als ein Ölschalter in der bisher üblichen Aufstellungsart. Um nun eine günstige Leitungsführung zu erzielen, wurden die drei Elemente eines Ölschalters nicht wie bisher üblich, nebeneinander, sondern hintereinander aufgestellt, wie unten aus dem Grundriß (Abb. 6) am besten ersichtlich ist. Die Hochspannungsapparate der einzelnen Phasen bilden vom Kabelendverschluß ab bis zu den Sammelschienen-Trennschaltern eine vertikale Linie.

Es handelt sich bei diesem Aufbau aber nicht etwa um eine Phasentrennung in der bekannten Ausführungsart; denn es befinden sich in diesem Schalthaus die einphasigen Ölschalter eines Stromkreises nicht nur in einer Kammer, sondern auch mit dem zugehörigen Antriebsmechanismus auf dem gleichen Flur. Alle Ölschalterantriebe befinden sich in dem rechts sichtbaren Bedienungsgang, während der Rauchabzug aus der Kammer in den links sichtbaren Gang stattfindet.

Aus dem Grundriß Abb. 6 geht hervor, daß der Betätigungsraum oben links an der mit 4 bezeichneten Stelle, und zwar an jenem Ende des Maschinenhauses liegt, an dem später die Erweiterung erfolgt. Bei vollem Ausbau würde der Kommandoraum sich demnach in der Mitte des Maschinenhauses befinden. Wo in der Abb. 6 die Zahl 1 steht, befindet sich die 6 kV-Anlage, und wo die Zahl 2 angegeben ist, die Gleichstromanlage. Die Zahl 3 bezeichnet die Stelle, an der das Verwaltungsgebäude als Hochhaus errichtet ist.

Mit Rücksicht auf die große Leistung, die jeder Drehstromabzweig auf der 30 kV-Seite überträgt, erhält außer den üblichen Schutzapparaten jede Phase ein Amperemeter.

Oben auf den für jede Kabelabzweiggruppe bestimmten Tafeln sitzen die Voltmeter als große und darunter alle Leistungsanzeiger als kleine Instrumente. Darunter sind die markierten 30 kV-Sammelschienen mit den Signallampen montiert, und es folgen nach unten die Kontaktgeber für die an den Sammelschienen sitzenden Trennschalter, die drei Amperemeter in Profilform für jeden Abzweig, die Kommandogeber für die Ölschalter, die Signalrelais und die Kontaktgeber für die Kabeltrennschalter. Alle diese Teile sind in der Form eines Schaltbildes übersichtlich gruppiert und daher sehr leicht zu verfolgen. Schauzeichen gelangten nicht zur Anwendung.

Die zum Einbau gelangten Systemlampen, welche die Einschaltstellung markieren, haben einen größeren Durchmesser als diejenigen Lampen, welche die Ausschaltstellung anzeigen. Außerdem sind sämtliche Einschaltlampen und sämtliche Ausschaltlampen in zwei horizontalen Linien montiert, so daß die Übersicht wesentlich erhöht wird gegenüber derjenigen Anordnung, die bis jetzt im Gebrauch war. Dadurch, daß man für die Ein- und Ausschaltlampen verschiedenen Durchmesser wählt, kann man eine Farbe verwenden, und es können sich daher auch farbenblinde Wärter nicht irren.

Bei der Ausbildung der Generatorenfelder für den Hauptturbinensatz war folgendes zu beachten:

Man wünschte jede Phase eines 44 000 kVA-Generators durch ein Amperemeter zu kontrollieren, und da nun jeder Hauptsatz aus 2 Generatoren besteht, bedeutete dieser Wunsch nichts anderes, als daß 6 Amperemeter für jedes Feld eines Hauptsatzes einzubauen waren, d. h. also an Amperemetern allein soviel Instrumente, wie sonst ein normales Generatorenfeld im ganzen als Kontrollapparate erhält. Da außer der Gesamtmessung noch jeder Generator



1 Kilowattmesser erhalten sollte, waren außer den 6 Amperemetern noch 3 Wattmeter unterzubringen. Hierzu waren, weil jeder Generator auch eine eigene Erregermaschine besitzt, 4 Erregerinstrumente erforderlich, abgesehen von den üblichen Blindkilowattmetern und Voltmetern, d. h. also jedes Feld des Hauptsatzes mußte statt der sonst üblichen 6 in diesem Falle 15 Meßinstrumente erhalten.



Abb. 8. Gesamtansicht der ausgebauten Hälfte des Betätigungsraumes.

Die zuerst unter Benutzung von nur runden Instrumenten gedachte Gruppierung wurde fallen gelassen. Es gelangte eine Anordnung zur Ausführung, bei der sich in der untersten Reihe die Instrumente runder Form für die beiden Erregermaschinen befinden. In der darüber liegenden Reihe sitzen die 6 Amperemeter für die beiden Generatoren, in Profilform ausgeführt. In der dritten — also mittleren — Reihe befinden sich 3 Kilowattmesser, wobei das große Instrument die Gesamtlast beider Generatoren angibt, während die beiden kleinen Instrumente die Leistung jedes 44 000 kV-Generators anzeigen. Die beiden oberen Instrumente sind die Blindkilowatt-Anzeiger und Voltmeter.

Diese Art der Einstellung erstreckt sich über die ganze Anlage, soweit die Maschinen und Kuppelungsfelder in Betracht kommen. Trotz der zahlreichen Instrumente ist es gelungen, die Gruppierung so vorzunehmen, daß die typische AEG-Anordnung wieder zur Geltung kam, bei der sich die Instrumente gleicher Art in einer horizontalen Linie befinden.

Jede der drei Maschinengruppen des ersten Ausbaus besteht aus 4 Feldern, und zwar sitzen im ersten Feld links die Apparate für die Kuppelung der Sammelschienen. Im zweiten Feld befinden sich die Instrumente für die Vorwärmeturbine und ihren Transformator. Im dritten Feld sind die Apparate des 88 000 kVA-Satzes montiert, während das vierte Feld die Instrumente für die im alten Kraftwerk stehende Turbine aufnimmt. Die Instrumententafel baut sich also in derselben Weise auf wie das einphasige Schaltbild. Vor diesen Instrumententafeln stehen die Schaltpulte (Abb. 7), auf denen das Schaltbild und sämtliche Apparate montiert wurden, die für die Bedienung der Maschinen und elektrische Apparate erforderlich sind. Auf den Schaltpulten selbst sitzen keine Instrumente. Die Relais, Zähler und registrierenden Instrumente sind auf Marmortafeln untergebracht, die hinter der Meßinstrumententafel bzw. in einem darüberliegenden Raume aufgestellt wurden.

Die verschiedenen im Betätigungsraum aufgestellten Schalttafeln (Abb. 8) wurden in der Form eines Rechtecks montiert. Auf der einen Längsseite dieses Rechtecks, dem Schalthaus am nächsten, stehen die Meßinstrumententafeln, die für die Regulierung des elektrischen Teiles des Kraftwerkes erforderlich sind. Auf der gegenüberliegenden Seite sind die Meßinstrumententafeln für die Regulierung und Überwachung des Dampfteiles des Kraftwerkes aufgestellt.

Auf den beiden schmäleren Seiten des Rechtecks stehen die Marmortafeln mit den Schnellreglern und den Apparaten für die abgehenden 30 kV-Kabel. Weil der Dampfteil des Kraftwerkes ebenfalls im Betätigungsraum untergebracht werden sollte, wurde die projektierte Ausführungsart des Kommandoraumes — ähnlich derjenigen im Kraftwerk Moabit — fallen gelassen. Die für jeden Hauptturbinensatz erforderlichen zahlreichen Meßinstrumente, Kommandogeber, Signallampen haben auch eine entsprechende Anzahl Meßleitungen im Gefolge. Trotzdem ist es gelungen, diese Leitungen so zu verlegen und so zu gruppieren, daß die Übersichtlichkeit nicht mehr übertroffen werden kann.

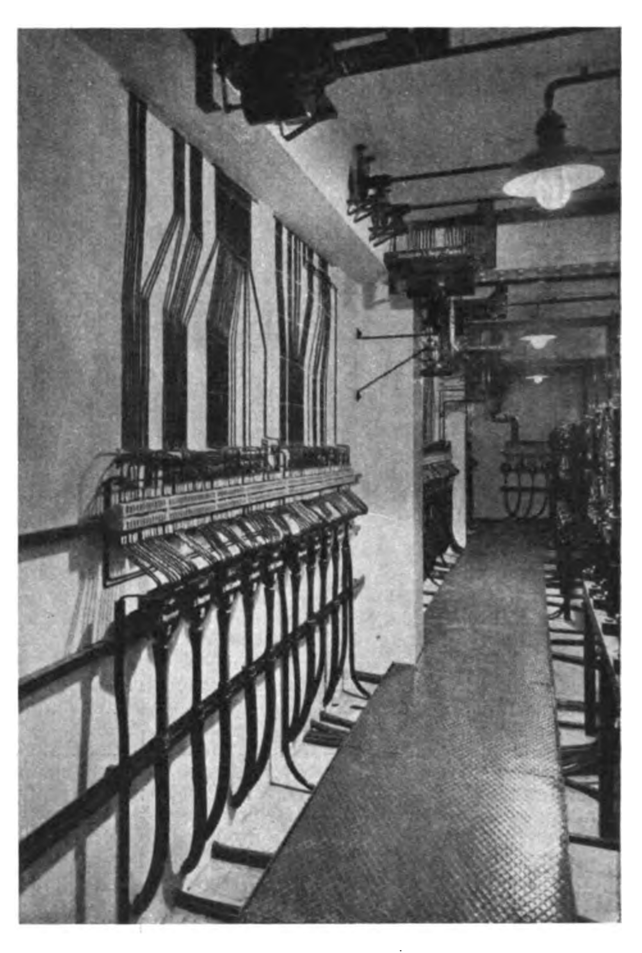


Abb. 9. Anordnung der Meßleitungen unter einem Generator-Schaltpultfeld.

Abb. 9 zeigt die Verlegung der Meßleitungen und Kabelendverschlüsse in einer Kammer, die unterhalb des Generatorschaltfeldes steht. Man kann sich von der Anzahl der Meßleitungen am besten einen Begriff machen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß für das Feld eines Hauptsatzes 25 Endverschlüsse mit je 8 Adern verlegt werden mußten.

Reibungsverhältnisse bei Groß-Elektrolokomotiven.

Von Dipl.-Ing. A. E. Müller, Genf.

Übersicht. Für die wirtschaftliche Gewichtsausnutzung und Leistungsbemessung der Elektrolokomotiven ist die Kenntnis der Reibungsverhältnisse zwischen Schiene und Rad von grundlegender Bedeutung. Verfasser stellt kurz das Grundsätzliche über die Schienenreibung zusammen und gibt an Einzelachsantrieb-Lokomotiven betriebsmäßig festgestellte Reibungsziffern bekannt, welche der Projektierung dienlich sein können.

Bedingung für die Fortbewegung eines Eisenbahnzuges auf einer Reibungsstrecke ist, daß die vom Motordrehmoment herrührende Zugkraft am Radumfang des Triebfahrzeuges die der Bewegung entgegenwirkenden Widerstände (Anfahr- und Fahrwiderstände) in jedem Punkt der Bahn überwindet. Diese Widerstände umfassen bekanntlich den Rollwiderstand (Reibung der Räder gegen die Schienen und Achslagerreibung) den Luft-, Steigungs- und Krümmungswiderstand sowie die Beschleunigungswiderstände. Anderseits ist die Ausübung von Zugkräften am Radumfang an die passive Reibung zwischen Rad und Schiene gebunden, welche zunächst von der Beschaffenheit der berührenden Oberflächen abhängig ist. Dieser Zusammenhang wird durch das Coulombsche Reibungsgesetz in der Form

$$R_0 = \mu_0 \cdot 1000 \cdot Gr \qquad (1)$$

zum Ausdruck gebracht. Dabei ist:

R_0 die Schienenreibung (Reibungskraft in Kilogramm),

μ_0 die Reibungsziffer oder der Reibungsbeiwert der statischen Reibung (im Bahnbetrieb geläufig mit Adhäsionskoeffizient bezeichnet),

Gr die Pressung der treibenden Achsen in Tonnen (geläufig als Reibungsgewicht oder Treibgewicht des motorisch bewegten Fahrzeuges bezeichnet).

Da auch beim rollenden Rad in den Berührungspunkten des Radreifens und der Schienenoberfläche die Relativgeschwindigkeit Null ist (weil hier die Umkehr der Bewegungsrichtung der eine Zykloide beschreibenden Punkte des Rollkreises stattfindet), wird auch die Ausübung von Zugkräften während der Fahrt im Beharrungszustand durch die Reibung der Ruhe bewirkt. Der Höchstwert der am Radumfang entwickelbaren Zugkraft entspricht somit in jedem Augenblick der voll entwickelten statischen Reibung R_0. Übersteigt die ausgeübte Zugkraft Z_{max} den Grenzwert R_0, so bricht der passive Schienenreibungswiderstand zusammen, und es tritt Rädergleiten („Schleudern") ein. Die Reibung während des Gleitens ist wiederum der Pressung der Triebachsen proportional nach der Beziehung

$$R = \mu \cdot 1000 \cdot Gr, \qquad (2)$$

wobei μ jedoch die Reibungsziffer der dynamischen (im Gegensatz zur statischen) Reibung darstellt. Ist anderseits die Zugkraft Z_{max} kleiner als R_0, so wird sie durch die Reibung im Gleichgewicht gehalten. Die Schienenreibung hat in diesem Falle keine bestimmte Größe, sondern paßt sich der am Radumfang wirkenden, veränderlichen Zugkraft bis zum Grenzwert R_0 an. Die voll entwickelte statische Reibung $R_0 = \mu_0 \cdot 1000 \cdot Gr$ ist im Moment, da noch Gleichgewicht herrscht, etwas größer als die Reibung $R = \mu \cdot 1000 \cdot Gr$, welche entwickelt wird, wenn das Gleiten bereits begonnen hat. (Praktische Auswirkung: Verkleinerung der Bremswirkung bei Rädergleiten infolge Blockierung durch die Bremsklötze). Ferner wirkt die gleitende Reibung im Gegensatz zur statischen Reibung als energieverzehrender Widerstand.

Wie vorstehend ausgeführt, ist die bestmögliche Ausnutzung eines gegebenen Reibungsgewichtes bzw. die Entwicklung der maximalen Zugkräfte am Radumfang beim Anfahren und Befahren von Steigungen durch die jeweils vorhandene Schienenreibung festgelegt:

$$Z_{max} \leq R_0 = \mu_0 \cdot 1000 \cdot Gr \qquad (3)$$

Für die Erfüllung der wichtigen betriebstechnischen Forderung nach rationeller Gewichtsausnutzung und Leistungsbemessung der Triebfahrzeuge sind somit die numerischen Annahmen über die den Berechnungen zugrunde gelegten Reibungsziffern von wesentlicher Bedeutung.

Die Reibungsziffer μ_0 ist, wie bereits erwähnt, in hohem Maß von der Oberflächenbeschaffenheit der Schienen, z. B. den Witterungseinflüssen, abhängig. Ferner spielen Faktoren, welche im Triebfahrzeug selbst ihren Ursprung haben (Achsanordnung, Antriebsart, Schaltung der Motoren, Feinstufigkeit der Steuerung, Art der Zugkraft-Geschwindigkeitscharakteristik sowie Zufälligkeiten) für den Ausnutzungsgrad der Schienenreibung eine gewisse Rolle. Sodann ist die Reibungsziffer eine Funktion der Fahrgeschwindigkeit, was durch Beobachtungen in der Praxis ziffernmäßig festgelegt ist. Es ist daher unzulässig, die Schienenreibung als von der Geschwindigkeit unabhängig anzunehmen und auf dieser Grundlage Zugbewegungsberechnungen durchzuführen, wie dies noch oft geschieht. Insbesondere ist die Abhängigkeit $\mu_0 = f(v)$ bei der Aufzeichnung von Anfahrdigrammen (auf welchen Umstand Verfasser bereits früher hingewiesen hat[1]) und beim Befahren von großen Steigungen mit voller Geschwindigkeit zu berücksichtigen.

In Lehrbüchern und Veröffentlichungen wird die Reibungsziffer als Verhältniszahl $\frac{\text{Zugkraft am Radumfang}}{\text{Reibungsgewicht}}$ landläufig mit

$$\mu_0 = 0{,}166\ (^1/_6) \text{ für Fahrt und}$$

$$\mu_0 = 0{,}20 \div 0{,}25\ (^1/_5 \div {}^1/_4) \text{ bei Anfahrt}$$

angegeben und bemerkt, daß dieselbe durch Sandstreuen auf den Wert 0,5 (½) gebracht werden kann, währenddem sie bei schlüpfriger und nasser Schienenoberfläche auf 0,1 ($^1/_{10}$) und darunter sinkt. In der „Revue Générale des Chemins de Fer Bd. 42, Nr. 4, finden sich die in Zahlentafel 1 zusammengestellten Werte.

Zahlentafel 1.

Schienenzustand Witterung	Reibungsziffer	Größte Zugkraft am Radumfang
sehr trockene Schienen	$^1/_5$	20% des Reibungsgewichtes
schönes Wetter	$^1/_6$	16% ,, ,,
starker Regen	$^1/_7$	14% ,, ,,
neblig, feucht	$^1/_8$	12,5% ,, ,,
starker Nebel	$^1/_9$	11% ,, ,,
öllge Schienen	$^1/_{10}$	10% ,, ,,
fallendes Laub	$^1/_{12}$	8% ,, ,,

Zu diesen Angaben ist zu bemerken, daß dieselben zu summarisch sind und insbesondere keinen Aufschluß über die Abhängigkeit der Reibungsziffer von der Geschwindigkeit geben. Auch ist, wie gezeigt wird, die Ausnutzung des Reibungsgewichtes der neuzeitlichen Elektrolokomotiven wesentlich günstiger als allgemein (wohl aus Gründen der Sicherheit in Anlehnung an den früheren Dampfbetrieb) angenommen.

Es ist einleuchtend, daß sichere und zweckmäßige Annahmen über die Reibungsziffer nur an Hand von im praktischen Betrieb ermittelten Versuchswerten gemacht werden können. Verfasser hat es sich zur Aufgabe gemacht, betriebsmäßig (ohne Sanden) ermittelte Werte in ihrer Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und dem Schienenzustand zusammenzustellen (vgl. Abb. 1). Mit der Bekanntgabe dieser Ergebnisse, welche mit Einzelachsantrieb-Lokomotiven erhalten worden sind, soll die Anregung zu weiteren Versuchen bezweckt werden, um über die noch nicht genügend abgeklärten Beziehungen zwischen Gr, μ_0 und v weitere, vergleichende Ergebnisse zu erhalten. Wünschenswert sind insbesondere auch Angaben über das Verhalten von Stangenantrieb-Lokomotiven, um über die umstrittene Reibungsgewichts-Ausnutzungsmöglichkeit von einzeln angetriebenen und gekuppelten Achsen näheren Aufschluß zu erhalten.

Für eine richtige Auslegung und sinngemäße Verwertung der Kurven Abb. 1 ist die Kenntnis der Umstände, unter welchen dieselben erhalten wurden, von Wichtigkeit. Es handelt sich um Meßfahrten mit Einzelachsantrieb-Lokomotiven der Sécheron-Werke auf der Gotthard- und Loetschberglinie[2] (26 und 27 ‰ Steigung), d. h. auf Strecken, auf welchen die Schienenreibung nicht nur bei Anfahrt, sondern auch bei Fahrt im Beharrungszustand voll ausgenutzt wird. Die im Schaubild eingetragenen Punkte entsprechen den momentan aufgetretenen, aus Ablesungen

[1] Vgl. BBC-Mitt. Baden, 1923, S. 109; Schweiz. Techn. Z. Bd. 20, S. 488.
[2] ETZ 1913, S. 1275, 1918, S. 261; 1927, S. 193.



an den Motoramperemetern oder aus Zugkraftdiagrammen ermittelten Zugkraftspitzen (nicht Mittelwerten!), bei welchen noch keine Schleudertendenz vorhanden war. Punkte, bei welchen Rädergleiten wirklich eintrat, sind mit *s* bezeichnet. Sodann sind die Kurven $\mu_0 = f(v)$ in möglichster Annäherung als Grenzlinien zwischen diesen Werten eingezeichnet. Kurve *I* bezieht sich auf guten Schienenzustand (trockene, saubere Schienen), Kurve *II* auf schlechten Schienenzustand (nasse Schienen infolge Regen und Nebel). Die für die Beurteilung des Einflusses auf die Ausnutzung der Schienenreibung charakteristischen Merkmale der Versuchslokomotiven sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Zahlentafel 2.

Betriebssystem: Einphasen-Wechselstrom, 15 000 V, $16^2/_3$ Hz

Serie-Nummer	12 501	10 203	201
Achsfolge	1AA1 + AA1	1AAA1	1AAA + AAA1
Triebraddurchmesser	1610 mm	1610 mm	1350 mm
Zahl der Zwillingsmotoren	4	3	6
Schaltung der Zwillingsmotoren	parallel	parallel	parallel
Adhäsionsgewicht	71,8 t	55,8 t	114,6 t
Spitzenwert der Anfahrzugkraft	20 400 kg	15 000 kg	33 400 kg
Stundenzugkraft	12 000 kg	8 300 kg	24 300 kg
Zahl der Regelstufen	28*	18**	24*
Durchschn. Spannungssprung in % der Endspannung	3,3*)	5.5**)	4,5*)
Höchstgeschwindigkeit	75 km/h	90 km/h	75 km/h
Stundenleistung	2400 PS	2000 PS	4500 PS

* Gebirgsdienst ** Tal-Schnellzuglokomotive

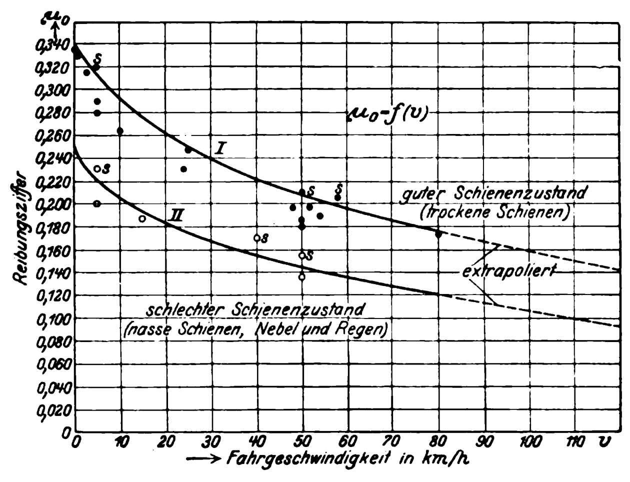


Abb. 1. Betriebsmäßig mit Einzelachsantrieb-Lokomotiven ermittelte Reibungsziffern. (Bei den mit *s* bezeichneten Werten ist Schleudern eingetreten.)

Zu diesen Angaben ist folgendes zu bemerken: Die Kurven $\mu_0 = f(v)$ weichen in ihrem Verlauf etwas von denjenigen ab, welche A. Wichert über Versuche mit einer 1 Do 1-Einzelachsantrieb-Lokomotive der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft bekanntgegeben hat[3], weisen aber in der Größenordnung der Reibungsziffern gute Übereinstimmung auf. Die Kurven von Wichert entsprechen Messungen auf Talstrecken, während die Schaulinien der Abb. 1 auf Gebirgstrecken aufgenommen sind, wo sie durch das Moment der Hakenzugkraft bedingte Entlastung einzelner Triebachsen bereits mehr in Wirkung tritt. Dagegen entsprechen die Schaulinien *I* und *II* in ihrem Verlauf den von Poirée aufgenommenen Versuchskurven[4].

Bei ganz schlechten Verhältnissen (schmutzige, fettige und ölige Schienen, fallendes Laub, Frost, starker Schneefall) ist gegenüber Kurve *II* eine Verschlechterung der Reibungsverhältnisse von 35 ÷ 40 % konstatiert worden. Die Reibungsziffer schwankt somit je nach dem Schienenzustand etwa im Verhältnis

trocken		feucht		schlüpfrig
100	:	70	:	40 .

Bei den die jeweils verfügbare Schienenreibung voll ausnutzenden Bahnen sollte daher die Wagenzuglast je nach Witterung und Jahreszeit etwa den genannten Verhältnissen entsprechend festgesetzt werden, um die Durchführung eines fahrplanmäßigen Betriebes sicherzustellen. Was die durch die Stufenregelung bedingten Zugkraftschwankungen anbelangt, so hat die Erfahrung gezeigt, daß die in Zahlentafel 2 erwähnten Lokomotiven allen Anforderungen an Feinstufigkeit genügen. Bekanntlich sind beim Wechselstrommotor die Regelkurven infolge des größeren Ohmschen Widerstandes und der geringeren Eisensättigung steiler als beim Gleichstrommotor, welchem Umstand bei der Festlegung der Anfahr- bzw. Fahrstufen von Gleichstromlokomotiven Rechnung zu tragen ist. Während anderseits der Gleichstrommotor ein ganz konstantes Drehmoment erzeugt, schwankt dasselbe beim Einphasen-Wechselstrommotor entsprechend der Periodenzahl, ohne daß jedoch praktisch eine Beeinflussung der Reibungsverhältnisse entsteht, da die Elastizität und Massenwirkung des Übertragungsmechanismus ausgleichend wirken. Diese Ausgleichwirkung ist um so vollkommener, je elastischer die Übertragung im Verhältnis zur Motormasse ist. Insbesondere weist der Federantrieb der Sécheron-Lokomotiven den Vorteil auf, daß vorübergehendes Rädergleiten etwa infolge einer Erschütterung oder einer schlüpfrigen Stelle sich nicht weiter auswirkt, da die sehr elastischen Antriebsfedern sich sofort entspannen, wodurch die Zugkraft am Radumfang so weit nachläßt, daß die Räder wieder an den Schienen haften und die Rollbewegung wieder hergestellt wird.

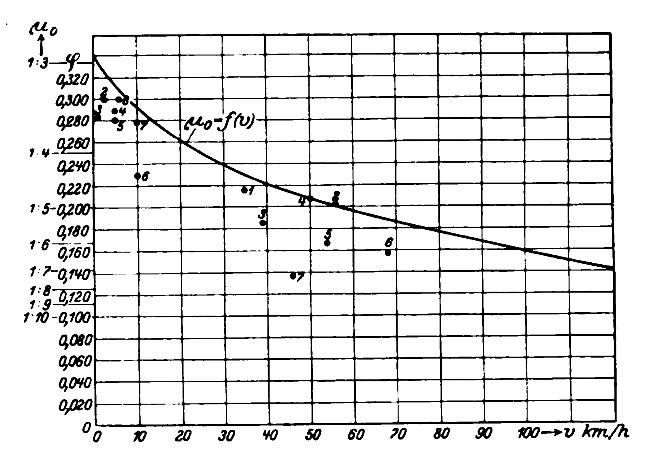


Abb. 2. Ausnutzung des Reibungsgewichtes

$$\varphi = \frac{\text{Zugkraft am Radumfang}}{\text{Reibungsgewicht}}$$

von neuzeitlichen Groß-Elektrolokomotiven (vgl. Zahlentafel 3).

Im Zusammenhang mit der Frage der bestmöglichen Reibungsausnutzung insbesondere bei Einzelachsantrieb-Lokomotiven, soll noch auf die Motorschaltung hingewiesen werden. Die dauernde Reihenschaltung der Triebmotoren ist zu vermeiden, da bei derselben beim Schleudern eines Triebradsatzes infolge der erhöhten Gegen-EMK des rascher drehenden Motors die Stromstärke zurückgeht und die Zugkraft des zweiten Motors infolgedessen auf den Wert der Reibungskraft $R = \mu \cdot 1000 \cdot Gr$ des schleudernden Radsatzes sinkt, so daß schließlich die nötige Zugkraft zur Überwindung der Fahrwiderstände nicht mehr aufgebracht wird. Als Beispiel sei der Fall der SBB-Einzelachsantrieblokomotive 1AA1 + 1AA1 Nr. 11 000 erwähnt, bei welcher je zwei Motoren dauernd in Reihe geschaltet sind, und mit welcher der Betrieb am Gotthard nur möglich war, nachdem die für andere Lokomotiven vom gleichen Reibungsgewicht normale Anhängelast von 300 t bedeutend herabgesetzt worden war. Dagegen kommen bei parallel geschalteten Triebmotoren die Radsätze mit besserer Reibung im kritischen Augenblick dem schleudernden Radsatz zu Hilfe, indem sie selbsttätig mehr Strom aufnehmen und damit eine größere Zugkraft entwickeln. Durch vergleichende Beobachtungen am Loetschberg zwischen den neuen 4500 PS-Einzelachsantrieb-Lokomotiven und den bisherigen 2500 PS-Stangenantrieb-Lokomotiven ist entschieden festgestellt, daß die Einzelachsantrieb-Lokomotiven das Reibungsgewicht mindestens so gut ausnutzen, wie die Lokomotiven mit gekuppelten Achsen. Über die auf dem Netz der SBB im Betrieb befindlichen Einzelachsantrieb-Lokomotiven erwähnt der Obermaschinening. Weiss[5], daß der Einzelachsantrieb sich nach den Erfahrungen bei den SBB nicht als ungünstiger erwiesen hat als der Stangenantrieb, sofern die Motoren parallel geschaltet sind.

[3] El. Bahnen Bd. 3, S. 90.
[4] ETZ 1920, S. 426.
[5] Schweiz. Bauzg. Bd. 87, S. 136.



Zahlentafel 3. Angaben über Ausnutzung des Reibungsgewichtes von neuzeitlichen Groß-Elektrolokomotiven.

Lfd. Nr.	Bahn	Lok.-Gattung	Antriebsart	Lieferant des elekt. Teils	Stromart Spannung	Tot. Stundenleistg. am R. U. PS	Dienstgewicht t	Reibungsgewicht t	Fahrgeschwindigkeit km/h		Ausnutzung des Reibungsgewichtes $\varphi = \frac{\text{Zugkraft am Radumfang}}{\text{Reibungsgewicht}}$		Literatur
									bei Stundenleistg.	max.	bei Anfahrt (Stillstand u. geringe Geschwindigkeit)	bei Stundenleistg.	
1	SBB ...	1 C + C 1	Stangen	Oerlikon	Einphasen 15 000 V 16,6 Hz	2960	132	105,5	35	65	0,35 (1:2,85)	0,216 (1:4,62)	Schweiz. Bauzg. 1925, Bd. 86, Nr. 13
2	Preuß. St. B.	2D1	,,	Bergmann	,,	3000	108	66	56	90	0,30 (1:3,3)	0,224 (1:4,5)	Seefehlner 1922
3	Schwed. ,,	1C + C1	,,	AEG/SSW	,,	2900	132	102	39	60	0,284 (1:3,5)	0,186 (1:5,35)	,, ..
4	Loetschberg	1AAA + AAA1	Einzelachsantrieb	Sécheron	Einphasen 15 000 V 16,6 Hz	4500	141,6	114,6	50	75	0,29 (1:3,4)	0,21 (1:4,7)	ETZ 1927, S. 193
5	SBB	1AA1 + AA1	Einzelachsantrieb	Sécheron	,,	2400	111	71,8	54	75	0,28 (1:3,5)	0,167 (1:6)	Schweiz. Bauzg. 1922
6	SBB	1AAAA2	Einzelachsantrieb	BBC	,,	3100	117	78	68	90	0,23 (1:4,3)	0,158 (1:6,35)	Schweiz. Bauzg. Bd. 86
7	P. O.	AA + AA	Einzelachsantrieb	Oerlikon	Gleichstrom 1500 V	1800	76,7	76,7	46	100	0,28 (1:3,5)	0,137 (1:7,3)	Schweiz. Techn. Zg. Bd. 24, Nr. 30

In welchem Maße bei neuzeitlichen Groß-Elektrolokomotiven das Reibungsgewicht ausgenutzt wird, geht aus der Zahlentafel 3 hervor; in Abb. 2 sind die bezüglichen Reibungsziffern in ihrer Lage zu der gemäß Abb. 1 betriebsmäßig ermittelten Grenzlinie I für guten Schienenzustand eingetragen.

Über die Grundlagen der Wirtschaftlichkeit von Speicherkraftwerken.

Von Regierungsbaumeister **Karl Wild,** München.

Übersicht Es wird gezeigt, in welcher Weise die verschiedenen Kostenanteile für die Erzeugung elektrischer Arbeit durch Speicherkraftwerke beeinflußt werden und inwieweit sich demnach wirtschaftliche Vorteile von solchen Kraftwerken erwarten lassen. Eine größere Zahl von in letzter Zeit in dieser Zeitschrift erschienenen Aufsätzen über Speicherkraftwerke verfolgte größtenteils den Zweck, das Besondere der verschiedenen Speichermöglichkeiten zu beleuchten. Im Gegensatz dazu soll im folgenden das allgemein Gültige des Problems untersucht und auf besondere Fälle kurz angewendet werden.

Die Selbstkosten eines Kraftwerkes setzen sich bekanntlich aus zwei wesentlich voneinander verschiedenen Anteilen zusammen: 1. aus einem Anteil zur Verzinsung des Anlagekapitals, zur Schaffung von Rücklagen für die Erneuerung der veralteten Anlage sowie zur Deckung der Personalkosten, Steuern und sonstigen festen Abgaben. Dieser Anteil (Kapitaldienstanteil) werde im folgenden K-Anteil genannt. Er ist proportional den Anlagekosten je 1 kW ausgebauter Leistung und umgekehrt proportional der jährlichen Benutzungsdauer des Kraftwerkes; 2. aus einem Anteil für Betriebstoffe und für durch den Betrieb nötig gewordene Vornahme von Instandhaltungsarbeiten der gesamten Anlage. Dieser Anteil (Betriebskostenanteil) ist im folgenden als B-Anteil bezeichnet und also abhängig von dem je 1 kWh aufzuwendenden Betriebsmaterial und von dem Umfang der nötigen Instandhaltungsarbeiten.

Wird nun einem normalen Kraftwerk die Deckung von Belastungsspitzen zugewiesen, so arbeitet das Werk unter sehr ungünstigen wirtschaftlichen Bedingungen: Die Spitzen treten sehr kurzzeitig auf, so daß die jährliche Benutzungsdauer klein und damit der K-Anteil je 1 kWh bei allen Arten von Kraftwerken groß wird. Bei Wärmekraftwerken kommt noch eine Vergrößerung des B-Anteils je 1 kWh dazu; denn das wiederholte Anlaufen und das starke Schwanken der Belastung bedeutet bei Wärmekraftanlagen einen hohen Brennstoffverbrauch und starke Beanspruchung, also hohe Kosten für Instandhaltung.

Dieser Übelstand hat dazu geführt, die Spitzendeckung nicht normalen Kraftwerken zuzuweisen, sondern hierfür eigene Spitzenkraftwerke in Form sogenannter Speicherkraftwerke zu verwenden. Der Speicher kann dabei ein Wärmespeicher, ein Wasserspeicher oder ein elektrischer Speicher (Akkumulatoren) sein.

Man könnte der Ansicht sein, der wirtschaftliche Vorteil eines Speicherwerkes gegenüber einem normalen Kraftwerk als Spitzenwerk bestünde, abgesehen von der Senkung des B-Anteiles je 1 kWh, vor allem darin, daß das Speicherwerk eine bessere Heranziehung auch zur Deckung kleiner und kurzzeitiger Spitzen erlaube und damit seine Benutzungsdauer steige, also sein K-Anteil je 1 kWh sinke. Diese Ansicht ist z. B. auch in dem Aufsatz von Direktor Dr. R. Werner, „Die Zukunftsmöglichkeiten der Elektrizitätsversorgung" (ETZ 1927, S. 717 ff.) zugrunde gelegt, wo rechnerisch die bedeutende Senkung des K-Anteils je 1 kWh im Speicherwerk nachgewiesen wird. Eine genaue Überlegung zeigt aber, daß eine gerechte wirtschaftliche Würdigung eines Speicherwerkes oder eines Spitzenwerkes überhaupt nicht dieses Werk allein zum Gegenstand nehmen darf, sondern auch die anderen, mit dem Spitzenwerk zusammenarbeitenden Kraftwerke berücksichtigen muß. Das Spitzenwerk beeinflußt die Betriebsverhältnisse und damit den kWh-Preis der Grundkraftwerke ganz wesentlich, und dieser Einfluß ist natürlich zu beachten.

Im folgenden soll, ohne auf Einzelheiten näher einzugehen, untersucht werden, wie die Wirtschaftlichkeit eines Speicherwerkes als Spitzenwerk grundsätzlich beurteilt werden muß. Es ist angenommen, eine gegebene Belastung sei durch eine Gruppe von Kraftwerken zu decken. Dabei soll untersucht werden, welche Änderung des mittleren kWh-Preises, der auf die ganze Gruppe zu beziehen ist, man zu erwarten hat, wenn ein Kraftwerk als Speicherwerk ausgebaut und zur Spitzendeckung verwendet wird. Die Untersuchung erstreckt sich getrennt auf den K-Anteil und den B-Anteil je Kilowattstunde.

1. Der K-Anteil je Kilowattstunde.

Er ist (wenn wir hier der Einfachheit halber gleiche Quoten für Erneuerungsrücklagen bei allen Arten von Kraftwerken annehmen) abhängig vom mittleren Anlagepreis je 1 kW der ganzen Gruppe und von deren mittleren Benutzungsdauer. Die mittleren Anlagekosten je 1 kW werden nur niedriger, wenn ein Speicherwerk je ausgebautes Kilowatt billiger erstellt werden kann als ein normales Kraftwerk. Die mittlere jährliche Benutzungsdauer der Gruppe bleibt, gegebene Gesamtbelastung für die ganze Gruppe vorausgesetzt, konstant. Sie ist also in unserm Fall eine feste Stundenzahl und ganz unabhängig

davon, wie sich die Belastung auf die einzelnen Kraftwerke verteilt, wie weit also auch insbesondere das Spitzenwerk zur Spitzendeckung herangezogen wird. Daß die mittlere jährliche Benutzungsdauer der Kraftwerksgruppe konstant bleibt, läßt sich aus Nachstehendem einsehen.

Es bedeute:

N_a die gesamte notwendige Ausbauleistung in Kilowatt,

$N_{a_1}, N_{a_2} \dots N_{an}$ die Ausbauleistung der n Einzelwerke in Kilowatt,

A die gesamte jährlich zu liefernde Arbeit in Kilowattstunden,

$A_1, A_2 \dots A_n$ die Arbeiten der Einzelwerke in Kilowattstunden,

T die aus der Gesamtbelastung sich ergebende jährliche Benutzungsdauer in Stunden,

$T_1, T_2 \dots T_n$ die jährliche Benutzungsdauer der Einzelwerke in Stunden.

Dann ist die mittlere jährliche Benutzungsdauer T_m der Gruppe (wobei den Einzelwerken entsprechend ihrer Ausbauleistung verschiedenes Gewicht beizulegen ist):

$$T_m = \frac{T_1 N_{a_1} + T_2 N_{a_2} + \dots + T_n N_{an}}{N_{a_1} + N_{a_2} + \dots + N_{an}}.$$

Weiter ist definitionsgemäß:

$$T = \frac{A}{N_a}$$

Da aber gilt:

$$T_1 N_{a_1} + T_2 N_{a_2} + \dots + T_n N_{an} = A$$

und

$$N_{a_1} + N_{a_2} + \dots + N_{an} = N_a,$$

so folgt:

$$T_m = T = \text{konst.}$$

Eine Erhöhung der Benutzungsdauer des Spitzenwerkes bedeutet also wohl eine Erniedrigung des K-Anteiles je 1 kWh für dieses Werk, aber keinen Gewinn für die ganze Gruppe, da die Benutzungsdauern der Grundkraftwerke entsprechend sinken und ihr K-Anteil je 1 kWh steigt.

Zusammenfassend läßt sich also über den ersten Bestandteil der Wirtschaftlichkeit, den K-Anteil je 1 kWh, sagen: Ein Speicherwerk irgend welcher Art verbilligt den K-Anteil je 1 kW der Gruppe nur dann, wenn seine Gestehungskosten je 1 kW niedriger sind wie bei normalen Kraftwerken. Dieser Fall tritt praktisch wohl nur bei Wärmespeicherwerken ein, während Wasserpumpenspeicherwerke und Akkumulatorenspeicherwerke wegen der nötigen Hilfseinrichtungen für Speicherung und Rückgewinnung der Energie immer teuerer wie normale Dampf- oder Wasserkraftwerke sein werden.

2. Der B-Anteil je Kilowattstunde.

Bei Untersuchung des mittleren B-Anteils wollen wir zunächst den B-Anteil des Speicherwerkes allein überlegen. Außer Instandhaltungskosten kommt vor allem der Preis für Kohle (Wärmespeicherwerk) und elektrische Arbeit (Wasserpumpen- und Akkumulatorenspeicherwerk) je 1 kWh in Frage. Ersterer ist relativ niedriger, weil die weiter unten angeführten Vorteile gleichmäßiger Kesselbelastung auch dem Speicherwerk selbst zugute kommen. Letzterer ist auch bei Bezug von billigem Abfallstrom kaum besonders niedrig, da die Verluste bei Energiespeicherung- und Rückgewinnung stark verteuernd wirken. In allen Fällen ist die Höhe des B-Anteils des Speicherwerkes allein nicht von wesentlicher Bedeutung für den B-Anteil der Gesamtanlage; denn die vom Speicherwerk gelieferte elektrische Arbeit ist klein gegenüber derjenigen der Grundkraftwerke.

Es bleibt noch der Einfluß eines Speicherwerkes auf den B-Anteil der Grundkraftwerke zu betrachten. Dabei ist von Bedeutung, welcher Art die Grundkraftwerke sind. Sind sie Wasserkraftwerke, so werden die Instandhaltungs- und Betriebskosten durch ein Spitzenwerk nicht beeinflußt. Die gesamten Betriebskosten je 1 kWh, also der B-Anteil, die bei Wasserkraftanlagen ohnedies sehr gering sind, können also durch irgendein Speicherwerk keinesfalls heruntergedrückt werden, ein Speicherwerk bietet hier hinsichtlich des B-Anteils je 1 kWh keinen Vorteil. Dabei ist allerdings vorausgesetzt, daß immer genügend laufendes Wasser zur Verfügung stehe, um auch die Belastungspitzen decken zu können. Ist das nicht der Fall, so läge die Notwendigkeit vor, die Spitzen mit einem eigenen Wärmespitzenwerk zu decken, was hohen B-Anteil je 1 kWh zur Folge hätte. In diesem Fall kann durch Schaffung eines Speicherspitzenwerkes, das je nach der Lage des Falles verschiedener Art sein kann, der gesamte B-Anteil je 1 kWh erniedrigt werden.

Sind dagegen die Grundkraftwerke Dampfkraftanlagen, so hängen Instandhaltungs- und Betriebskosten ganz wesentlich davon ab, ob der Betrieb in den Grundkraftwerken mehr oder weniger gleichmäßig verläuft, ob also durch ein Speicherwerk die Möglichkeit gegeben ist, die Grundkraftwerke von Spitzen zu entlasten oder nicht. Bei gleichmäßiger Belastung der Grundkraftwerke spart man ganz erheblich an Kosten für das Anheizen der Kessel, der Kohlenverbrauch je 1 kWh sinkt wegen des besseren Gesamtwirkungsgrades einer gleichmäßig belasteten Dampfanlage, und die Kosten für Reparaturen und Erneuerungen in der Dampfanlage werden wesentlich vermindert, da besonders die Kessel gegenüber Belastungschwankungen ja sehr empfindlich sind. Alle diese Vorteile äußern sich zusammen in einer bedeutenden Senkung des B-Anteiles je 1 kWh bei den Grundkraftwerken und sind durch Schaffung eines Speicherwerkes erreichbar. Dieses kann dabei je nach den Verhältnissen verschiedener Art sein. Der B-Anteil je 1 kWh im Speicherwerk allein braucht nicht einmal besonders niedrig zu sein, da ja die vom Speicherwerk abgegebene kWh-Zahl klein gegenüber der von den Grundkraftwerken abgegebenen ist. In diesem letzten Fall, wo also ein Speicherwerk mit Dampfkraftwerken zusammenarbeitet, ist der wirtschaftliche Vorteil am bedeutendsten. Wir sehen, daß hier nicht das Speicherwerk als solches allein wirtschaftlich zu sein braucht, sondern daß es mittelbar durch seine günstige Einwirkung auf die Grundkraftwerke die Gesamtwirtschaftlichkeit hinsichtlich des B-Anteiles je 1 kWh hebt.

Zusammenfassend läßt sich über den B-Anteil je 1 kWh für die Gesamtanlage sagen: Sind die Grundkraftwerke Wasserkraftwerke, so bietet ein Speicherwerk irgendwelcher Art Aussicht auf wirtschaftlichen Vorteil, wenn die Wasserkraft nicht so ergiebig ist, daß auch alle Spitzen unmittelbar gedeckt werden können. Sind die Grundkraftwerke Dampfkraftwerke, so können durch ein Speicherwerk bedeutende Ersparnisse am gesamten B-Anteil je 1 kWh auch dann erzielt werden, wenn das Speicherwerk für sich allein mit nicht gerade niedrigen Betriebskosten arbeitet.

3. Die Gesamtwirtschaftlichkeit (K- und B-Anteil).

Zur Beurteilung der Gesamtwirtschaftlichkeit ist natürlich eine zahlenmäßige Berücksichtigung der unter 1. und 2. erwähnten Faktoren notwendig, die, wie wir sahen, im Einzelfall zugunsten eines Speicherwerkes bald positive, bald negative Beiträge liefern. Die zahlenmäßige Behandlung der Aufgabe ist dabei dadurch erschwert, daß gerade für den besonderen Vorteil versprechenden Fall der Zusammenarbeit eines Speicherwerkes mit Dampfkraftanlagen wenig sicheres Zahlenmaterial zur Verfügung steht darüber, inwieweit die Kohlen- und Instandhaltungskosten sinken, wenn ein Dampfkraftwerk von Spitzen entlastet wird.

Das Ergebnis der Untersuchung der Gesamtwirtschaftlichkeit wird i. a. sein, daß bei Zusammenarbeit mit Dampfkraftwerken auch ein für sich allein teuer arbeitendes Speicherwerk wirtschaftliche Vorteile bringt, daß dagegen bei Zusammenarbeit eines Speicherwerkes mit Wasserkraftwerken nur dann wirtschaftliche Vorteile möglich sind, wenn die verfügbare Wasserkraft nicht auch unmittelbar zur Spitzendeckung ausreicht oder wenn ein Spitzenwerk im Vergleich zu den Grundwerken billig gebaut werden kann.

Auf die wichtige Frage der Beeinflussung der Verteilungskosten durch Spitzenwerke soll hier nicht eingegangen werden. Grundsätzlich kann man die Kosten der Verteilungsanlage im Anlagepreis je 1 kW, also im K-Anteil, die Kosten für Energieverluste der Leitungen im B-Anteil unterbringen.

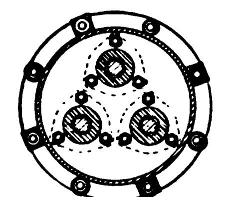
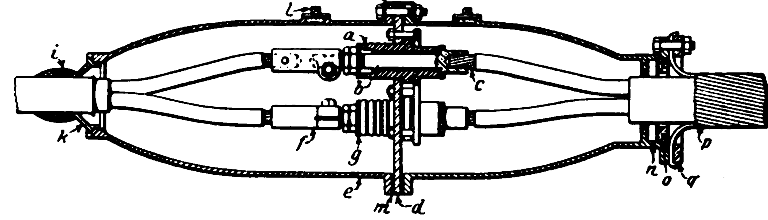
RUNDSCHAU.

Leitungen.

Einlagenhohlleiter ohne Innenkonstruktion für höchste Spannungen. — Als Leitungselemente für Höchstspannungsanlagen sind nach dem Vorgang Amerikas auch in Deutschland Hohlseile zur Anwendung gelangt. Es wurden verschiedene Konstruktionen entwickelt[1], die sich grundsätzlich als Leiter mit Innenkonstruktion und als freitragende Hohlseile unterscheiden lassen. Insbesondere bestehen bei den Formen, die die Siemens-Schuckertwerke und das RWE diesen Leitergebilden gegeben haben, die Außenleiter aus zwei gegenläufig geschlagenen Lagen aus Profildrähten; sie würden sich bei mathematisch genauer Innehaltung der Profile gegeneinander abstützen und damit die Innenkonstruktion entlasten. Unvermeidliche Toleranzen des Herstellungsganges bewirken indes, daß sich die einzelnen Profildrähte gegeneinander ein wenig verschieben und daher verschiedene Zugspannungen erfahren, auch wird die Innenkonstruktion mehr oder minder mitbelastet. Von diesen Nachteilen sollen die von der Metallbank Frankfurt a. M. entwickelten Einlagenhohlleiter frei sein, bei welchen die einzelnen Profildrähte konisch ineinandergreifen und sich dabei so fest gegeneinander abstützen, daß eine besondere innere Tragkonstruktion entbehrlich wird. Es tritt demnach eine gleichzeitige Gewichtsersparnis ein. Zerreißversuche in der Staatlichen Materialprüfungsanstalt der T. H. Darmstadt haben in der Tat eine geringfügige (praktisch wohl bedeutungslose) Festigkeitsüberlegenheit des Einlagenhohlleiters gegenüber den Leitungen mit Innenkonstruktion gezeigt, die in der größeren Gleichmäßigkeit der Zugspannungsverteilung begründet sein soll. Gleichzeitig soll die Oberfläche eines solchen Einlagenhohlleiters besonders glatt gestaltet werden können, so daß man geringe Koronaverluste erhält; hierüber liegen indes keine Meßergebnisse vor (dieser Einfluß wird wohl meist überschätzt). Auch mit Rücksicht auf die Montage zeigen die Einlagenhohlleiter günstige Eigenschaften, während bei der Verlegung von Seilen mit Innenkonstruktion ein Bruch des Innenleiters gelegentlich vorgekommen sein soll, der eine örtlich beschränkte Schädigung der Seileigenschaften zur Folge hat. Besonders beachtenswert in mechanischer Beziehung ist der experimentelle Nachweis eigenartiger Schwingungserscheinungen an Hohlseilen, die auf einer von BBC eigens erstellten Versuchsanlage beobachtet wurden: Das Seil zeigt als Ganzes vertikale Oszillationen mit einer Frequenz von etwa 5 in der Sekunde, die von gleichfrequenten Schwankungen der mechanischen Zugspannung im Seil begleitet werden. Als Folge hiervon kann das Material ermüden und vorzeitig zu Bruche gehen, so daß trotz ihrer geringen Intensität diese Schwingungen wohl zu beachten sind. In Amerika hat man denn auch mit Erfolg versucht, diese Vorgänge durch Anordnung geeigneter Hilfseile hintanzuhalten. Inwieweit die einzelnen Seilkonstruktionen sich hierbei verschieden verhalten, wird leider nicht angegeben. — Neben den rein technischen Unterschieden der verschiedenen Hohlseile hat man wirtschaftliche Fragen zu beachten, die zugunsten des Einlagenhohlleiters sprechen sollen, doch ist hierin die Entwicklung noch nicht abgeschlossen. (M. F. Dahl, Bull. SEV Bd. 18, S. 409.) *Oldff.*

[1] Vgl. R. Schien, Fachberichte der XXXI. Jahresversammlung des VDE in Wiesbaden 1926, S. 40. — ETZ 1927, S. 719 u. 812; 1926, S. 969.

Verbindung eines armierten Kabels mit einem nichtarmierten Bleikabel. — Eine amerikanische Muffenkonstruktion zur Verbindung verschiedenartiger Kabel, bei welcher die auf das Kabel wirkenden Zugbeanspruchungen von dem Muffengehäuse aufgenommen werden sollen, stellt Abb. 1 dar. Während die Armierungsdrähte des einen Kabels am einen Flansch der Muffe festgeklemmt werden, ist der Bleimantel des anderen Kabels mit dem auf der anderen Seite die Muffe abschließenden Deckel innig verlötet. Die Abdichtung des anderen Muffenendes erfolgt mittels Stopfbüchse. Die Muffe selber ist zweiteilig ausgeführt; dazwischen befindet sich eine Metallplatte, welche die Isolatoren zur Aufnahme der Klemmverbindungen trägt. Die Kabelleiter sind durch Bolzen miteinander verbunden, in deren eines Ende der eine Kabelleiter eingelötet ist, während der korrespondierende Leiter einen Kabelschuh trägt, der um das andere Ende des Bolzens festgeklemmt wird. Zuletzt wird die Muffe mit Kabelmasse ausgegossen. Es erscheint allerdings zweifelhaft, ob man dem Lötwulst *i* die erforderliche mechanische Festigkeit zutrauen darf. (El. World Bd. 90, S. 416.) *Ka.*

a Porzellanisolator
b kupferner Verbindungsbolzen
c Kabelleiter
d Metallscheibe
e gußeisernes Muffengehäuse
f Kabelschuh
g Asbestscheibe
h Kupferband
i Lötwulst
k Metalldeckel
l Verschlußschraube der Einfüllöffnung
m Gummidichtung
n Asbestseil-Packung
o einschraubbarer Deckel
p Armierungsdraht
q Ring zum Festklemmen der Armierungsdrähte

Abb. 1. Kabelverbindungsmuffe

Elektromaschinenbau.

Transformatoren im Parallelbetrieb. — Bekanntlich wird beim Parallelbetrieb von Transformatoren eine den Nennleistungen genau proportionale und phasengleiche Lastverteilung nur erreicht, wenn die Leerlaufübersetzungsverhältnisse sowie die Ohmschen und induktiven Spannungsabfälle völlig übereinstimmen (bei Drehstromtypen sind selbstverständlich auch gleiche Schaltgruppen erforderlich). Die Forderung gleicher Ohmscher und induktiver Spannungsabfälle bedeutet für die Praxis eine unbillige Härte, da der Parallelbetrieb häufig Transformatoren verschiedener Leistung und Bauart zusammenführt. In einer richtig aufgebauten Typenreihe sinkt der Ohmsche Spannungsabfall ungefähr mit der vierten Wurzel aus der Leistung. Außerdem ist er um so höher, je wirksamer die angewandte Kühlmethode ist, denn die Kühleinrichtung muß durch eine entsprechende Kupferersparnis bezahlt werden, wenn sie nicht sinnlos werden soll. Die VDE-Vorschriften verzichten daher auf die Gleichheit der Ohmschen Spannungsabfälle und fordern für einen einwandfreien Sammelschienen-Parallelbetrieb lediglich eine Übereinstimmung der Kurzschlußspannungen mit einer Toleranz von ± 10 % vom Mittelwert.

Bei gleichen Kurzschlußspannungen, aber verschiedenen Ohmschen Spannungsabfällen sind die Belastungströme zwar den Nennleistungen proportional, weisen aber untereinander den gleichen Phasenwinkel α auf, um den sich die Kurzschlußphasenwinkel beider Transformatoren unterscheiden. Die von dem Parallelläufersatz abgegebene Leistung ist daher kleiner als die algebraische Summe der tatsächlichen Belastungen der einzelnen Transformatoren. Bei Entnahme der Summennennleistung werden also beide Parallelläufer überlastet. Der Überlastungsfaktor errechnet sich, wenn die Nennleistungen der beiden Transformatoren im Verhältnis $1:n$ stehen $(n \geq 1)$, zu:

$$K = \frac{1}{\cos\frac{\alpha}{2}\sqrt{1+\left(\frac{n-1}{n+1}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\right)^2}}.$$

Mit zunehmendem Größenunterschied der Transformatoren nimmt die Überlastung scheinbar ab; es ist jedoch

zu bedenken, daß im allgemeinen der Phasenwinkel α gleichzeitig wächst. Die VDE-Normen warnen deshalb mit Recht vor Parallelbetrieben von Transformatoren, deren Leistungsverhältnis größer als 1 : 3 ist. Mit $n = 1$ und $\alpha = 45^\circ$ erreicht die Überlastung einen Wert von 8 %, mit $\alpha = 30^\circ$ einen solchen von 4 %.

Größere Schwierigkeiten entstehen, wenn die Kurzschlußspannungen nicht gleich groß sind. Die Verbandsvorschriften gestatten unumwunden Abweichungen von max. 20 %. Nimmt man zunächst gleiche Kurzschlußphasenwinkel an, so liegt die Lösung des Parallellaufproblems auf der Hand: Die Belastungsströme weichen offenbar von den idealen, den Nennleistungen entsprechenden Strömen in dem gleichen Maße, aber im umgekehrten Sinne ab, wie die Kurzschlußspannungen von ihrem Mittelwert. Irrtümlicherweise setzt nunmehr M. Vidmar für diesen Mittelwert der Kurzschlußspannungen das algebraische Mittel ein statt desjenigen Mittelwertes, den man als die Aggregat-Kurzschlußspannung bezeichnen kann, und der sich zu

$$e_{km} = \frac{n+1}{\frac{n}{e_{k1}} + \frac{1}{e_{k2}}}$$

bestimmt. e_{k_1} bezeichnet hierin die Kurzschlußspannung des größeren Transformators. Das Verhältnis der Belastungsströme (n') ist dem der Kurzschlußimpedanzen umgekehrt proportional und weicht von n soviel ab, wie die Verschiedenheit der Kurzschlußspannungen dies bedingt.

Der praktisch wichtige Fall ungleicher Kurzschlußspannungen und Kurzschlußphasenwinkel erledigt sich nun sehr einfach: Die im Verhältnis n' statt n zueinander stehenden Belastungsströme schließen den Winkel α ein, addieren sich also geometrisch. Wird dem Parallelläufersatz die Summennennleistung aufgebürdet, so tritt außer der durch die Lastverschiebung bedingten Überlastung des einen Transformators eine weitere, für beide Transformatoren prozentual gleiche Zusatzlast auf. Der aus dem Parallelogramm der Ströme errechnete zusätzliche Überlastungsfaktor lautet:

$$K' = \frac{1}{\cos\frac{\alpha}{2}\sqrt{1+\left(\frac{n'-1}{n'+1}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\right)^2}}.$$

Beispiel (unter Berichtigung der Fehler in der Originalarbeit): Ein 300 kVA-Transformator soll mit einem solchen für 100 kVA parallel geschaltet werden. Die Kurzschlußspannungen seien 2,7 bzw. 3,3 %. Der Unterschied der Kurzschlußphasenwinkel betrage 60°.

Die Aggregat-Kurzschlußspannung ist

$$e_{km} = \frac{3+1}{\frac{3}{2,7}+\frac{1}{3,3}} = 2,83\,\%.$$

Demnach belastet sich der größere Transformator mit

$$300\,\frac{2,83}{2,7} = 314\text{ kVA},$$

und der kleinere mit

$$100\,\frac{2,83}{3,3} = 86\text{ kVA}.$$

Mithin

$$n' = \frac{314}{86} = 3,65.$$

Die Nutzleistung beträgt jedoch nicht 314 + 86 = 400 kVA, sondern wegen des Phasenwinkels von 60° nur

$$400\,\frac{1}{K'} = 400\cos\frac{60}{2}\sqrt{1+\left(\frac{3,65-1}{3,65+1}\operatorname{tg}\frac{60}{2}\right)^2} = 363\text{ kVA}.$$

Wenn der 300 kVA-Transformator nicht überlastet werden soll, sinkt die Nutzleistung sogar auf $363\,\frac{300}{314} =$ 347 kVA, was einer Ausnutzung des Parallelläufersatzes von 87 % entspricht.

Wollte man dem Aggregat volle 400 kVA entnehmen, so würden sich beide Transformatoren gemäß $K' = 1,1$ um weitere 10 % belasten, so daß sich für den 300 kVA-Transformator eine Belastung mit $314 \cdot 1,1 = 345$ kVA, für den 100 kVA-Transformator eine solche von $86 \cdot 1,1 = 95$ kVA ergäbe.

Die vorstehenden Untersuchungen beziehen sich auf den Sammelschienen-Parallelbetrieb. Beim Netzparallelbetrieb, bei welchem also längere Leitungsstrecken zwischen den Transformatoren liegen, werden die erwähnten Unzuträglichkeiten, die man sich durch das Fließen eines Ausgleichstromes I erklären kann, geringer, da der Scheinwiderstand der Leitungen diesen Ausgleichstrom herabsetzt.

Schließlich wird darauf hingewiesen, daß man durch gewollte Ungleichheit der Leerlauf-Übersetzungsverhältnisse einen künstlichen Ausgleichstrom I_0 hervorrufen kann, der den Ausgleichstrom I teilweise kompensiert. Die Güte der Kompensation ist von der Belastung und dem Leistungsfaktor abhängig, da I_0 der Größe und Phase nach konstant ist, während I die Schwankungen der Belastung und der Phasenverschiebung mitmacht. (M. Vidmar, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 457.) *R. K.*

Apparate.

Gitterglimmrelais. — Ein hochempfindliches Relais, das seinerseits ein normales Kontaktrelais betätigen kann, wird auf Anregung von D. D. Knowles von der Westinghouse Electric & Mfg. Co. gebaut. Das Relais ist eine mit einem Edelgas (z. Z. Neon) gefüllte Dreielektrodenröhre besonderer Bauart (Abb. 2). Die aus einem *Al*-Zylinder bestehende Kathode *K* umschließt konzentrisch zwei Drähte, die Anode *A* und das Gitter *G*. Zwischen Anode und Kathode liegen 440 V Wechselspannung. Das Gitter ist isoliert und kann durch Einschaltung irgendeines hochohmigen Widerstandes *W*, einer Photozelle, einer Flamme, Wasser oder dgl. an Erde gelegt werden. Ist das Gitter isoliert, so kann zwischen *A* und *K* kein Strom fließen. Die von *K* ausgehenden Elektronen sammeln sich auf *G* und bilden dort eine Ladung, die den Spannungsgradienten zwischen *K* und *G* erniedrigt, zwischen *G* und *A* erhöht. Der niedere Gradient zwischen *K* und *G* kann eine Glimmentladung nicht einleiten, jedoch ist auch trotz des hohen Gradienten zwischen *G* und *A* keine Entladung möglich, da der Abstand zwischen den Elektroden kleiner gewählt ist, als die mittlere freie Weglänge der Elektronen beträgt. Erst wenn der Gitterladung durch den bei *W* eingeschalteten bzw. entstehenden Widerstand die Möglichkeit zum Abfließen gegeben ist, vermag die angelegte Spannung einen Glimmstrom zwischen *A* und *K* zu erzeugen, der durch die Spule *S* ein normales Kontaktrelais betätigt. (El. World Bd. 89, S. 751.) *Wi.*

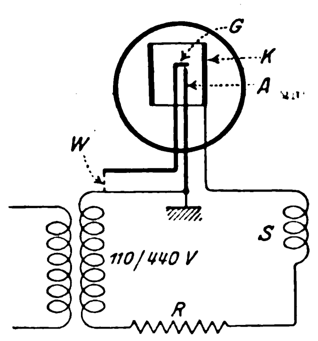


Abb. 2. Schaltung des Gitterglimmrelais.

Beleuchtung.

Lichttechnische Gesellschaft Karlsruhe. — In der Sitzung vom 8. XI. 27 berichtete der Vorsitzende über die Tagung der internationalen Beleuchtungskommission in Bellaggio, an der auch Deutschland zum ersten Male seit dem Kriege teilgenommen hatte. Die Programmarbeiten für die im nächsten Jahre in den V. S. Amerika stattfindende Hauptversammlung sind unter den Mitgliederstaaten aufgeteilt worden, Deutschland hat die Bearbeitung der „Straßen- und Fabrikbeleuchtung" sowie des „Beleuchtungsglases" zugewiesen erhalten. Professor J. Teichmüller arbeitet an dem lichttechnischen Wörterbuche mit.

In dem darauf folgenden Vortrage von Dipl.-Ing. R. G. Weigel sprach dieser über „Lichttechnik in den Siedlungshäusern der Stuttgarter Werkbund-Ausstellung". Die moderne Wohnungsarchitektur wird von dem Grundsatze der Sachlichkeit beherrscht, der Architekt tritt hinter dem Techniker zurück. Das ist ein Fortschritt, aber die Überspitzung dieses Grundsatzes kann leicht ins Verkehrte umschlagen. Technisches Raffinement kann der Wohnung den Charakter und die Stimmung des Heimes rauben. — Die neue Wohnungsbauform stellt auch der Beleuchtung neue Aufgaben, da sich diese nach den architektonischen Gesichtspunkten zu orientieren hat. Also auch die Leuchten müssen sich nach Form und Art in den Charakter des neuen Innenraumes einfügen; ihre Gestaltung muß den Gesetzen der einfachen Linie folgen; sie müssen sich der bewußten Raumbeschränkung und Raumausnutzung anpassen. Von neuen Leuchten, die diesen Anforderungen entsprechen, waren charakteristische Typen in Stuttgart anzutreffen, die an Hand von Lichtbildern vom Vortragenden kritisch besprochen wurden. Aber bei ihrer Anwendung wurde in zahlreichen Fällen gegen die elemen-



tarsten Forderungen verstoßen, die an eine gute Beleuchtung gestellt werden muß, gegen die Forderung der Blendungsfreiheit: Nackte oder ungenügend verhüllte, blendende, zumindest ungemütlich irritierende Glühlampen, besonders Soffittenlampen wurden nicht nur zur Allgemeinbeleuchtung (an niederen Decken oder an der Wand sitzend), sondern sogar zur Platzbeleuchtung (überm Arbeitstisch, am Herd usw.) verwendet. Manchmal boten sie sich dazu noch in unerträglichem Kontrast zu einer dunklen (bis schwarzen) Decke oder Wand dar (dann unglücklicherweise gerade in Augenhöhe). — Mitunter waren auch an sich gute und brauchbare Leuchten so ungeschickt angewandt (im falschen Raum, nicht am rechten Platz usw.), daß der durch sie hervorzubringende Beleuchtungserfolg doch wieder in Frage gestellt sein mußte. So war es z. B. verkehrt, mit einem ausgesprochenen Tiefstrahler (aus Aluminiumblech) als Familientischlampe, der zwar den Tisch ausreichend beleuchtet, den ganzen Raum aber in undurchdringlichem Dunkel verborgen sein läßt, Wohnzimmerbeleuchtung schaffen zu wollen.

Die Ausstellung ließ erkennen, daß der bedeutsame Versuch ein lehrreiches und für die fernere Entwicklung unstreitig wertvolles Spiegelbild davon war, wie die Architektur und als deren Begleiterin — durch sie angeregt und veranlaßt — auch die Lichttechnik zielbewußt um neue Form, neue Lösung ringen, beide beherrscht von dem Grundsatz neuzeitlicher Sachlichkeit. *lx*

Heizung.

Bügeleisenständer „Oka". — Durch Unachtsamkeit beim Gebrauch elektrischer Bügeleisen entstehen häufig Brandschäden; auch brennen vielfach, wenn das Eisen unter Strom stehen gelassen wird, die Heizdrähte durch. Man verwendet daher eine selbsttätige Ausschaltung des Stromes in den Bügelpausen, wodurch sich auch eine Stromersparnis ergibt. Ingenieur O. Kirsten, Berlin, baut jetzt einen Bügeleisenständer „Oka" mit selbsttätiger Ausschaltung, dessen Wirkungsweise aus Abb. 3 hervorgeht. Ein Druckknopfschalter *S* für 4 A wird durch einen zweiarmigen Hebel ein- und ausgeschaltet. Der Hebel ist an dem einen Ende mit der Platte *P* verbunden, auf welche das Bügeleisen gesetzt wird. Wird die Platte *P* heruntergedrückt, so geht der auf *S* ruhende Hebelarm in die Höhe und der Strom wird unterbrochen. Wenn man das Eisen wieder in die Hand nimmt, schnellt die Platte *P* durch die Spiralfedern *Sp* nach oben. Dann drückt der längere Hebelarm auf den Schalter *S*, wodurch der Strom wieder eingeschaltet wird. *Kst.*

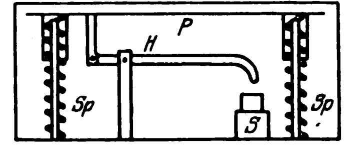


Abb. 3. Bügeleisenständer.

Installation.

Solco-Fassung. — Bei den bisher üblichen Fassungen ergeben sich Schwierigkeiten, einmal wenn die Fassung innerhalb einer Kaschierung montiert wird, wobei man mit einer Hand den Fassungstein hochhalten und mit zwei Fingern der anderen Hand den Mantel an den Fassungsboden anschrauben muß. Ferner kann sich beim Einschrauben der Lampe in ein Schnurpendel die Fassung leicht auseinanderschrauben, so daß der Laie plötzlich die auseinanderfallende Fassung in der Hand hat. Endlich läßt sich die Rohrnippelsicherung (Madenschraube) gegen unbeabsichtigtes Linksdrehen der Fassung bei geschlossenen Schalenhaltern nicht anziehen. Auf den letzteren Umstand sind in der Tat eine Reihe von Kurzschlüssen in Hausinstallationen zurückzuführen.

Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, verzichtet die Firma Solmersitz & Co., Berlin, zunächst auf das übliche die Fassungsteile zusammenhaltende Mantelgewinde. Wie Abb. 4 erkennen läßt, sind nur zwei Hauptteile vorhanden: der einteilige gewindelose Mantel *a* und der den Berührungsschutzrand *c* tragende Stein *b*. Der Stein *b* wird im Mantel *a* durch die Schieber *f*, *g* gehalten, die in eine Ausbuchtung *h* des Mantels *a* eingreifen. Die Herausnahme des Steines *b* aus dem Mantel *a* erfolgt durch Zurückdrehen des den Mittelkontakt bildenden Kegels *i* mittels eines einfachen Schraubenziehers. Die Schieber können dadurch nach innen ausweichen, und der Stein läßt sich ohne Behinderung aus dem Mantel herausziehen. Berührungsschutz ist dadurch gegeben, daß das Gewinde *k* (Abb. 5), welches als Träger der Lampe dient, stromlos ist und die eingeschraubte Lampe erst dann durch den in Achsrichtung der Fassung ausweichenden Kontaktlappen *e* Strom erhält, wenn der Lampenhals durch den Rand *c* gegen Berührung geschützt ist. Nach Lösen des Kegels *i*, der gegen völliges Abschrauben gesichert ist, und durch teilweises Herausziehen des Steines aus dem Mantel läßt sich der Ring *c* abnehmen, so daß Seidenschirme oder

Abb. 4. Solco-Fassung.

Abb. 5. Fassungstein der Solco-Fassung.

Schalen mit Hilfe der bisher gebräuchlichen Deckringe an der Fassung angebracht werden können. Die Nippelmutter *d* ist quer zur Achsenrichtung geschlitzt; der dadurch geschaffene obere Ring wird nach Anschrauben der Fassung an den Rohrnippel durch die Druckschraube *e* hochgedrückt; er wirkt also dann als Gegenmutter, und der Nippel ist gesichert. *fi*

Bahnen und Fahrzeuge.

Umsteigeverkehr der Berliner Stadtbahn. — Vom 1. I. 1928 ist ein Umsteigeverkehr zwischen der Stadtbahn und der Nahzone des Vorortverkehrs (Reichsbahn) einerseits und den übrigen Berliner Verkehrsmitteln (Straßenbahn, Omnibus und Hochbahn) anderseits zugelassen. Der Preis beträgt 0,30 RM bei Benutzung der dritten Wagenklasse auf der Reichsbahn; bei der zweiten Klasse kommt ein Zuschlag hinzu.

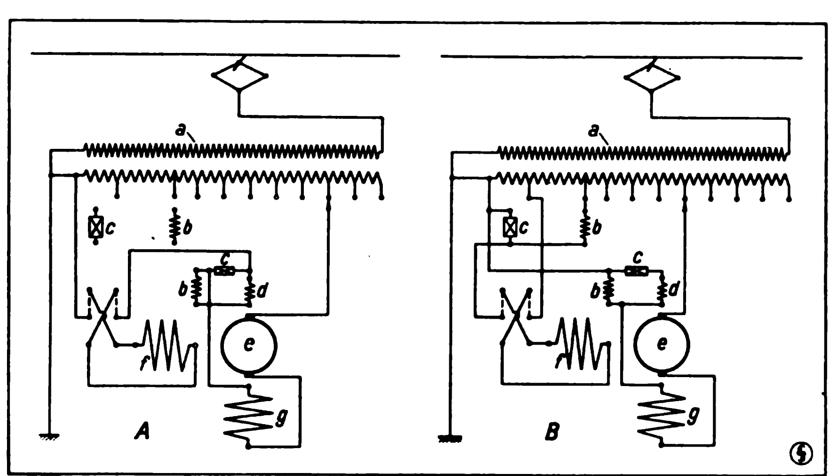
Gegenwärtiger Stand und nächste Ausdehnung des elektrischen Betriebes der Schweizerischen Bundesbahnen. — In den letzten Tagen des Jahres 1927 haben die Schweizerische Bundesbahnen (SBB) wiederum auf zwei wichtigeren Schnellzugslinien den elektrischen Betrieb neu aufnehmen können, nämlich auf der westschweizerischen Strecke Yverdon—Biel—Olten und auf dem Hauptstück Richterswil—Sargans der ostschweizerischen Strecke Richterswil—Chur; (man vergleiche hierzu die Abb. 1 auf S. 16 der ETZ 1926). Zugleich mit Richterswil—Sargans ist auch das laut S. 813 der ETZ 1927 nachträglich zur sofortigen Elektrisierung bestimmte Stück Sargans—Buchs für die elektrische Betriebsaufnahme bereit geworden derart, daß nunmehr die auf dem Bahnhof Buchs eintreffenden elektrisch geführten Züge der österreichischen Arlbergbahn auch wieder rein elektrisch durch die ganze Schweiz hindurch zur entgegengesetzten Grenze geführt werden. Der auf S. 15 und 16 der ETZ 1926 dargestellte Elektrisierungsplan ist damit zu rund 90 % verwirklicht; die für das Jahr 1928 noch verbleibenden 10 % (d. h. die Strecken Bern—Biel—Delsberg, Zürich—Schaffhausen, Winterthur—Romanshorn—Rorschach und Sargans—Chur) werden programmgemäß auf Ende 1928, zum Teil schon erheblich früher, für die Aufnahme des elektrischen Betriebs bereitstehen. Die erste Elektrisierungsperiode, entsprechend rund 50 % der Bahnlänge, erreicht damit ihren Abschluß, mit dem Ergebnis, daß rd. zwei Drittel des Gesamtverkehrs der genannten Bahnverwaltung endgültig elektrisch bewerkstelligt wird.

Vor kurzem hat nun die Verwaltung der SBB das Programm einer zweiten Elektrisierungsperiode bekanntgegeben, das weitere elf Strecken von zusammen 418 km Bahnlänge umfaßt und innerhalb eines Zeitraumes von 7 Jahren, mit einem jährlichen Geldaufwande von rd. 6,8 Mill. Fr (ohne etwaige Kraftwerksbauten, aber einschließlich Rollmaterial) abzuwickeln sein wird. Die Reihenfolge und die Einzellängen der bezüglichen Strecken sind die folgenden: Neuenburg—Chaux de Fonds (30 km), Delsberg—Basel (34 km), Delsberg—Delle (41 km), Wallisellen—Uster—Rapperswil (34 km), Biel—Locle (54 km), Bern—Luzern (84 km), Rorschach—Buchs (49 km), Neuenburg—Verrières (37 km), Uznach—Ziegelbrücke (13 km), Sonceboz—Moutier (25 km) und Giubiasco—Locarno (18 km). Der Zeitpunkt des Beginns dieser zweiten

Elektrisierungsperiode, von der im Hinblick auf den geringeren Verkehr der bezüglichen Linien wirtschaftliche Vorteile vorerst nicht zu erwarten sind, wird einstweilen noch offen gelassen. *W. K.*

Nutzbremsschaltung der Lokomotiven für die norwegische Ofotenbahn. — Die Ofotenbahn Riksgränsen—Narvik ist die Fortsetzung der Erztransportbahn Lulea—Kiruna—Riksgränsen auf norwegischem Gebiet. Wie die schwedische Strecke wird auch der norwegische Abschnitt mit Einphasenstrom 15 kV bei 15 Hz betrieben. In Richtung Riksgränsen—Narvik werden die vollbeladenen Züge von etwa 530 m Meereshöhe auf etwa 10 m gesenkt. Bei einer Streckenlänge von 38 km ergibt sich hierbei ein anhaltendes Gefälle von rd. 14 ‰. In umgekehrter Fahrtrichtung fahren die Züge mit nur geringer Fracht hinauf. Es liegt also ein ausgesprochener Ablauf-Betrieb vor. Unter diesen Umständen lag es also nahe, elektrische Nutzbremsung vorzusehen. Für die vier Doppellokomotiven, die den bekannten (1 C + C 1)-Lokomotiven für die Riksgränsbahn sehr ähnlich sind[1], wurde eine von den S S W ausgearbeitete Schaltung angenommen, die im Prinzip in Abb. 6 dargestellt ist. In der Bremsschaltung, die auf Grund eingehender Untersuchungen entwickelt wurde[1], wird der Reihenschluß-Motor in einen Nebenschluß-Generator verwandelt. Die Geschwindigkeit hängt dann von der Ankerspannung ab, die mit Hilfe der normalen Fahrschütze geregelt werden kann. Hört die Bremskraft auf, so läuft die Maschine als Nebenschlußmotor weiter. Im Nutzbremsbetriebe muß nun der Erregerstrom ungefähr in Phase mit der Netzspannung sein, dann ist es möglich, mit einem cos φ von nahezu 1 oder etwas Phasenvoreilung Strom ins Netz zu drücken. Dieser Umstand ist wichtig, weil er gestattet, Kraftwerksgeneratoren und Leitungsanlage von wattlosen Strömen zu entlasten.

[1] ETZ 1915, S. 399 u. 412.

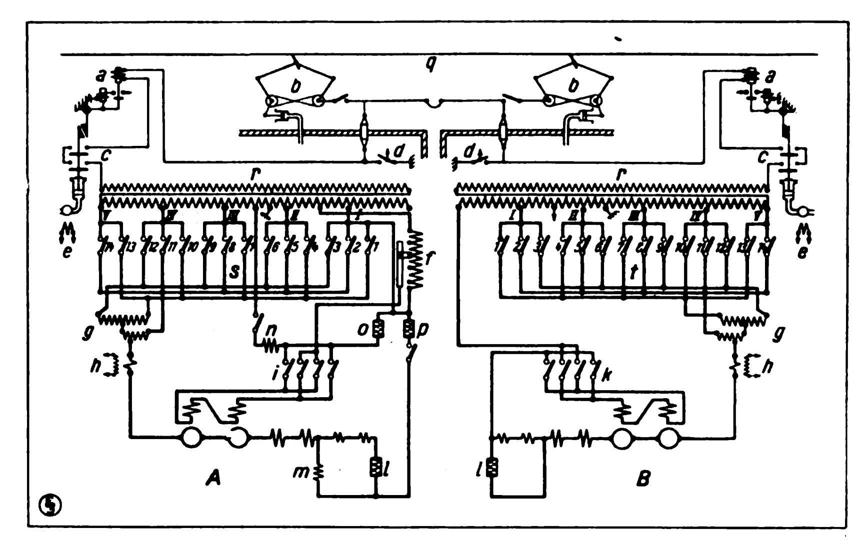


a Haupttransformator
b Drosselspule zur Wendepolerregung
c Widerstand
d Wendepol
e Anker
f Erregung
g Kompensation
h Drosselspule zur Hauptfelderregung

Abb. 6. Vereinfachte Schaltung der SSW-Lokomotive mit Nutzbremsung.

Die Erzielung der richtigen Phasenlage des Erregerstromes ist bei der SSW-Schaltung aus betriebstechnischen Gründen nicht durch umlaufende Maschinen, sondern durch zwei ruhende Geräte, Drosselspule *h* und Widerstand *c*, die keiner besonderen Wartung bedürfen, vorgenommen. Zwar wird ein Teil der Bremsenergie in dem Widerstand vernichtet und dadurch die nützlich an das Netz zurückgegebene Energie vermindert, doch stehen diesem praktisch belanglosem Nachteile die Einfachheit, Betriebsicherheit und ein günstiger Leistungsfaktor als große Vorteile gegenüber.

Eine Regelung im Erregerkreise ist im allgemeinen nicht notwendig und daher nicht vorgesehen. Für den funkenfreien Kommutatorgang wird beim Bremsbetrieb eine kleine zusätzliche Drosselspule *b* parallel zur Wendepolwicklung *d* geschaltet, die beim Fahrbetrieb kurzgeschlossen wird. Um hierdurch nicht auch zugleich die Wendepolwicklung *d* kurzzuschließen, liegt die Kurzschlußbrücke hinter einem Justierwiderstand *c*, der also zum Einstellen des richtigen Wendefeldes beim Fahren u n d beim Bremsen benutzt ist. Eine Selbsterregung des Motors über die Wendepole ist durch diese Wendepolschaltung ebenfalls vermieden. Anderen Möglichkeiten, durch die eine Selbsterregung mit Gleichstrom oder Wechselstrom hervorgerufen werden könnte, ist durch die SSW-Nutzbremsschaltung an sich der Weg verlegt. Die Gesamtschaltung der Lokomotive zeigt Abb. 7. Die Lokomotiven haben im Herbst 1925 ihren Dienst aufgenommen und allen hinsichtlich der Nutzbremsung gehegten Erwartungen entsprochen.



a Hochspannungs-Höchststromauslöser und Auslösespule des Ölschalters
b Scherenstromabnehmer
c Ölschalter
d Erdungsschalter mit Hochspannungskammertür blockiert
e Einschaltspule für Ölschalter (elektropneumatisch)
f Erregertransformator (Spannungsteiler)
g Schaltdrosselspulen
h Meßwandler
i Fahrtwendeschütze für Bremsen
k Fahrtwendeschütze für Fahren
l Kommutierungswiderstand
m Kommutierungsdrosselspule
n Drosselspule im Erregerkreis
o Widerstand im Erregerkreis
p Begrenzungswiderstand

Abb. 7. Schaltbild der Ofotenbahn-Lokomotive.

Sie arbeitet bei der Normalgeschwindigkeit von 40 km/h mit einem cos φ = 0,98, also recht günstig. Es hat sich auch gezeigt, daß außer der Lokomotive mit Sicherheit 850 t Zuggewicht elektrisch abgebremst werden können, was eine entsprechend geringere zusätzliche Benutzung der Zugbremse gestattet, die ursprünglich etwa zwei volle Drittel der gesamten Anhängelast von 100 t abbremsen sollte, also der Nutzbremsung nur etwa 650 t Last zuwies. *fi*

Hebezeuge und Förderanlagen.

Verringerung der Aufzugsgeschwindigkeit kurz vor dem Halten. — Je mehr man die Geschwindigkeit von Aufzügen erhöht, um so größer wird die Schwierigkeit, den leeren oder belasteten Korb immer genau in Stockwerkhöhe zum Stillstand zu bringen. In Génie civil Bd. 91, S. 221, wird von E. B o u c h i n o t eine von den Etablissements Baudet, Donon et Roussel ausgearbeitete Methode beschrieben, um die Geschwindigkeit kurz vor dem Halten des Fahrstuhls herabsetzen zu können, ohne daß die bestehende

[1] ETZ 1920, S. 541 u. 567.



mit Drehstrom betriebene Aufzuganlage geändert zu werden braucht. Man stellt einen aus einem Schleifring-Asynchronmotor *a* (Abb. 8) und einem damit gekuppelten Hilfsmotor *b* bestehenden Maschinensatz auf und verbindet die Schleifringe des erstgenannten Motors mit den Schleifringen des Aufzugsmotors *c*. Wenn der Rotor von *a* durch

a, *b* Motoren des Hilfsmaschinensatzes *d* Reglertrommel *f* Verzögerungschalter
c Aufzugsmotor *e* Etagenschalter *g* Winde

Abb. 8. Doppelaufzug mit Hilfsmaschinensatz.

den Hilfsmotor *b* gezwungen wird, eine Geschwindigkeit ω' anzunehmen, welche dem Werte ω des speisenden Netzes nicht entspricht, ergibt sich im Sekundärkreis eine Frequenz von $\omega - \omega'$ bzw. $\omega + \omega'$, je nachdem die Drehung des Rotors von *a* im Sinne bzw. entgegen der Netzfeldrichtung erfolgt. Um von einer Geschwindigkeit auf die andere überzugehen, braucht man nur die Anschlußleitungen des Stators von *a* zu vertauschen. Der Motor *b* kann ein synchronisierter Asynchronmotor oder ein Synchronmotor sein. Wichtig ist, daß die Verzögerung und die Bremsung, wie bei Gleichstrom, auf einen wenig umfangreichen Rotor wirkt, der infolgedessen auch ein geringes Trägheitsvermögen besitzt. Der Anlauf vollzieht sich mit normaler Geschwindigkeit, kurz vor Ankunft des Fahrstuhls in der betreffenden Etage treten die selbsttätigen Umschalter in Tätigkeit, und die Verlangsamung vollzieht sich ohne große Stöße. In der durch Abb. 8 dargestellten Ausführung eines Doppelaufzugs für ein Pariser Geschäftshaus besitzt der Aufzugsmotor eine Umdrehungszahl von 1500 min bei 50 Hz; der Hilfsmaschinensatz setzt sich zusammen aus einem Motor von 1000 Umdr./min und einem Motor von 1500 Umdr./min, der mit dem Aufzugsmotor schleifringseitig verbunden ist. Der mit einer leichten Bremse ausgerüstete Hilfsmaschinensatz läuft an und hält an gleichzeitig mit dem Hauptmotor. Er ist also stets bereit, die gewünschte Leistung für die Verlangsamung abzugeben, ohne daß er in den Pausen Energie verbraucht. Während die normale Geschwindigkeit im vorliegenden Falle 1,35 m/s beträgt, findet infolge Einschaltung des Hilfsmaschinensatzes Verringerung auf 0,45 m/s statt. Von der bestehenden Möglichkeit einer Erhöhung der Geschwindigkeit auf 2,25 m/s wurde kein Gebrauch gemacht. (E. Bouchinot, Génie civil Bd. 91, S. 221.) *Ka.*

Bergbau und Hütte.

Vergleichsversuche mit Schüttelrutschenmotoren. — Der Dampfkessel-Überwachungsverein der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund hat auf der Zeche Arenberg-Fortsetzung Versuche mit Schüttelrutschen durchgeführt, bei denen die Förderleistung und der Kraftbedarf sowie einige weitere Eigenschaften über das Verhalten im Betriebe geprüft wurden. Die Versuchsanlage war über Tage aufgestellt; die verwendete Rollenrutsche hatte gerade Laufbahnen, von denen die oberen eine Neigung von 8° hatten, die unteren söhlig verlagert waren; die Rutschenlänge betrug 105 m. Für den Antrieb wurden der Druckluft- und der Elektromotor herangezogen. Der in Abb. 9 dargestellte Motor der SSW treibt mittels Kuppelung ein Zahnradvorgelege an. Von einer Kurbelscheibe auf der Zahnradwelle wird die Rutsche durch eine verstellbare Schubstange unter Zwischenschaltung von Federn angetrieben. Je nach der Übersetzung des Motorgetriebes kann die Umdrehungszahl der Kurbewelle verändert werden, ebenso lassen sich die Räder *1* und *2* auswechseln. Zwecks Einstellung verschiedener Hublängen besteht die auf der Kurbelwelle *a* angebrachte Kurbelscheibe *d* aus zwei getrennten Scheiben *e* und *f*. Die Scheibe *e* sitzt exzentrisch auf der Kurbelwelle *a* und bildet mit ihr ein Stück. Die Scheibe *e* trägt exzentrisch den Kurbelzapfen *g*. In den Scheiben ist auf einem Kreise eine Anzahl von Löchern für die Aufnahme von Schraubenbolzen angeordnet, welche zum Zusammenhalten der Scheiben dienen. Durch Verdrehen der Scheiben gegeneinander sind vier verschiedene Hublängen einstellbar. Beim elektrischen Rutschenmotor (Abb. 10) der Firma Frölich & Klüpfel, Barmen, sind zur Erreichung verschiedener Hublängen die Lager *e* und *f* exzentrisch auf die beiderseitigen Kurbelzapfen *g* und *h* aufgeschoben. Durch Verdrehen der Lager um die Zapfen läßt sich ein mehr oder weniger großer Hub einstellen. Von dem Kurbelzapfen *g* aus erfolgt der Antrieb der Rutsche durch ein verstellbares Schubgestänge unter Zwischenschaltung einer Federbatterie. Die Hubzahl wird durch Veränderung der Zahnradübersetzung eingestellt. Die exzentrische Verlagerung der Kurbelwelle gegenüber dem Antriebszahnrad *a* soll eine Verstärkung der Bewegungsvorgänge bewirken, wie sie beim einfachen Kurbeltrieb auftreten.

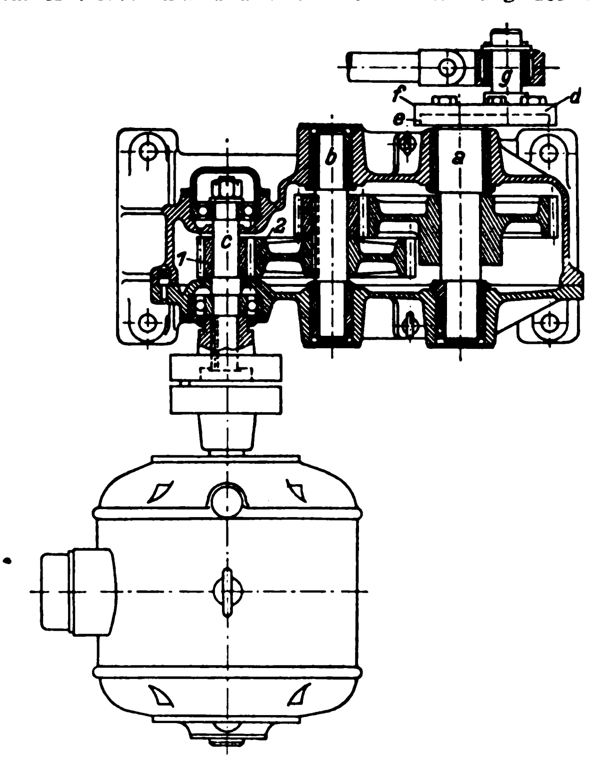


Abb. 9. Schüttelrutschenantrieb der SSW.

Ein Vergleich der von 6 Firmen zur Verfügung gestellten Druckluftantriebe mit den beiden vorstehend beschriebenen elektrischen Antrieben ergab, daß der elektrische Antrieb, wenn man die Rutschenmaschine allein



in Betracht zieht, ungefähr den doppelten Leistungsaufwand wie der Druckluftantrieb erfordert. Dieser Verbrauch erklärt sich daraus, daß die Getriebe, welche die kreisende Bewegung des Elektromotors in eine hin- und hergehende umsetzen, viel Kraft verzehren. Die Betriebskostenberechnung ergab bei einem Preise von 0,03 RM/kWh für Druckluftbetrieb 0,85 RM/h und für den elektrischen Betrieb nur 0,29 RM/h, während zur Verzinsung des Anlagekapitals einschließlich Abschreibungen und Reparaturen für den Druckluftmotor 0,76 RM, für die elektrische Antriebsmaschine 2,70 RM täglich aufzubringen sind. Berücksichtigt man Betriebskosten und Kapitaldienst, so ergibt sich, daß die Gesamtkosten von der täglichen Betriebszeit abhängen. Aus Abb. 11 ist ersichtlich, daß die Gesamtkosten für beide Betriebsarten geradlinig mit der Betriebszeit wachsen, und zwar steigen die Kosten des Druckluftbetriebes schneller als diejenigen des elektrischen. Beide Geraden schneiden sich bei täglich 3½ Betriebstunden, d. h. also: unter 3½ Stunden ist der Druckluftantrieb und darüber der elektrische Antrieb billiger. Bei Einschluß der beiderseitigen Netzkosten, welche in Abb. 11 außer Betracht gelassen wurden, würde sich dieser Schnittpunkt nach rechts verschieben und dürfte dann etwa bei 6 Betriebstunden zu suchen sein. Die Lage des Schnittpunktes hängt natürlich auch von der täglichen Förderleistung ab. (Glückauf Bd. 63, S. 553). *Ka.*

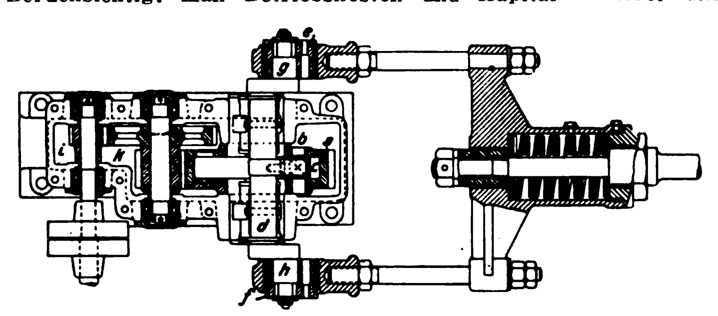


Abb. 10. Schüttelrutschenantrieb von Frölich & Klüpfel.

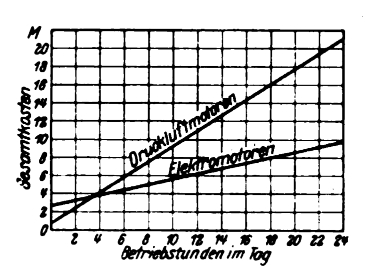


Abb. 11. Gesamtkosten bei verschiedener Betriebsdauer.

Fernmeldetechnik.

Der neue Deutschlandsender bei Königswusterhausen. — Am 20. XII. v. J. wurde in Gegenwart des Staatssekretärs Herrn Dr. Feyerabend, des Rundfunkkommissars Herrn Dr. Bredow sowie einer Anzahl geladener Gäste der von der Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. im Auftrag der Deutschen Reichspost errichetet größte Rundfunksender in Europa dem Betrieb übergeben. Hiermit ist der Ausbau des deutschen Rundfunknetzes zu einem gewissen Abschluß gelangt. Herr Postrat Semm vom Telegraphentechnischen Reichsamt gab vor der Einschaltung des Senders, die dann mit einem Druckknopfschalter erfolgte, in einem Vortrag Einzelheiten über die Anlage bekannt. Der neue Großrundfunksender ist mit allen Errungenschaften neuester Sendetechnik ausgerüstet. Er ist mit 75 kW Röhrenleistung doppelt so stark als der zweitgrößte deutsche Sender in Langenberg. Wir kommen auf die technische Ausführung der Anlage demnächst zurück.

Nebensprechen im Fernsprechkabel-Vierer. — R. Dunand bezeichnet als eigentliche Aufgabe einer Untersuchung der Induktionsvorgänge im Kabelvierer die Berechnung des restlichen Nebensprechens, wie es infolge der unvermeidlichen Fabrikationsmängel verbleibt. Die Lösung des Problems wird durch die Abhängigkeit des Nebensprechens von der Lage der Unsymmetrie wesentlich erschwert. Folgende wichtigste Punkte sind ausführlich behandelt: Das Nebensprechen infolge von Induktivitätsabweichungen an der Lage nach bekannten Pupinspulen und dasjenige infolge von Kapazitätsunsymmetrien an gegebener Stelle der Leitung, schließlich die Frage des etwaigen gegenseitigen Sichaufhebens ihrer Wirkungen. Auf zwei neuere Arbeiten von M. Rosen[1] und M. J. Carvallo[2] wird hingewiesen.

Zunächst wird die homogene Leitung auf ihre an sich bekannten Abgleichbedingungen untersucht; die elektromagnetische Koppelung bleibt außer Betracht. Dem Fernsprechvierer wird ein Telegraphierstrom mit Erdrückleitung überlagert angenommen. Für die somit vorhandenen 4 Stromkreise werden Gleichungen aufgestellt, welche die Unabhängigkeit der 4 überlagerten Verbindungen voneinander ausdrücken. Eine Widergabe der Ableitungen und Gleichungen der Originalarbeit ist wegen ihres Umfanges nicht möglich.

Die Untersuchung des Einflusses einer Unsymmetrie der „linearen Impedanz" an einer Stelle der Leitung führt zu Gleichungen, mit deren Hilfe das Nebensprechen und Gegen-Nebensprechen von Stamm auf Vierer und umgekehrt beurteilt werden kann; Übersprechen entsteht nicht. Analoge Gleichungen werden für eine Unsymmetrie der „linearen Admittanz" an einer Stelle der Leitung für das Übersprechen und Gegen-Übersprechen sowie für das Nebensprechen und Gegen-Nebensprechen von Stamm auf Vierer und umgekehrt entwickelt. Stets ist das Nebensprechen für Stamm auf Vierer und umgekehrt gleich.

Die entsprechenden Betrachtungen der gleichmäßig belasteten Pupinleitung für beide Fälle von Abweichungen ergeben wiederum Ausdrücke für das Nebensprechen und Gegen-Nebensprechen; ersteres ist wieder dasselbe für Stamm auf Vierer und umgekehrt, letzteres dagegen für beide Richtungen verschieden. Übersprechen entsteht wieder nur durch Admittanzunsymmetrie.

Alle diese Beziehungen setzen sich aus je zwei Faktoren zusammen: Der erste hängt nur von der Größe der betreffenden Abweichung und den Wellenwiderständen der beteiligten Kreise ab, er wird vom Verfasser „eigentliches Nebensprechen" genannt. Der zweite, als „Lagefaktor des Nebensprechens" bezeichnete hängt fast nur davon ab, an welchem Ende sich der Beobachter befindet: in den Lagefaktor gehen die Fortpflanzungskonstanten der betreffenden Kreise ein.

Die vereinfachten Endformeln für das „eigentliche Nebensprechen" gestatten, das Verhältnis des jeweils induzierten Stromes zum induzierenden im Produkt mit der Wurzel aus dem Quotienten der betreffenden Wellenwiderstände als Funktion von ω/ω_0 zu berechnen, wenn die Größe der Abweichung (ΔL bzw. ΔC) und die Konstanten L = Spuleninduktivität bzw. C = Spulenfeldkapazität der Pupinleitung gegeben sind. Z. B. gilt für das Nebensprechen vom Stamm auf Vierer:

$$\frac{\Phi_1}{J_1}\sqrt{\frac{Z_v}{Z_{St}}} = -\frac{j\,\Delta L}{\sqrt{L_{St}\,L_v}}\,\frac{\frac{\omega}{\omega_0}}{\sqrt{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

$$\text{bzw.} = -\frac{j\,\Delta C}{\sqrt{C_{St}\,C_v}}\,\frac{\frac{\omega}{\omega_0}}{\sqrt{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}.$$

Die Indices St bzw. v kennzeichnen Stamm bzw. Vierer; J_1 bzw. Φ_1 sind die Ströme am Anfang von St bzw. V, Z_{St}, Z_v die Wellenwiderstände, ω_{St}, ω_v die als wenig verschieden vorausgesetzten Grenzfrequenzen und $\omega_0 = \sqrt{\omega_{St}\,\omega_v}$ die mittlere Grenzfrequenz. Beim Gegen-Nebensprechen tritt links Φ_2 (Endstrom im Vierer) an die Stelle von Φ_1. Die Formel gilt auch für Nebensprechen und Gegen-Nebensprechen in Richtung V/St, wenn die linke Seite sinngemäße Indices erhält.

In der folgenden Zahlentafel sind hiernach für ein Kabel mit 1 mm Leiterstärke und Spulen von 0,176 bzw. 0,106 H in Abständen von 1,83 km „eigentliche Neben-

[1] Rosen, J. Inst. El. Engs. London, Bd. 44, S. 849.
[2] Carvallo, Ann. des Postes Bd. 14, S. 887.



sprech-Werte" für bestimmtes ΔL bzw. ΔC berechnet; dabei ist $\sqrt{L_{St}\, L_v} = 0{,}136$ H und $\omega_0 = 18\,400$.

	$\omega =$	5 000	8 000	10 000	15 000	
eigentliches Neben-sprechen	bei $\Delta L = 10^{-4}\,H$	125	220	300	650	10^{-6}
	bei $\Delta C = 100\,\mu\mu F$	78	113	190	400	10^{-6}

Das „eigentliche Nebensprechen" wächst also stark mit der Frequenz; es ist um so geringer, je größer ω_0; somit müssen die Pupinspulen um so sorgfältiger abgeglichen sein, je niedriger die Grenzfrequenz liegt.

Der Lagefaktor lautet für das Gegen-Nebensprechen bei Betrachtung V/St für kap. Abweichung im n. Feld einer Pupinleitung von N Belastungspunkten

$$e^{-\frac{N}{2}(\theta_{St}+\theta_v)+\left(\frac{N}{2}-n+1\right)(\theta_{St}-\theta_v)};$$

bei ind. Abweichung der n. Spule steht in der 2. Klammer ½ statt 1. Es bedeuten

$$\Theta_{St} = \sum\nolimits_{St} l \text{ und } \Theta_v = \sum\nolimits_v l, \ \sum\nolimits_{St} \text{ bzw. } \sum\nolimits_v$$

die Fortpflanzungskonstanten des Stammes und Vierers und l den Spulenabstand.

Die komplexen Größen $\Theta_{St} - \Theta_v$ bzw. $\Theta_{St} + \Theta_v$ lassen sich für einigermaßen von ω_0 verschiedene Frequenzen in ihrem reellen Teil als Differenz bzw. Summe der Dämpfungskonstanten α_{St} bzw. α_v darstellen; erstere kann gleich Null gesetzt werden, und man erhält für das Gegen-Nebensprechen den merklichen von der Lage der Abweichung unabhängigen Ausdruck

$$D_i\, e^{-\frac{N}{2}(\alpha_{St}+\alpha_v)},$$

worin D_i das „eigentliche Nebensprechen" bedeutet. Die Nebensprechdämpfung ermittelt man wie üblich als $\log_e$ des reziproken, vorstehend errechneten Betrages.

Der Phasenunterschied der in 2 Spulenfeldern n_1 und n_2 von gleichartigen Abweichungen herrührenden Nebensprechströme ist für beide Abweichungsarten ausgedrückt durch

$$A = 2(n_1 - n_2)\frac{\omega_{St} - \omega_v}{\omega_0}\,\frac{\frac{\omega}{\omega_0}}{\sqrt{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

im Bogenmaß. Die gegenseitige Kompensation der Abweichungen ist nur für kleine Werte von A (etwa $A < 1$) wirksam. Für obiges Beispiel erhält man $[n_1 - n_2] \leq 4$ für ω zwischen 0 und 14 000 und $A < 1$. Die Nebensprechströme können sich hier also teilweise aufheben, wenn ihre Entstehungsorte um höchstens vier Spulenfelder voneinander entfernt sind.

Der Lagefaktor lautet für das Nebensprechen bei kap. Unsymmetrie zwischen den Spulen n und $n-1$

$$e^{-(n-1)\left(\alpha_{St}+\alpha_v+4j\,\text{arc sin}\frac{\omega}{\omega_0}\right)},$$

für eine ind. Unsymmetrie der Spule n

$$e^{-\left(n-\frac{1}{2}\right)\left(\alpha_{St}+\alpha_v-4j\,\text{arc sin}\frac{\omega}{\omega_0}\right)}$$

Das Nebensprechen nimmt also schnell in dem Maße ab, wie sich die verursachende Abweichung vom Kabelanfang entfernt.

Beispiel: Ein Kabel mit $N\alpha_{St} = N\alpha_v = 1$ hat bei einer Abweichung, welche ein D_i von 100 Einheiten erzeugt, ein Nebensprechen von 100 bzw. 37 bzw. 13,5 Einheiten, wenn die Abweichung am Anfang bzw. in der Mitte bzw. am Ende der Leitung liegt.

Die Phasendifferenz der beiden von einer kap. Unsymmetrie eines Spulenfeldes und einer ind. Unsymmetrie der nächstgelegenen Spule herrührenden Nebensprechströme ist

$$2\,\text{arc sin}\frac{\omega}{\omega_0}.$$

Diese Größe wächst schnell mit ω; hierdurch wird die gegenseitige Kompensation zweier benachbarter Abweichungen im Fernsprech-Frequenzbereich unmöglich. Je niedriger ω_0, um so enger ist der Bereich, in welchem überhaupt diese Kompensation wirksam wird. (R. Dunand, Rev. Gén. de l'El. Bd. 20, S. 621 u. 661.) *Eg.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Eine Lenardröhre hoher Leistung. — Da es P. Lenard als erstem gelang, Kathodenstrahlen aus einer Entladungsröhre durch eine dünne Metallfolie in die Luft austreten zu lassen, bezeichnet W. Hofmann, Rudolstadt, derartige Röhren allgemein als Lenardröhren[1]. Die von Hofmann benutzte Röhre ist bereits am Schluß eines Aufsatzes[2] erwähnt, in dem die von W. D. Coolidge[3] entwickelte Röhre und die mit ihr erzielten Leistungen genannt sind. Hofmann hat seine Röhre gleichzeitig und unabhängig von Coolidge gebaut, indem er alle technischen Fortschritte welche im Bau von Glühkathoden-Röntgenröhren gemacht waren, auf die Konstruktion einer Lenardröhre anwandte. Er kommt im wesentlichen zu ganz ähnlichen Ergebnissen wie Coolidge. Es wird hier deshalb auch nur auf die Einzelheiten hingewiesen, in denen sie sich unterscheiden. Die Abb. 12 ist mit der Abb. 1, S. 687, zu vergleichen. Man hat eine Glühkathode mit Sammelvorrichtung g (bei Coolidge c und t) und ein Anodenrohr r (k). Der Anodenkopf a (r) ist ebenfalls durchlöchert u (b), mit einer Kühlvorrichtung k (m) versehen und trägt eine hart aufgelötete Nickelfolie l (a) von 0,03 mm (0,0127 mm) Stärke. Die Entgasung ist so vorzüglich, daß der Ansatz d von Coolidge mit der unbequemen Kühlung mit flüssiger Luft fehlen kann. Um diese gründliche Entgasung zu erzielen, ist noch eine besondere Glühkathode d eingebaut, mit deren Hilfe das Anodenrohr r gut entgast werden kann. Im Gegensatz zu Coolidge enthält das Anodenrohr r eine Metallplatte m mit der Öffnung o. Man erreicht durch diese Platte zwischen der Kathode und Anode eine solche Potentialverteilung, daß eine größere Zahl von Elektronen durch die Öffnung im parallelen Strahl tritt und ungestört durch das Anodenrohr r zum Lenardfenster l gelangt. Derartige Röhren werden mit etwa 150 kV und 5 mA betrieben. Anwendungsmöglichkeiten liegen zunächst wohl hauptsächlich auf dem Gebiet der Biologie und Medizin[4], jedoch ist auch an eine Beeinflussung chemischer Vorgänge zu denken. (W. Hofmann, Forschungen und Fortschritte, Bd. 3, S. 239.) *Lü.*

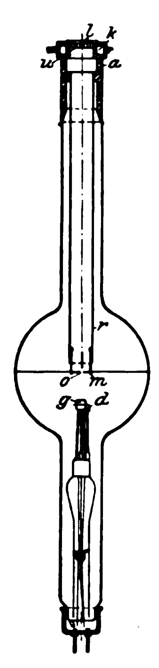


Abb. 12. Lenardröhre nach W. Hofmann.

Zur Tangensformel von Breitfeld. — G. Hauffe weist nach, daß die von Breitfeld 1899 veröffentlichte Formel[5] zur Berechnung der Phasenverschiebung in einem symmetrisch belasteten Drehstromsystem einen Spezialfall darstellt von einer allgemeinen Gleichung, die für das symmetrisch belastete n-Phasensystem ohne Nullleiter aus den Angaben der $(n-1)$ notwendigen Leistungsmesser den Tangens des Phasenverschiebungswinkels zu berechnen gestattet. Aus der Summe der Angaben dieser Leistungsmesser und aus einer völlig beliebigen additiven Kombination, in der mindestens eine Leistungsmesserangabe negativ eingesetzt werden muß, läßt sich $\text{tg}\,\varphi$ berechnen. Die Freizügigkeit in der Kombination der Angaben ergibt eine entsprechende Vielzahl von Gleichungen für $\text{tg}\,\varphi$. Durch zweckmäßige Zusammenfassung der Angaben läßt sich eine verhältnismäßig einfache Gleichung erzielen. (G. Hauffe, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 104.)

Chemie.

Neue Fortschritte in der Elektrochemie[6]. — In den V. S. Amerika und Kanada hat die Elektrometallurgie im letzten Jahrzehnt gewaltige Fortschritte gemacht. Abb. 13 zeigt, wie stark die Zahl der Elektrostahlöfen von 1910 bis 1925 zugenommen hat. Für die Herstellung der Edelstähle ist die Erzeugung von Ferrolegierungen, besonders kohlenstoffarmem Ferrochrom, wichtig. In der Gelbgießerei hat der elektrische Ofen mit Widerstands- oder Induktionsheizung den alten

[1] W. Hofmann, Forschungen u. Fortschritte, Bd. 3, S. 239.
[2] Lübeke, ETZ, 1927, S. 686.
[3] W. D. Coolidge, J. Franklin-Inst. Bd. 202, S. 693,
[4] W. E. Pauli, Dt. Med. Wochenschr. 1927, und frühere Veröffentlichungen desselben Verfassers.
[5] Breitfeld, ETZ 1899, S. 120.
[6] Prof. Colin G. Fink, New York, Mining and Metallurgy Bd. 8, S. 52.

Tiegelofen mit seinem starken Abbrand und den giftigen Dämpfen verdrängt. Wünschenswert ist ein Ofenfutter, welches der höchsten Hitze standhält. Reine Magnesia verträgt 2200°; ein Gemisch von Thor- und Zirkonoxyd schmilzt erst bei 3000°, ist aber zu teuer.

Aluminium wird durch elektrolytische Raffination bis auf 99,97 % gebracht. Die Aluminum Co. of America verwendet hierzu eine Fluoridschmelze, welche durch Zusatz von Bariumfluorid so schwer gemacht ist, daß das kathodisch abgeschiedene reine Aluminium auf ihr schwimmt. Als Anode dient das unreine Aluminium, welches mit Kupfer legiert wird, damit es am Boden des Bades bleibt. Das reinste Aluminium ist weicher und dehnbarer als das gewöhnliche 99,45proz. Aluminium und wird von Salzsäure nur sehr langsam angegriffen.

Magnesium wird jetzt nach Harwey aus einer Fluorid-Magnesiaschmelze abgeschieden; durch Destillieren kann daraus ein Metall mit 99,97 % gewonnen werden. Von Magnesiumlegierungen sei das außerordentlich zähe Dow-Metall genannt, welches etwa 95 % *Mg*, 2 % *Cu* und ein wenig Nickel enthält.

Elektrolyteisen wird von der Niagara Electrolytic Iron Co. in einer großen Anlage in Niagara-Falls nach dem Verfahren von Boucher-Bouchayer hergestellt, in dem es auf einer sich drehenden Stahlwelle (etwa 12 cm Dmr. und 3 m lang) niedergeschlagen wird. Durch Erhitzen wird dem Niederschlag der Wasserstoffgehalt entzogen, welcher das Eisen brüchig macht; dann wird er zwischen Rollen etwas ausgewalzt, so daß sich das fertige Eisenrohr von der Welle abziehen läßt. Die Brüchigkeit des elektrolytisch niedergeschlagenen Eisens ist im Gegenteil der Western Electric Co. wertvoll; in ihrer Anlage zu Hathorne, Ill., wird das Eisen auf Stahlblechkathoden bis zu einer Dicke von etwa 5 mm niedergeschlagen und dann mit dem Hammer zerkleinert. Die Bruchstücke werden fein gemahlen, mit Schellack und etwas Zinkoxyd gemischt und endlich in Ringe für Pupinspulen gepreßt.

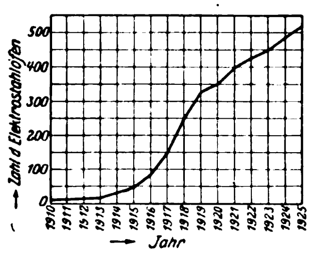


Abb. 13.

Beim Vernickeln ist der Mißstand, daß Nickelüberzüge nicht selten infolge eines Wasserstoffgehaltes abblättern, von Fink und Madsen dadurch beseitigt worden, daß dem Nickelsulfatbade Wasserstoffperoxyd zugesetzt wird, welches den Wasserstoff zu Wasser oxydiert. Auf diese Weise werden von der International Nickel Co. auch nahtlose Rohre aus reinem Elektrolytnickel erzeugt, welche chemisch sehr widerstandsfähig sind.

In der Metallurgie des Kupfers ist neben dem Flotationsverfahren auch im Laugen von geringhaltigen Kupfererzen ein großer Fortschritt erzielt worden. Bei der Utah Copper Co. wird das zerkleinerte, weniger als 1½ % Kupfer enthaltende Erz in hausgroßen Zementgefäßen gelaugt, welche mit Asphalt ausgekleidet sind. In Chuquimata (im nördlichsten Chile) werden täglich gegen 120 000 t Erz ausgezogen. Hier wird bei der Elektrolyse dieser nitrathaltigen Laugen eine Anode aus einer Kupfersiliziumlegierung verwendet.

Elektrolytzink wird heute in fünf großen Anlagen gewonnen, von denen die größten sich in Anaconda, V. S. Amerika, in Trail (Kanada) und in Risdon (Tasmanien) befinden. Das chlorierende Laugen des Zinkerzes wird, wie Hale und Fink fanden, durch eine Spur von Brom sehr beschleunigt.

Der elektrolytische Schutz von Kesseln gegen Korrosion wird nach dem Kirkaldy-Verfahren von verschiedenen großen Firmen durchgeführt. Die kathodische Reduktion wurde von Fink und Eldridge ausgenutzt, um alte römische Bronzemünzen wiederherzustellen, deren Oberfläche im Erdboden zu Kupferkarbonat verrottet war. Sie wurden zwischen Bleianoden in zweiprozentige Natronlauge gehängt; nach drei bis sechs Wochen, einigemal nach 2½ Jahren, war die Oberfläche zu Kupfer reduziert und zeigte oft alle Feinheiten des Gepräges!

Zum Schluß weist Fink auf die Vorzüge des Verchromens hin, welches den besten Schutzüberzug für hohe Temperaturen und stark beanspruchte Flächen gibt. *K. A.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Gemeinsame Regelung von Dampfkesseln. — James Ingalls, der Vorstand der Prüfabteilung des Brooklyn-Manhattan-Elektrizitäts-Konzerns, berichtet über Erfahrungen im Kraftwerk Williamsburgh, dessen 72 Kessel von 560 m² seit dem Juli 1926 vollkommen selbsttätig durch 180 Feuerungsregler der Smoot Engineering Corporation betrieben werden. Durch die Regler wurde nicht nur Kohle gespart, sondern die Betriebsweise der Kessel ließ sich grundlegend verbessern.

Bevor der vollkommen selbsttätige Betrieb eingeführt wurde, gelang es nicht, alle Kessel, die in zwölf Reihen mit je sechs Einheiten stehen, gleichmäßig zu belasten, trotzdem schon früher einzelne Feuerungsregler benutzt wurden. Ferner kann jetzt das Aufbänken der Feuer auf die Nachtstunden beschränkt werden, da sich durch die feinfühlige stetige Rostregelung die tiefste Dauerlast um 40 % senken ließ. Dadurch geben auch die Kessel die Morgenspitze ohne jedes Überspeisen der Roste nach der Tieflast während der Nacht mühelos her. Die Kosten für Instandsetzung der Roste und Feuerräume haben sich vermindert, denn beim selbsttätigen Betrieb werden nicht einzelne Kessel wegen ungleichmäßiger Lastverteilung oder alle Kessel bei starken Laständerungen überregelt, sondern die Kessel folgen in jedem Augenblick genau der Belastung. Seitdem die Regler in Betrieb sind, entstand kein Zusammenbruch der Anlage mehr. Gelegentlich einer Arbeitsruhe sank die Last plötzlich von 80 000 kW auf 26 000 kW und stieg dann nach einigen Minuten annähernd wieder auf den früheren Wert. Diese Laständerung wurde von den Reglern ohne den geringsten Eingriff durchgeführt, der Dampfdruck wich dabei nur um ± ⅓ at vom normalen ab. Im gewöhnlichen Dauerbetrieb ändert sich der Dampfdruck von 14 at nur um ± ⅙ at, trotzdem die Last zwischen 18 000 und 106 000 kW schwankt.

Für die ganze Regelanlage ist ein gemeinsames Hauptsteuerwerk vorgesehen, das den Dampfdruck als Maß für die Belastung durch Druckluft auf 4 Gruppensteuerwerke überträgt, die ihrerseits je 18 Kessel steuern. Die Rostantriebe von je 6 Kesseln einer Reihe haben eine durchgehende Steuerwelle, die von einem Brennstoffregler (mit einer Reserve) gesteuert werden. Je 6 Kessel erhalten ferner ihre Luft vom gleichen Unterwindkanal, in den zwei turbinenangetriebene Gebläse speisen, von denen jedes unter dem Einfluß des Gruppensteuerwerkes steht. An jedem einzelnen Kessel wird außerdem die Unterwindklappe und damit die Luftzufuhr vom Gruppensteuerwerk geregelt und die Rauchgasklappe vom Unterdruck im Feuerraum.

Die Kraftgetriebe der Regler arbeiten mit Drucköl von 9 at, das für die ganze Anlage gemeinsam von einer zweistufigen Pumpe (mit einer Reserve) gefördert wird. Die Druckluft, durch welche die Belastung vom Hauptsteuerwerk auf die Gruppensteuerwerke und von dort auf die Einzelregler übertragen wird, entnimmt man dem allgemeinen Druckluftnetz mit einer dampf- und einer elektrischangetriebenen Pumpenreserve, die selbsttätig bei sinkendem Druck der Luftleitung eingreifen.

Für die vielen Regler genügt ein Mann in jeder Schicht, der sich in der Warte des Hauptsteuerwerkes aufhält, und zwei Monteure während der Tagesschicht für die übrigen Regler. Von kleineren Eingriffen abgesehen, brauchen die Regler nur halbjährlich überholt und vollkommen gereinigt zu werden.

Der Mann in der Warte des Hauptsteuerwerkes steht durch Lichtsignal, Horn und Telephon mit den einzelnen Teilen des Kesselhauses in Verbindung. Er veranlaßt das Stillsetzen oder Einsetzen von Kesseln. Notwendige Änderungen im geregelten Luftüberschuß werden nach der Warte gemeldet und von dort aus eingestellt.

Auf diese Weise soll sich die umfangreiche Kesselanlage, die sich bisher nur schwer und unwirtschaftlich betreiben ließ, durch die Regler leicht beherrschen lassen. (I. A. Ingalls, Power Bd. 66, S. 770.) *T. St.*

Verschiedenes.

Verlegung des erdmagnetischen Observatoriums. — Der im nächsten Frühjahr beginnende elektrische Betrieb der Stadtbahnstrecke bis Potsdam, bei dem Gleichstrom mit Schienenrückleitung zur Verwendung kommt, wird so starke vagabundierende Ströme hervorrufen, daß das Potsdamer erdmagnetische Observatorium nicht länger imstande sein wird, wissenschaftlich brauchbare Ergebnisse zu gewinnen. Eine Verlegung der bisher hier noch fortgesetzten Beobachtungen an die Hilfstationen bei Seddin, in der be-



reits seit 20 Jahren (wegen der Störungen durch die Potsdamer Straßenbahn) die Hauptregistrierungen ausgeführt worden sind, würde große Kosten verursachen, ohne dauernde Hilfe zu bringen, da auch die Vorortstrecke bis Beelitz-Heilstätten, die in 2 km Entfernung von der Seddiner Station vorüberführt, in absehbarer Zeit elektrisiert werden soll. Es erschien deshalb am zweckmäßigsten, das, was nach wenigen Jahren doch unvermeidlich werden wird, sogleich zu tun, d. h. den gesamten magnetischen Beobachtungsbetrieb schon jetzt an einen anderen voraussichtlich dauernd vor solchen Störungen geschützten Ort zu verlegen. Dabei mußte nach Möglichkeit darauf gesehen werden, daß der Abstand von dem bisherigen Beobachtungsort nicht größer als unbedingt nötig sei, damit die Beobachtungen der neuen Station noch mit hinreichender Genauigkeit als Fortsetzung der bisherigen Reihe angesehen werden können. Auch praktische Erwägungen machten es wünschenswert, die neue Station in solcher Nähe zu haben, daß sie bequem und schnell (mit Auto) von Potsdam aus erreicht werden kann. Die gesamte Verwaltung sowie die Bearbeitung der Ergebnisse der Beobachtungen soll nämlich hier weitergeführt werden, was aus verschiedenen Gründen vorteilhaft, um nicht zu sagen notwendig ist. Es wird deshalb voraussichtlich ein Punkt an der von Treuenbrietzen aus westwärts führenden Landstraße gewählt werden. Doch ist die endgültige Entscheidung zwischen mehreren in Betracht gezogenen Stellen noch nicht erfolgt. *St.*

Elektrotechnische Neuerungen. — Die in der ersten Märzwoche 1928 im Hause der Elektrotechnik zu Leipzig stattfindende Frühjahrsausstellung wird wieder eine Fülle von Neuerungen der elektrotechnischen Industrie aufweisen. Wer über seine Neuerungen noch nichts veröffentlicht hat, tut gut, einen kleinen Originalbericht mit Abbildungen für das Frühjahrsmesseheft der ETZ bis 20. I. 1928 an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstraße 23/24 IV, zu senden.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Ausstellungen, deren Beschickung der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie nicht empfiehlt. — Nach Mitteilung des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes hat der Z.V. seinen Mitgliedern empfohlen, die Fleischereimaschinen-Ausstellung Breslau 1928 ebenso wie die gleiche für 1929 geplante Ausstellung und die Wohnungsbau-Ausstellung Ludwigshafen 1928 nicht zu beschicken.

Der VDMA auf der Leipziger Frühjahrsmesse. — Der Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, Berlin, hat erstmalig zur kommenden Großen Leipziger Technischen Messe und Baumesse (4./14. III.) die Hallen 6, 8 und 21, vorläufig auf drei Jahre, in eigene Regie übernommen. In ihnen können Mitglieder und Nichtmitglieder Aufnahme finden. Der Verein strebt, wie das Leipziger Meßamt schreibt, eine starke Konzentrierung der messefähigen deutschen Maschinenindustrie sowie eine eindrucksvollere Gruppierung der ausgestellten Erzeugnisse in den einzelnen Hallen an und setzt sich für den weiteren Ausbau der Messe in bezug auf solche Fachzweige ein, für die sich die Leipziger Messe besonders eignet.

Erweiterung der Fachveranstaltung für Schleiftechnik auf der Kölner Frühjahrsmesse. — Die zur Kölner Frühjahrsmesse (12./17. II.) vorgesehene Fachveranstaltung für Schleiftechnik soll zu einer alle Verfahren des Oberflächenschutzes umfassenden Schau erweitert werden, so daß außer den schleiftechnischen Verfahren vor allem auch das Galvanisieren, Verchromen und Anstreichen zur Darstellung gelangt. Dementsprechend werden sich die mit der Veranstaltung verbundenen technisch-wissenschaftlichen Tagungen auf das erweiterte Ausstellungsgebiet einstellen.

Breslauer Frühjahrsmesse. — Die Dauer der diesjährigen Breslauer Frühjahrsmesse ist nach dem Berl. Börs.-Cour. der Kostenersparnis wegen auf den 11. und 12. III. beschränkt worden.

Eine französische Industrie-Ausstellung in Griechenland 1928. — Wie die Ind. Handelszg. berichtet, besteht der Plan, in Athen (Palais der olympischen Ausstellungen) eine große französische Ausstellung zu organisieren, um die industriellen und Handelskreise Griechenlands auf die Erzeugnisse der französischen Industrie aufmerksam zu machen und für diese Absatzgebiete zu gewinnen. Der Berichterstatter bemerkt dazu, daß das Unternehmen dem englischen wie auch dem deutschen Handel auf den griechischen Märkten Schwierigkeiten bereiten werde, um so mehr, als Deutschland trotz der Aufnahmefähigkeit des griechischen Platzes es immer mehr vernachlässige, dort Industriepropaganda zu treiben.

Internationale Ausstellung der Großindustrie, der reinen und angewandten Wissenschaften, Lüttich 1930. — Die Geschäftstelle des hier[1] schon erwähnten Unternehmens (Lüttich, Place St. Lambert 4) hat nunmehr das amtliche Programm für die zur Hundertjahrfeier der Unabhängigkeit Belgiens geplante Ausstellung versandt. Aus ihm geht u. a. hervor, daß der Elektrizität als Gruppe 13 in der Abteilung Großindustrie die zehn Klassen 21/30 zugewiesen sind. Diese umfassen die Erzeugung elektrischer Arbeit, deren Übertragung und Verteilung, die Anwendung der Elektrizität in den verschiedenen Industrien, Fabrikbeleuchtung, Fernsprech- und Telegraphenindustrie, Apparate und Geräte zum Messen, Registrieren und Regeln nebst Sicherheitsvorrichtungen sowie endlich Pläne, Statistiken, Entwürfe und Veröffentlichungen, die sich auf die Elektrizität beziehen. Natürlich hat man die Elektroindustrie auch in Gruppe 5, „Angewandte technische Wissenschaften" berücksichtigt.

Ständige Ausstellung technischer Neuheiten und Erfindungen in Moskau. — Nach der Ind. Handelszg. hat die Staatliche Handelsstelle der RSSR. (Gostorg) in Moskau eine dauernde Ausstellung technischer Neuheiten und Erfindungen eröffnet, die in alle drei Monate wechselnde Sektionen eingeteilt ist. Außer speziell für diese Schau bestimmten Gegenständen werden auf die Dauer von zwei bis drei Monaten auch die vom Gostorg aus dem Ausland für die Ausrüstung der Industrie eingeführten Maschinen gezeigt, soweit sie technisch letzte Neuheiten darstellen.

Energiewirtschaft.

Wärmespeicher. — Das Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen behandelt in Heft 12 des letzten Jahrganges die Frage der Wärmespeicher in einer Reihe von Aufsätzen, die einen geschlossenen Überblick über den heutigen Stand der Erkenntnis und namentlich über die praktischen Aussichten der Anwendung von Wärmespeichern liefern sollen. In einer einleitenden Abhandlung von Pauer werden die Aufgaben, Formen und Anwendungsgebiete von Energiespeichern ganz allgemein behandelt. Es wird gezeigt, daß Schwankungen im Energiebedarf unvermeidlich sind und zu Störungen der Energieerzeugung führen müssen, wenn letztere eine Umwandlung der Energie in mehreren Stufen, also z. B. die Umwandlung von Brennstoffwärme in mechanische und von mechanischer Energie in elektrische, bedingt, weil sich diese Umwandlungen niemals gleich schnell oder zu gleichen Zeiten vollziehen. Neben den mechanischen Kraftspeichern, unter denen die hydraulischen Speicher die bekanntesten sind, werden sodann die verschiedenen Formen der Wärmespeicher und die elektrischen Speicher gekennzeichnet.

Mehrere Aufsätze weisen ferner an Beispielen aus der Praxis die Vorteile nach, die in gewissen Fällen durch den Einbau von Wärmespeichern erzielt worden sind. In einem Textilbetrieb hat man z. B. durch Aufstellung eines Speichers von 80 m³ Inhalt und 5000 kg Speichervermögen zwischen 5 und 1 atü in allen Abteilungen das Ausbringen in der Lohnstunde um 35 bis 65 % steigern können und außerdem erreicht, daß der kleinere der vorhandenen Dampfkessel außer Betrieb gesetzt werden konnte, während früher sogar beide Kessel kaum imstande waren, die Spitzen im Dampfbedarf zu decken. In einer Zuckerfabrik konnte man nach Einbau eines Ruthsspeichers die täglich verarbeitete Menge von 1300 auf 1925 t steigern, ohne das Kesselhaus erweitern zu müssen. Daneben ließ sich auch der spezifische Wärmeaufwand für die Einheit der erzeugten Zuckermenge um etwa 10 % vermindern. Besonders deutlich zeigen sich diese Erfolge des Ruthsspeichers in dem Fall einer chemischen Fabrik mit einem mittleren Dampfverbrauch von etwa 7000 kg/h, deren Betrieb wegen der starken Schwankungen im Dampfbedarf während der Tagesschicht nur mit zwei Kesseln von je 250 m² Heizfläche aufrecht erhalten werden konnte. Nach Einbau eines

[1] ETZ 1927, S. 1464.



Ruthsspeichers von 64 m³ Inhalt und 4000 kg Speichervermögen vermochte man in der Tagesschicht mit einem der Kessel durchzufahren, obgleich der mittlere Dampfbedarf auf etwa 9000 kg/h gestiegen war. Hier hat man also die im Betrieb zu erhaltende Heizfläche der Kessel auf die Hälfte verringern und trotzdem das Ausbringen um 30 % erhöhen können. Daß sich unter so günstigen Verhältnissen die Baukosten der Speicheranlage sehr schnell herauswirtschaften lassen, ist leicht einzusehen.

Auch von erfolgreichen Anwendungen der Speicherung in elektrischen Kraftbetrieben werden mehrere Beispiele mitgeteilt, die als kennzeichnend für die verschiedenen Möglichkeiten angesehen werden können. Als Beispiel der reinen Ausnutzung der überschüssigen Energie einer Wasserkraftanlage zur Gewinnung von Dampf und Heißwasser in Elektrokesseln dient eine Anlage, die im Frauenspital Basel errichtet wurde und in der ein Drehstrom-Elektrodampfkessel für 1200 kW Leistung, Bauart Escher, Wyss & Cie., in Verbindung mit einem Speicher von 31 m³ Inhalt für 12 atü betrieben wird. Der im Elektrokessel erzeugte Dampf wird in das Wasser des Speichers eingeführt, dem man den Dampf oben im Dampfdom entnimmt. Im Betriebsjahr 1926 hat die Anlage 3 Mill. kWh Überschußenergie verarbeitet und der Stadt eine Ersparnis von etwa 450 t Koks eingebracht. Als wertvoll hat sich namentlich die Verbindung von Elektrokessel und Speicher erwiesen, weil beim Ausbleiben des Stromes der Speicher imstande ist, Störungen von 1 bis 2 h Dauer zu überbrücken. Das ist für einen so lebenswichtigen Betrieb wie ein Krankenhaus besonders zu beachten.

Als zweites Beispiel der Speicherung im elektrischen Kraftbetrieb wird das reine Elektrizitätswerk behandelt. Hier machen sich die Vorteile der Speicherung nach zweierlei Richtung hin geltend. Einmal kann man zur Bewältigung der ständig zunehmenden Winterspitzen Speicher verwenden und die Aufstellung neuer Kessel sparen, die höhere Anlagekosten verursachen würden, wenn wenigstens ein Teil der Dampfturbinen für den gemischten Frischdampf- und Speicherdampfbetrieb eingerichtet ist. Dann aber ist der mit Dampf geladene Speicher als Augenblickreserve von hohem Wert, weil er Störungen in der Stromabgabe verhindert, wenn z. B. der Strom aus einer Überlandleitung ausbleibt. Eine Anlage dieser Art, die aus zwei Ruthsspeichern von je 300 m³ Inhalt und einer Turbodynamo von 6000 kW für gemischten Frischdampf- und Speicherdampfbetrieb besteht, stellt die AEG z. Z. im Kraftwerk Oberlungwitz auf. Die Kesselanlage dieses Werkes reicht zwar nur zur Erzeugung von Dampf für 5000 bis 6000 kW aus, doch kann das Werk Lastspitzen von 9600 kW bewältigen. Im Sommer, wenn es den gesamten Strombedarf aus dem 30 kV-Überlandnetz entnimmt, wird nur ein kleiner Kessel in Betrieb erhalten. Der voll aufgeladene Speicher sichert aber die Stromabgabe für einige Zeit auch dann, wenn das Überlandnetz versagt, jedenfalls so lange, bis alle vorhandenen Kessel aufgeheizt sind und das Werk den Strom selbst erzeugen kann.

Besondere Vorteile ergeben sich endlich, wie der Bericht von Mattersdorf über das Kraftwerk der Hamburger Hochbahn lehrt, bei der Anwendung von Dampfspeichern im Schnellbahnbetrieb. Die Aufgabe der Speicher ist hier nicht etwa, die Laststöße auszugleichen, die das Anfahren der Züge hervorruft; denn diese kleinen Lastspitzen entsprechen i. a. nur etwa 20 kWh oder 100 kg Dampfverbrauch und lassen sich im Rahmen der zulässigen Druckschwankungen der Kessel von höchstens 0,3 at ohne weiteres bewältigen. Alle sonstigen Schwankungen in der Stromentnahme aber, namentlich also die länger andauernden Lastspitzen und die infolge von Störungen auftretenden Überlasten, gleicht die Speicheranlage aus, so daß sich die Führung des Kesselbetriebes sehr zum Nutzen seiner Wirtschaftlichkeit außerordentlich vereinfacht. Die Eigenart des Speichers, große Leistungen fast augenblicklich zur Verfügung stellen zu können und dadurch dem Betrieb über Augenblicke des Strommangels hinwegzuhelfen, die beim Fehlen des Speichers unbedingt zur Stillegung des Werkes führen würden, kommt im Bahnbetrieb ebenfalls vorteilhaft zur Geltung.

Die Einführung der Speicherung bei allen Anlagen für die Krafterzeugung ist hiernach geeignet, die Wirtschaftlichkeit unserer Kraftwerke, die allgemein unter dem Einfluß der starken Schwankungen der Kraftentnahme leiden, zu steigern und ihre Betriebsverhältnisse denen der amerikanischen Werke zu nähern, die mit wesentlich höheren Belastungsfaktoren arbeiten. *Hr.*

Energiewirtschaft und Statistik. — In einer Betrachtung über dieses Thema stellt C. Reindl[1] Forderungen für technisch-wirtschaftlich verwertbare Statistiken auf. Besonders drei Punkte machen bisher die elektrizitäts- und die energiewirtschaftlichen Statistiken fast aller Länder, speziell die von den Behörden bearbeiteten, fragwürdig: 1. Erfassung, Vergleiche und Folgerungen auf Grund der Leistungsabgaben statt der Jahresarbeitsmengen; 2. Lückenhaftigkeit der Aufstellung wegen Erfassung meist nur der öffentlichen Elektrizitätsversorgung unter Außerachtlassung der Arbeitsmengen der Selbsterzeuger (Industrien), so daß nur die Hälfte oder meist noch weniger der Gesamtarbeit eines Landes Berücksichtigung findet, trotzdem daraus Schlüsse gezogen werden; 3. verschiedene Vergleichsgrundlagen, z. B. hinsichtlich der Wasserkraftdarbietung (bald aus dem Jahresmittel, bald aus der Ausbauleistung, dann als sechs- oder neunmonatige oder andersdauernde Leistung). Nicht selten zeigen von verschiedenen Seiten über dieselben Fragen aufgestellte Statistiken des gleichen Landes erhebliche Abweichungen, auch läßt die Sachverständigkeit der Bearbeitung seitens statistischer Ämter oft zu wünschen übrig.

Zur Durchführung brauchbarer Arbeitsstatistiken bedarf es einmal der Erfassung aller Arbeitserzeuger (bzw. im engeren Rahmen der Elektrizitätswirtschaft aller verkaufenden und selbstverbrauchenden Stromerzeuger); diese Lückenlosigkeit müßte und könnte durch die Staatsgewalt geschaffen werden; die gesetzliche Auskunftspflicht anderer Länder ist hier vorbildlich ebenso wie es als Folge davon deren statistische Ergebnisse sind. Dann ist sachkundige kritische Sichtung und Verarbeitung nach fachlichen Gesichtspunkten nötig, und dafür müßten und würden die einschlägigen technisch-wirtschaftlichen Korporationen (Elektrizitätswerks-Vereinigungen, wasserwirtschaftliche Verbände, Kohlensyndikate usw.) gewiß ihre Dienste und Fachkenntnisse zur Verfügung stellen. Die Ausführung der Arbeiten selbst dürfte im Hinblick auf deren staatswirtschaftlichen Wert mit öffentlichen Mitteln zu fördern sein.

Auf am angegebenen Ort im einzelnen gezeigte Unvollkommenheiten und andererseits auch z. T. beneidenswerte Vollkommenheiten anderer Länder (z. B. Italien, Schweden, Schweiz) der elektrizitäts- und wasserwirtschaftlichen Statistiken kann hier nicht näher eingegangen werden. Zur Beurteilung mag nur angeführt sein, daß die Außerachtlassung der Stromerzeugung elektrochemischer Großselbsterzeuger allein die Ergebnisse um etwa 30 % fälscht. Ein Nachweis der Verteilung der Jahresarbeit unserer Elektrizitätswirtschaft auf die einzelnen Energiequellen (Kohlenarten, Wasser, Öl) mangelt schon für die öffentliche Elektrizitätsversorgung und erst recht für die Energiewirtschaft des Reiches völlig. Über die immer wichtiger werdende hydraulische Speicherwirtschaft, für welche die Kennzahlen: Kubikmeter Speicherinhalt durch installierte Gesamtleistung oder, noch besser, Jahresarbeitsvermögen der Speicher durch Jahresarbeit aus Wasserkraft (oder Gesamtjahresarbeit) für verschiedene Länder in der Zahlentafel gegenübergestellt sind, fehlen mit Ausnahme weniger Länder (Italien, Schweiz) alle brauchbaren Unterlagen bzw. sie müssen geschätzt werden.

Verbrauch elektrischer Arbeit je Einwohner und Speicherwirtschaft verschiedener Länder.

Land	Verbrauch je Einwohner		Speicherwirtschaft		Speicherinhalt A_w Mill. kWh
	brutto kWh	netto kWh	$J/L = \frac{m^3}{kW}$	A_w/A_g %	
Deutschland	740	185	543	5,5	345
Bayern allein	335	147	198	4,9	90,4
Bayern m. Achensee-anteil			234	6,2	114,5
Österreich	375	140	358	9,2	159,6
Schweiz	900	530	440	11,5	400 +
Italien	186	140	395	9,5	650 +
Frankreich	150	95	30	?	?
Schweden	780	380	?	?	?
Norwegen	2250	463	?	?	?
V. S. Amerika	760	323	?	?	?

Verbrauch je Einwohner „brutto“ = einschl. Export, Industrie und Bahnen.
Verbrauch je Einwohner „netto“ = reine Allgemeinversorgung des Landes.

[1] El. u. Maschinenb. Bd. 45, 1927, Heft 43, Das Elektrizitätsw. S. 85.



Speicherwirtschaft: die Zahlen gelten „brutto";
J = Speicherinhalt in m³,
L = install. Wasserkraftleistung,
A_w = Speicher-Arbeitsinhalt in kWh,
A_g = Wasserkraft-Jahresarbeit.
+ = geschätzt aus J und Gefälle.

Für Bayern ist Mittlere Isar ohne Grundwasserspeicher, Achensee mit ½ seines Jahresarbeitsvermögens gerechnet.

Die Kennzahlen: Arbeitsverbrauch je Einwohner und Benutzungsdauer der installierten Leistung, diese scharf zu trennen nach öffentlicher Versorgung und gesamter Elektrizitätswirtschaft[1], sind in den heutigen Zusammenstellungen meist noch recht inkommensurable Größen auf verschiedenen Grundlagen (bald mit, bald ohne Bahnversorgung bezw. Export und Industrie gerechnet), werden aber trotzdem um so öfter zitiert und — natürlich meist falsch — kommentiert.

Von elektrizitätswirtschaftlichen Statistiken, welche auch energiewirtschaftliche Anhaltspunkte bieten, seien nur die italienischen Arbeiten des Consiglio Superiore[2], des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, beide auch mit Speicherdaten, dann die jeweils schon Ende Januar in El. World erscheinende Statistik der V. S. Amerika für das abgelaufene Jahr hervorgehoben. Letztere umfaßt die ersten 10 Monate des Berichtsjahres bereits genau und die beiden letzten Monate geschätzt; ein Schätzungsfehler sogar von 20 % im November und Dezember würde das Gesamtergebnis nur um rd. 3³/₄ % ändern, also vernachlässigbar sein. Von nicht jährlichen Statistiken großer Brauchbarkeit mögen nur das Buch von Dr. Ornig für Österreich[3] und, auf Wasserkraft beschränkt, jenes der bayerischen Obersten Baubehörde[4] als bemerkenswerte Ausnahmen genannt sein.

Nach einer ausführlichen programmatischen Aufstellung dessen, was in einer wirtschaftlich brauchbaren Energiewirtschaftsstatistik enthalten sein müßte, sei es nun eine reine Elektrizitätswirtschaftstatistik oder eine Satistik der gesamten Energiewirtschaft, um sie vom bisherigen Standpunkt der „PS"-Statistik zur „kWh"-Statistik, von der Leistungs- zur Arbeitstatistik zu bringen, wird anerkannt, daß die letztjährigen elektrizitätswirtschaftlichen Zusammenstellungen der VdEW. wie des E. V. zu Wien immerhin z. T. bereits den Anforderungen Rechnung tragen. Die Lücken hinsichtlich der Einbeziehung der gesamten Stromerzeuger und bezüglich der Ursprungsnachweise der Jahresarbeit wie der Speicherwirtschaft sind aber noch erheblich; von einer Landesenergiestatistik brauchbarer Art sind wir trotz dieser Verbesserungen noch sehr weit entfernt. *R.*

RECHTSPFLEGE.

Wiederholte Mängelrüge im Elektrohandelsgeschäft. — In den Lieferungsbedingungen einer elektrische Gebrauchsgegenstände herstellenden Fabrik heißt es, daß der Käufer etwaige Mängel der übersandten Ware innerhalb acht Tagen nach Empfang gegenüber der Lieferfirma zu rügen habe. Diese Vertragsbestimmung entspricht der gesetzlichen Vorschrift des § 377 HGB., wonach — vorausgesetzt, daß der Kauf für beide Teile ein Handelsgeschäft ist — der Käufer unverzüglich nach Ablieferung die Ware zu untersuchen und etwaige Mängel unverzüglich zu rügen hat, will er nicht die Ware als „genehmigt" gelten lassen; sie bezeichnet also lediglich den Begriff „unverzüglich" näher und setzt 8 Tage als Ausschlußfrist fest. Die Käuferin, eine Elektrohandlung, hatte Veranlassung, die ihr übersandten Waren nach Untersuchung zu bemängeln und rügte rechtzeitig den Mangel gegenüber ihrer Lieferantin. Es wurde dann vereinbart, daß die Ware zur Nachbesserung und Abstellung der Mängel zurückgehen solle. Das geschah auch, und demnächst wurde der Käuferin die Ware wiederum als „nachgeprüft und als nunmehr tadellos arbeitend befunden" zugesandt. Jetzt unterließ die Käuferin die nochmalige Untersuchung und stellte erst nach Ablauf von 8 Tagen fest, daß die Apparate noch dieselben Mängel aufwiesen. Die Ware wurde zur Verfügung gestellt und Zahlung abgelehnt. Die Lieferantin klagte auf Zahlung, da die Käuferin, zu erneuter Mängelrüge vertraglich und gesetzlich verpflichtet, diese unterlassen habe und folglich die Ware als „genehmigt" gelte. Die beklagte Elektrohandlung unterlag in beiden Instanzen. (Urteil des OLG. Stuttgart 4. U. 580/27.)

Ihren Rechtsstandpunkt begründete die Beklagte damit, daß durch Rücknahme der Apparate zur Nachbesserung das ursprüngliche Vertragsverhältnis nicht aufgelöst worden sei, also ein neuer Vertrag, der auch zu neuer Mängelrüge verpflichten könnte, nicht entstanden wäre, und daß die Nachbesserung der Apparate auf einer Einigung beruhe, auf die die Lieferungsbedingungen keine Anwendung haben könnten. Damit entfalle ihre Pflicht, innerhalb 8 Tagen, unverzüglich oder überhaupt noch einmal zu rügen, wie auch folglich die Ware nicht als genehmigt gelte. Nun ist gewiß richtig, daß durch die Rücknahme der Apparate das ursprüngliche Vertragsverhältnis nicht aufgelöst und durch ein neues ersetzt worden ist. Auch stellte die Einigung über die Rücknahme keinen neuen Vertrag dar, aber die erste, zum Zwecke der Vertragserfüllung erfolgte Lieferung der Apparate, d. h. der Erfüllungsakt selbst, wurde durch die Einigung rückgängig gemacht und sollte durch einen anderen ersetzt werden. Mit anderen Worten, der Vertrag mitsamt den Lieferungsbedingungen blieb durch die Einigung der Parteien über die Nachbesserung unberührt, und die zweite Ablieferung der Apparate an die Käuferin war nichts anderes als vertragliche Lieferung, da man doch die erste als gleichsam nicht geschehen behandelt hatte. Infolgedessen blieb die Käuferin verpflichtet, nach Ablieferung die Ware zu untersuchen und — wie im Vertrage stand — nach 8 Tagen gegebenenfalls zu rügen. Da sie es unterließ, mußte die Ware als „genehmigt" gelten und folglich die Klage auf Zahlung des Kaufpreises Erfolg haben.

Es ist bereits darauf hingewiesen, daß § 377 HGB. nur für solche Käufe gilt, die für beide Teile ein Handelsgeschäft sind; es müssen sich also vertraglich „Kaufleute" im Sinne des Handelsgesetzbuches gegenüberstehen, und nur für diese gilt die Norm von der Mängelrüge. Grundsätzlich werden demnach alle Geschäfte, die zwischen Fabrikant, Großhändler und Kleinhändler zum Abschluß kommen, Handelsgeschäfte sein, bei deren Abwicklung auf § 377 HGB. Rücksicht zu nehmen ist, auch wenn die Lieferungsbedingungen über Mängelrüge oder Ausschlußfrist nichts enthalten sollten. „Unverzüglich" im Sinne des § 377 HGB. bedeutet: ohne schuldhaftes Zögern. Der Käufer muß ohne jeden bei ordnungsmäßigem Geschäftsgange vermeidlichen Zeitverlust mit der Untersuchung der Ware beginnen, sie vollenden und, falls Grund vorhanden, unmittelbar nach beendeter Untersuchung die Mängelrüge dem Lieferanten übermitteln. Wird aber an den Verbraucher geliefert, ist das Geschäft zum mindesten für einen Teil kein Handelsgeschäft, und so hat der Verbraucher auch nicht die Pflicht unverzüglicher Untersuchung und unverzüglicher Mängelrüge, wie auch die Ware nach Ablauf der sonst bei Handelsgeschäften verkehrsüblichen Frist nicht einfach als genehmigt gilt. Er kann vielmehr ohne formelle Rüge seine Rechte geltend machen, wobei natürlich auch er sich innerhalb angemessener Frist melden muß. Vielfach weisen in der Praxis die Lieferscheine und Rechnungen aber die Klausel auf, daß Reklamationen nur innerhalb bestimmter Frist zulässig seien. Sie ist rechtlich gültig und wirksam und bleibt es, falls auch hier einmal die Ware zur Nachbesserung zurückgenommen und dann nochmals „geliefert" wird.

Dr. jur. C. von dem Busch.

Haftung des Elektrizitätswerkes für sein Installationspersonal bei einem Brande infolge Erdschlusses. — Vor einiger Zeit konnten wir auf eine Reichsgerichtsentscheidung über die Bestrafung eines Installateurs und Elektrizitätswerkbesitzers wegen fahrlässiger Brandstiftung hinweisen[1]. Ein nicht minder lehrreiches Urteil erging am 8. VI. 1927 von der 1. Zivilabteilung des Schweizerischen Bundesgerichtes in Lausanne.

Folgender Tatbestand war nach den Feststellungen der Vorinstanz, des Appellationshofes Bern, gegeben: Am 30. XI. 1923 brannte das Anwesen des Klägers infolge eines Erdschlusses ab, „welcher sich infolge der defekten Isolation der Leitung im Stalle ereignet haben muß". (Im Kniestück der Einführungsleitung in das Stalldach war durch Kondenswasser die Isolation verfault, so daß die Leitung mit 250 statt mit 125 V gespeist wurde.) Am 29. XI. vormittags bemerkte der Besitzer, daß eine

[1] Vgl. Reindl, Zum Ausbau weiterer Wasserkräfte. Statistisches und Wirtschaftliches. El. u. Maschinenb. Bd. 44, 1926 H. 4, S. 71/84.

[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1388.

[3] Ing. Dr. J. Ornig. Österreichs Energiewirtschaft. Verlag von Julius Springer, Wien 1927.

[4] Die Wasserkraftausnutzung in Bayern. Vom Staatsministerium des Inneren, München 1925.

[1] ETZ 1927, S. 437. Inzwischen ist dem dort genannten Installateur S. auf Grund eines von der Handwerkskammer von N. eingereichten Antrages der Betrieb des Elektroinstallateurgewerbes gemäß § 35 Abs. 5 der R. Gew. O. untersagt worden. Nach einer Mitteilung der „Ostbayerischen Elektrizitäts-Wirtschaft" vom 15. VIII. 1927 wurden die Stromverteilungsanlagen des S. nunmehr von der Ostbayerischen Stromversorgungs-A. G. übernommen. Die Stromlieferung erfolgt in Zukunft nicht mehr durch S., sondern durch das Überlandwerk, welches das Netz auf Drehstrom umbauen läßt.



Glühlampe beim Einschalten blitzartig aufleuchtete und sofort durchbrannte. Nachmittags machte er die gleiche Beobachtung und verständigte nun den im Ort wohnenden Monteur der Bernischen Kraftwerke A. G. Als dieser auch am nächsten Tage noch nicht erschien, ließ der Besitzer den Monteur wiederholt zur Instandsetzung auffordern. Gegen Abend brannte das Anwesen ab, ohne daß die Beseitigung des gefahrdrohenden Zustandes an der elektrischen Anlage versucht worden war. Da der Besitzer von der Versicherungsanstalt nur die Hälfte seines Schadens von 35 000 Fr ersetzt erhielt, machte er das Elektrizitätswerk als Werkeigentümer, als Geschäftsherr des Monteurs und wegen Vernachlässigung der Aufsicht über das Leitungsnetz für den nicht ersetzten Restschaden gemäß Art. 58, 55 und 41 OR. haftbar. Diese Klage wurde zunächst vom Appellationshof am 9. III. 1927 als unbegründet abgewiesen. In der Entscheidung des Bundesgerichts vom 8. VI. 1927 wurde jedoch die vom Kläger eingelegte Berufung dem Grunde nach als berechtigt anerkannt und nur zur Feststellung der Höhe des Schadensersatzes an die Vorinstanz zurückgewiesen. Das Gericht ließ sich hierbei von folgenden Erwägungen leiten:

1. Wenn der Kläger auch seinen Anspruch nur auf eine außervertragliche Haftung des Elektrizitätswerkes stützt, so kann das Gericht auch die Frage der vertraglichen Haftung prüfen.

2. Der Elektrizitätslieferungsvertrag ist ein Kaufvertrag oder mindestens ein als kaufmännischer Vertrag zu qualifizierender Lieferungsvertrag. Da das Werk eine eigene Installationsabteilung unterhält, kann, wenn der Strombezieher nicht einen zugelassenen anderen Installateur zuzieht, das durch die Stromlieferung begründete Verhältnis zwischen Stromlieferer und -bezieher zugleich auch einen Werkvertrag in sich schließen.

3. In den vom Besitzer anerkannten Abonnementsbedingungen der Bernischen Kraftwerke A. G. bestimmt Art. 2 folgendes: „Die Installationen im Innern der Gebäude, einschließlich der Hauseinführung, erfolgen auf Rechnung des Abnehmers und dürfen nur durch die Kraftwerke oder durch die von letzteren konzessionierten Installateure ausgeführt werden. Die gleichen Bestimmungen gelten auch für die Erweiterungen der Anlagen sowie für die Abänderungen und Reparaturen an denselben. Jeder Abnehmer hat seine Anlage gehörig zu unterhalten..... Er hat die Kraftwerke über allfällige Erscheinungen in seiner Installation sofort aufmerksam zu machen."

Der Kläger hatte das Werk mit der Instandsetzung beauftragt, so daß er ein vertragliches Recht hatte, zu verlangen, daß auf seine Anzeige hin das Erforderliche rechtzeitig und kunstgerecht vorgenommen wurde. Das Werk haftet gemäß Art. 97 ff. OR. für die Nichterfüllung oder fehlerhafte Erfüllung des Vertrages. Soweit das Werk die Erfüllung vertraglicher Pflichten durch Hilfspersonal vornehmen läßt, haftet es gemäß Art. 101 OR. für Verzögerungen oder unrichtige Erfüllung der Vertragspflichten. Eine Exkulpation im Sinne des Art. 55 OR., die nach den Umständen gebotene Sorgfalt in der Auswahl, Instruktion und Beaufsichtigung des Hilfspersonals angewendet zu haben, ist ausgeschlossen.

4. Der Kläger hat durch seine wiederholte Anzeige beim Monteur der Beklagten die ihm obliegende Pflicht nach Art. 2 Abs. 4 der Abonnementsbedingungen erfüllt; mehr konnte ihm als Laie nicht zugemutet werden. Der Monteur hat die rechtzeitig erstattete Meldung angenommen. Sein Verschulden ist um so größer, weil er wußte, daß es sich um eine ältere, den heutigen Vorschriften nicht mehr entsprechende Anlage handelte, und weil er — bei einem Weg von 5 Minuten zum Hause des Klägers — mindestens hätte nachsehen und dann die unmittelbar drohende Gefahr wenigstens in vorläufiger Weise in kurzer Zeit beseitigen können. (Mitt. d. Vereinigung kantonal-schweizerischer Feuerversicherungsanstalten, Bern 1927, 6. Jahrg., S. 91 ff.) C. D. Beenken.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur Fachsitzung für Installationstechnik (EVI) am Dienstag, dem 10. Januar 1928, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. R. Ritter über: „Die Elektrizität als Wärmequelle im Klein- und Großküchenbetrieb".

Inhaltsangabe:

1. Die maßgebenden Faktoren des Küchenbetriebes:
   a) Heizmittelkosten,
   b) Anschaffungskosten und Unterhaltungskosten,
   c) Bedienung,
   d) Kochgut,
   e) wirtschaftliche und hygienische Betrachtungen.
2. Dispositionen über Küchen:
   a) für die Siedlung,
   b) für den größeren Stadthaushalt,
   c) für den Gutshaushalt,
   d) für Großbetriebe, unterteilt in: Krankenhäuser, gewerbliche Kantinen, Restaurationsbetriebe.
3. Kritische Betrachtungen verschiedener prinzipieller Systeme; Bericht über mehrjährige Erfahrungen in Großküchenbetrieben.
4. Prinzipielle Wirtschaftlichkeits-Betrachtungen über Kohle, Gas und Elektrizität.

Gäste, auch Damen willkommen!

Der Vorsitzende
des Fachausschusses für Installationstechnik:
Baumann.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule zu Charlottenburg über „Elektrothermie".

(Untertitel: „Die elektrische Erzeugung hoher Temperaturen und ihre technische Verwendung".)
(8 Doppelstunden.)

9. I. 1928: 1. a) Einleitung (Programm und kurze Übersicht). Herr Prof. Dr. M. Pirani;

b) Theoretische Seite des Problems, mit besonderer Berücksichtigung der technischen Sonderaufgaben, die durch die Erzeugung und Beherrschung der hohen Ströme entstehen. Herr Oberingenieur Groß (Siemens & Halske A. G.).

Elektrochemie als Elektrogroßkraft-Verbraucher. — Elektrothermie hoher Temperaturen. — Physikalische Grundlagen der elektrischen Heizung. — Heizstromerzeuger (Dynamomaschinen, bewegliche und ruhende Umformer). — Fortleitung elektrischer Heizströme abnorm hoher Intensität. — Die verschiedenen elektrischen Heizungsarten (Lichtbogenheizung, Widerstandsheizung). — Vorzüge der elektrischen Heizung gegenüber der rein thermischen.

16. I. und 23. I. 1928: 2. u. 3. a) Systematik der elektrischen Öfen. Herr Oberingenieur Groß (Siemens & Halske A. G.). Indirekter Lichtbogenofen, Lichtbogenstrahlungsofen, direkter Lichtbogenofen, kombinierter Lichtbogenwiderstandsofen, Elektroden für elektrische Öfen und ihre Herstellung, Ofenregulierungen, Schaltschemen für Lichtbogenöfen, direkter Widerstandsofen, Widerstandsmaterialien, indirekter Widerstandsofen, Pincheffekt, Repulsionseffekt, Motoreffekt, Niederfrequenz-, Hochfrequenzöfen, Schaltschemen für Induktionsöfen.

b) Elektroöfen und ihre Anwendung zur Herstellung von Roheisen, Ferrolegierungen, Edelstahl, Qualitätsguß, Elektroöfen für Edelstahlherstellung im Betrieb und für Herstellung von Qualitätsgrauguß im Film.

30. I. 1928: 4. Elektrische Schmelzöfen für Nichteisenmetalle (mit Film). Herr Dipl.-Ing. Tams (Stellvertr. Vorstandsmitglied der Hirsch, Kupfer- und und Messing-Werke A. G., Berlin).



I. Bedeutung des elektrischen Ofens in metallurgischen Betrieben für die gesamte Elektrizitätswirtschaft derselben.

II. Die Eigenschaften der Metalle als Faktoren für die Konstruktion der Schmelzöfen.

III. Die hauptsächlichsten in der Praxis verwendeten Öfen: Lichtbogenöfen, eisengekuppelte Induktionsöfen mit normalen Perioden und eisenlose Induktionsöfen für höhere Perioden.

IV. Die Bedeutung der elektrischen Schmelzöfen in metallurgischer, elektrischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

V. Ausblick in die Zukunft.

6. II. 1928: 5. a) Kalziumkarbid, Graphit, Kalkstickstoff (¾ Stunde). Herr Prof. Dr. Frank (Bayr. Stickstoffwerke, Berlin).

b) Technische Herstellung von Carborundum, Elektrocorund und Elektroschmelzzement (1 Stunde). Herr Dr. Schneidler (Firma Schmirgelwerk Dr. Rudolf Schönherr in Chemnitz-Furth).

Rohmaterialien, Konstruktions- und Arbeitsprinzipien der Öfen, Eigenschaften und wirtschaftliche Bedeutung der Fertigprodukte.

13. II. 1928: 6. a) Geschmolzener Quarz (¾ Stunde). Herr Direktor Dr. phil. Dr.-Ing. Felix Singer (Deutsche Ton- und Steinzeugwerke).

Die Abhängigkeit der fabrikatorischen Erzeugung von der Entwicklung der Elektrotechnik. — Die Schmelzverfahren. — Die Eigenschaften. — Die Verwendung in der Technik.

b) Forschungsmittel und Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Elektrothermie. (¾ Stunde.) Herr Prof. Dr. M. Pirani.

Neue Konstruktionen elektrischer Laboratoriumsöfen für hohe Temperaturen. — Experimentelle Vorführungen an Öfen. — Elektrometallurgische Methoden zur Gewinnung schwer herstellbarer hochschmelzender Metalle und Legierungen. — Bestimmung der Schmelzpunkte der höchstschmelzenden Elemente.

20. II. 1928: 7. Elektrothermie der gasförmigen Körper. Herr Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Pauling.

Schwefelkohlenstoff. — Blausäure. — Phosphor und Phosphorsäure, Ofen von Taylor. — Elektrische Luftverbrennung (Stickoxyde), Ofen von Birkeland, Ofen von Pauling, Ofen von Schönherr, Ofen von Siebert. — Vorführung der Öfen von Birkeland, Pauling und Schönherr mit etwa 10 kW-Leistung.

27. II. 1928: 8. Meßverfahren der Elektrothermie. Herr Direktor Dr. Keinath (Siemens & Halske A. G.).

Strom-, Spannungs- und Leistungsmessungen an elektrischen Öfen bei Nieder- und Hochfrequenz. — Betriebskontrolle mit Meßgeräten. — Temperaturmessungen an Strahlungsöfen, Widerstandsöfen und Induktionsöfen. — Messungen mit Thermoelementen und Strahlungspyrometern.

Zeit: Montag, abends pünktlich 6½ bis 8 Uhr.

Ort: Hörsaal E. B. 301 der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Teilnehmerkarten: zu haben

a) in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Zimmer Nr. 138 a;

b) im Elektrotechnischen Verein, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II. Postscheckkonto: Berlin Nr. 13 302.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechn. Vereins . . 8 RM

b) für deutsche Studenten . . . . 4 „

c) für andere Teilnehmer . . . . 12 „.

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins E. V.

am Freitag, dem 13. Januar 1928.

Der in Heft 44 und 51 der ETZ angekündigte „Geselliger Abend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 13. I. 1928, wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;

8 bis 9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen);

hierauf: Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Die Mitglieder nebst ihren Angehörigen und eingeführten Gästen werden gebeten, der Einladung recht zahlreich Folge zu leisten.

Eintrittskarten zum Preise von 5.— RM, die auch zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränk) berechtigen, sind in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Potsdamer Str. 118 a II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind schriftliche Bestellungen bis 10. I. unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftstelle des Vereins, in der ein Plan des Marmorsaalkomplexes ausliegt, entgegengenommen.

Festsitzung

gemeinsam mit der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens am 28. November 1927 im großen Sitzungsaal des ehemaligen Herrenhauses.

Anwesend: Rund 800 Personen.

Vorsitz: Zunächst Herr Dr.-Ing. E. h. C. Köttgen, dann Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Vorsitzender: Meine verehrten Damen und Herren! Ich eröffne die gemeinsame Festsitzung des Elektrotechnischen Vereins und der Heinrich-Hertz-Gesellschaft und heiße Sie alle herzlich willkommen, insbesondere die zahlreichen Gäste, die heute Abend in unserem Kreise erschienen sind.

Auf Vorschlag von Vorstand und Technischem Ausschuß hat die ordentliche Versammlung des Elektrotechnischen Vereines vom 25. Oktober beschlossen, Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Johannes Görges zum Ehrenmitglied zu ernennen. (Lebhafter Beifall.)

Hochverehrter Herr Geheimrat Görges! Nach mehrjährigem Studium von Mathematik, Physik und Naturwissenschaften an den Universitäten Tübingen, Göttingen und Berlin traten Sie mit 24 Jahren im Jahre 1883 in das Konstruktionsbüro von Siemens & Halske in der Markgrafenstraße ein und damit in die elektrotechnische Praxis Unser Fach befand sich damals noch in den Kinderschuhen. Der Gleichstrom beherrschte nach der Erfindung des dynamoelektrischen Prinzips das Feld; Wechselstrom war noch ein Stiefkind. Sie traten in nähere fachliche und persönliche Beziehungen zu Werner Siemens und seinen älteren Mitarbeitern und widmeten sich sehr bald mit Vorliebe dem Wechselstromgebiet, dessen große Bedeutung für die Entwicklung der Starkstromtechnik Sie schnell erkannt hatten. Ihr wissenschaftlich geschulter Geist erhielt hier die ersten Gelegenheiten zu eigener schöpferischer Arbeit. Eine Fülle von Problemen tauchte auf: teils betrafen sie die Klärung der Vorgänge im Wechselstromkreise, teils waren sie auf konstruktive Anwendung in der Ausführung gerichtet. Im Jahre 1888 veröffentlichten Sie Ihre Untersuchungen über die Vorgänge im Wechselstromtransformator und schufen damit eine der Grundlagen für unsere heutige Theorie des Wechselstromes.

Kurz darauf richteten Sie ein Berechnungsbüro und ein Versuchsfeld für Wechselstrom bei Siemens & Halske ein und entwickelten eine intensive Tätigkeit, bei der die Forschungsergebnisse sofort in konstruktive Neuerungen umgesetzt wurden, die mit der nunmehr einsetzenden Entwicklung der Wechselstrom-Elektrizitätswerke Schritt hielten und der Praxis eine Fülle von Anregungen und Verbesserungen gaben. Ihr Arbeitsgebiet wuchs in dem Augenblicke, als der Drehstrom praktische Anwendung fand. So ziemlich auf allen Gebieten der Wechselstromtechnik wurden von Ihnen grundlegende Fragen aufgeworfen und geklärt, und es ist nicht hoch genug zu veranschlagen, daß Sie Ihre Gedankengänge stets der Fachwelt mitteilten und so auch anderen Kreisen eine fruchtbare Anwendung derselben ermöglichten.

Vor allem waren es die Fragen der Wirkungsweise und des Baues der Generatoren, des Verhaltens kurzer und langer Leitungen, des Anlaufes und der Regelung von Motoren, die sich in Ihren schnell aufeinanderfolgenden Publikationen erläutert finden. Viele von ihnen sind in ihrer wissenschaftlichen und technischen Form von derart meisterhafter Klarheit und Vollständigkeit, daß sie nicht nur zu den ersten Publikationen der Elektrotechnik zählen, sondern auch heute noch sachlich nicht übertroffen sind. Erinnert sei an die Theorie der Asynchronmotoren, an die Bemessung der Anlasser für Motoren, an die Lösung



des einwandfreien Parallelbetriebes von Wechselstrommaschinen, an die graphischen Berechnungsmethoden für das Verhalten der Leitungen, an die Erfindung des Drehstrom-Kollektormotors, der seiner Zeit weit vorauseilte, an die Entwicklung der wichtigen Überspannungschutzapparate, und schließlich an die Meßgeräte und Elektrizitätszähler, deren heutige Formen vielfach auf Sie zurückgehen. Nicht näher zu umschreiben brauche ich die große Zahl wertvoller Patente, die von Ihrer Erfindungsgabe zeugen.

Bei diesen sachlichen Leistungen erleichterten Ihnen Ihre liebenswürdigen persönlichen Eigenschaften den Umgang mit Ihren Mitarbeitern und Fachgenossen. So kam es, daß Sie sich bald im Inlande und Auslande der höchsten Anerkennung und Wertschätzung erfreuten. Gelegentlich der Pariser Weltausstellung vom Jahre 1900 wurde Ihnen der Grand Prix für Ihre besonderen Verdienste um die Elektrotechnik, speziell im Großmaschinenbau, zuerkannt. In schneller Entwicklung stiegen Sie bald bis zum Direktor von Siemens & Halske empor. Trotzdem zogen Sie es kurze Zeit darauf auf Grund Ihrer wissenschaftlichen Neigungen vor, im Jahre 1901 einen Lehrstuhl als ordentlicher Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in Dresden anzunehmen, den Sie noch heute in rüstiger Frische bekleiden.

Ihre Lehrtätigkeit gab Ihnen, sehr verehrter Herr Geheimrat, Gelegenheit, unabhängig vom Getriebe der technischen Praxis sich tiefer in wissenschaftlich-technische Arbeiten zu versenken. Zahlreiche Aufsätze und Bücher über die Ihnen liebgewordenen Gebiete, über Maschinen, Leitungen, Beleuchtungsfragen, Hochspannungstechnik, auch über geschichtliche Gegenstände, fanden bei ihrem Erscheinen einen begeisterten Leserkreis von Fachgenossen und werden wegen ihrer gründlichen Analyse und sachlichen Klarheit stets zu den besten Publikationen der Elektrotechnik gehören.

Als akademischer Lehrer können Sie auf einen Kreis hervorragender Fachleute zurückblicken, die zu Ihren Füßen gesessen und von Ihnen vor allem die sichere Beherrschung der Grundlagen ihres Faches gelernt haben, die weit wichtiger ist als die detaillierte Behandlung stets wechselnder Einzelfragen. Dieser Grundzug und die stets objektive, sachliche Einstellung, die sich durch Ihre Denk- und Lehrweise hindurchziehen, sind es auch, die Ihnen ungewöhnliche Wertschätzung als Gutachter und Berater bei schwierigen technischen Fragen brachten.

Dem Elektrotechnischen Verein Berlin gehören Sie seit dem Jahre 1885 an. Nächst Herrn Präsidenten W a r b u r g, den wir heute abend auch in unserer Mitte zu begrüßen die Ehre haben, sind Sie das älteste Mitglied unseres Vereins. Stets, auch noch nach Ihrer Übersiedlung nach Dresden, nahmen Sie in den Versammlungen und bei den Vorträgen des Vereins, in seinen Fachsitzungen und Ausschüssen eine einflußreiche und durch Ihre Sachkenntnis führende Stellung ein. Mit zähem Eifer und in der uneigennützigsten Weise haben Sie an den zahlreichen Arbeiten des Vereins von Anbeginn an teilgenommen. Besondere Verdienste erwarben Sie sich durch Ihre Teilnahme an der Entwicklung der deutschen Sicherheitsvorschriften, die ja zahlreichen anderen Ländern als Vorbild gedient haben. Häufig haben Sie den Verein und den uns befreundeten Verband Deutscher Elektrotechniker im Inland und im Ausland vertreten.

So haben Sie sich als eifriger Förderer des Vereins erwiesen und ihm den reichen Schatz Ihrer Erfahrungen zur Verfügung gestellt. Wenn der Elektrotechnische Verein Sie heute zu seinem Ehrenmitglied ernennt, so trägt er damit eine Dankesschuld an eines seiner prominentesten Mitglieder ab, das das Ansehen unseres Vereins durch seine Arbeiten und sein Auftreten und sein stilles Wirken begründet und stets gesteigert hat.

Ich überreiche Ihnen, sehr verehrter Herr Geheimrat, die Urkunde der Ernennung, die den Wortlaut hat:

„Der Elektrotechnische Verein ernennt den bahnbrechenden Forscher, den maßgebenden Sachkundigen auf sämtlichen Gebieten der Starkstromtechnik, den hervorragenden Hochschullehrer, den weithin bekannten Fachschriftsteller, sein vieljähriges treues Mitglied,

Herrn Geheimen Hofrat Professor Dr. Ing. E. h.

J o h a n n e s G ö r g e s

wegen seiner hervorragenden Verdienste um die Elektrotechnik im allgemeinen und um den Elektrotechnischen Verein im besonderen zu seinem

E h r e n m i t g l i e d."

Unter außerordentlichem Beifall überreicht der Vorsitzende die Urkunde der Ernennung zum Ehrenmitglied.

Herr **Görges**: Hochverehrte Damen und Herren! Dem Elektrotechnischen Verein, insbesondere seinem Vorstand und seinem Technischen Ausschuß, bin ich zu höchstem Danke verpflichtet für die hohe Auszeichnung, die er mir soeben hat zuteil werden lassen. Ich brauche in diesem Kreise nicht zu sagen, welches Ansehen der Elektrotechnische Verein im Inland und im Auslande hat. Darum schätze ich die hohe Ehre, die mir soeben zuteil geworden ist, ganz besonders hoch ein.

Ich habe das große Glück gehabt, im Frühjahr 1884 eine Stellung im Hause Siemens & Halske unter Herrn Friedrich von Hefner-Alteneck zu erhalten. Dadurch habe ich Gelegenheit gehabt, die Anfänge der Entwicklung der Elektrotechnik zu erleben und mit meinen bescheidenen Kräften an der Entwicklung teilzunehmen. In den sechziger und siebziger Jahren sind ja im allgemeinen die grundlegenden Erfindungen gemacht worden, und noch das Jahr 1879 hatte in der Beziehung einen gewaltigen Schritt vorwärts getan. Nun begann die Ausbeute dieser Erfindungen; in den achtziger Jahren ging das aber noch recht langsam. Noch um die Mitte der achtziger Jahre war es eigentlich ein Glücksfall, wenn der Entwurf eines neuen Maschinentyps die Zustimmung und den Beifall des Konstrukteurs fand, wenn er erreichte, was er von ihm erwartet hatte.

Die Theorie der Maschinen lag in dieser Zeit vollständig im argen. Von der Wechselstromtheorie gab es eigentlich nichts; man konnte sich einige Sätze aus den Physikbüchern herausholen und dann auf die Praxis anwenden. Vielleicht kennzeichnet nichts das Zutrauen oder vielmehr das Mißtrauen, das weite Kreise gegen die Elektrotechnik hatten, besser als ein Wort eines Maschinenwärters im Versuchsfeld von Siemens & Halske, das in seinem Berliner Dialekt etwa so lautete: „Einen richtigen Jas wird det mein Lebtage nich!" (Heiterkeit.) Und noch viel später, 1901, als ich nach Dresden kam und die Entwicklung natürlich schon viel weiter fortgeschritten war, sagte einer meiner Kollegen zu mir: „Was wollen Sie eigentlich noch in der Elektrotechnik? Die Städte haben jetzt alle ihre Zentralanlagen, ihre elektrischen Bahnen, das Feld ist abgegrast". (Heiterkeit.) Damals konnte ich ihm allerdings sagen: „So schnell geht die Sache nicht; jetzt kommen z. B. die Bergwerke hinzu, dann kommen die Überlandzentralen, darauf vielleicht die Vollbahnen, und dann können wir sehen, was wird". So stellte sich auch heraus, daß zunächst tatsächlich die Bergwerke außerordentlich große Aufgaben stellten, die Städte vergrößerten nicht etwa ihre Anlagen, sondern warfen sie zum alten Eisen und bauten völlig neue in viel größeren Ausmaßen. Die weiteren großen Fortschritte, die noch nötig waren, betrafen einmal die Entwicklung der Hochspannungstechnik, zweitens die Erfindung des Mehrphasenstroms und drittens die Erfindung einer wirtschaftlichen Glühlampe. In der ersten Hälfte der achtziger Jahre konnte man tatsächlich sehr im Zweifel sein, ob die Elektrotechnik Aussicht hätte, ihr Arbeitsfeld wesentlich zu erweitern. Man hatte damals das Dreileitersystem mit 2 × 110 V, mit dem man den Strom nur auf kurze Strecken fortleiten konnte, so daß man nur kleine Gebiete mit Strom zu versorgen imstande war. Dann waren die Glühlampen sehr teuer und unwirtschaftlich. Die elektrische Beleuchtung war eine Luxusbeleuchtung, die sich eigentlich nur Geschäftshäuser, Hotels und vielleicht auch Villen als Luxusbeleuchtung leisten konnten. Daneben gab es noch die Bahnhofsbeleuchtung mit Bogenlicht. Erst das billige Licht und die wirtschaftlichen Metallfadenlampen haben die ungeheure Verbreitung der elektrischen Beleuchtung möglich gemacht, so daß jetzt die elektrische Lampe gerade das Licht des kleinen Mannes geworden ist. Es ist ein merkwürdiger Zug, daß vielfach in den Großstädten der Anschluß weit geringer ist als auf dem Lande; auf dem Lande hat in vielen Gegenden jedes kleine Haus seine elektrische Lampe, während z. B. in Dresden — wenn mich mein Gewährsmann richtig unterrichtet hat — vor zwei Jahren nur 30 % der Wohnungen elektrisches Licht hatten und 70 % noch mit Gas- und Petroleumlicht versorgt wurden. Ich glaube, daß das auch in Berlin nicht viel anders ist. Jedenfalls gehen jetzt, soviel ich weiß, die Gesuche um Anschluß so reichlich ein, daß die Elektrizitätswerke kaum dem Bedarf folgen können.

Ganz besonders möchte ich noch sagen, daß ich den Herren von Siemens, Werner von Siemens und Wilhelm von Siemens, immer ganz besonders dankbar gewesen bin, daß sie mir Gelegenheit gegeben haben, in ihren Werken zu arbeiten und mich auf diese Weise zu betätigen.

Es ist von dem Herrn Vorsitzenden gesagt worden, daß ich eins der ältesten Mitglieder des Vereins bin. Ich habe dadurch auch dem Verein sehr viel zu danken, ich



habe sehr viele Anregungen von ihm erfahren, und habe auch später die Arbeiten des Vereins immer wieder verfolgt und auf diese Weise sehr viel Neues und Belehrendes von ihm erfahren. Im Jahre 1879 von weitschauenden Männern, Werner von Siemens und Staatsekretär von Stephan, begründet, wußte der Verein bald einen Kreis von bedeutenden Männern um sich zu sammeln und an sehr bedeutenden Aufgaben teilzunehmen. Ich möchte nur daran erinnern, daß in den Anfang der achtziger Jahre die Festlegung des internationalen Maßsystems für die elektrischen Größen fällt, eine Tat von ganz ungeheurer Bedeutung, wenn man bedenkt, daß in der ganzen Welt die elektrischen Größen nach demselben Maß gemessen werden, daß es kein Mißverständnis mehr gibt, keine Schwierigkeiten und keine Umrechnungen erforderlich sind. Das hat zur Förderung der Eelektrotechnik sehr viel beigetragen.

Mit dem Wachsen der Elektrotechnik hat sich auch der Elektrotechnische Verein beständig vergrößert, er hat selbstschaffend immer mitgearbeitet und ist so selbst gewachsen und gediehen. Und mein aufrichtiger und herzlicher Wunsch geht dahin, daß der Elektrotechnische Verein weiter wachsen und blühen und gedeihen möge.

Ich möchte nochmals unserem Herrn Vorsitzenden meinen wärmsten Dank abstatten für die Auszeichnung, die ich soeben aus seinem Munde erhalten habe. (Lebhaftester Beifall.)

Vorsitzender (Herr **Köttgen**): Ich übergebe nunmehr den Vorsitz dem Vorsitzenden der Heinrich-Hertz-Gesellschaft, dem Herrn Präsidenten Professor Dr. Wagner.

Vorsitzender (Herr **K. W. Wagner**): Hochansehnliche Versammlung! Es gereicht mir zur besonderen Freude, daß die Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens ihre höchste Auszeichnung, die goldene Heinrich-Hertz-Medaille, in diesem Jahre wiederum an einen der Pioniere der Funktechnik verleihen kann. Wie ich bereits in unserer Hauptversammlung verkünden konnte, hat der Vorstand unserer Gesellschaft auf den Vorschlag des Wissenschaftlichen Ausschusses beschlossen, die goldene Medaille

Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr.-Ing. und Dr.-Ing. E. h.
Max Wien

zu verleihen „für seine Forschungen über die Schwingungsvorgänge und für die Entdeckung des Löschfunkenprinzips".

Hochverehrter Herr Geheimrat! Unter den Männern, die an der Wiege der Funktechnik gestanden haben und deren Arbeit diese junge Technik ihren sieghaften Aufschwung verdankt, stehen Sie an hervorragender Stelle. Schon frühzeitig haben Ihre Forschungen Problemen gegolten und Ergebnisse gezeitigt, die für die Entwicklung der gesamten elektrischen Nachrichtentechnik von grundlegender Bedeutung geworden sind. Ihre Berliner Doktordissertation aus dem Jahre 1888 galt der Messung der Tonstärke, also einer Aufgabe, die uns heute in Verbindung mit den Lautsprechern wiederum beschäftigt. Diese erste Veröffentlichung war der Auftakt zu einer großen Reihe von Forschungsarbeiten, die zu den Grundsteinen unserer heutigen Technik gehören und in ihrer Gesamtheit ein Lebenswerk von imponierenden Außmaßen darstellen. Anstelle einer umfassenden Würdigung dieses Werkes, zu der mir hier die Zeit fehlt, bitte ich, auf einige wenige Ihrer Arbeiten hinweisen zu dürfen, die uns besonders angehen. Ihre Untersuchungen über Wechselstrommessungen bilden die Grundlage der heutigen Meßtechnik; Ihnen verdanken wir eine Reihe von Meßverfahren, darunter auch die Meßbrücke, die Ihren Namen trägt. Mit Ihren bedeutsamen Arbeiten über die akustischen und elektrischen Eigenschaften des Telephons und über die Empfindlichkeit des Ohres für Töne verschiedener Höhe beginnt die Epoche wissenschaftlicher Forschung in der Telephonie. Im Jahre 1897 — also zur Zeit der ersten Versuche von Marconi, Braun und Slaby über drahtlose Telegraphie — erschien Ihre Arbeit über die Rückwirkung eines resonierenden Systems. Sie eröffneten den Reigen Ihrer berühmten Untersuchungen über die Schwingungserscheinungen in gekoppelten Systemen, durch die Sie die Vorgänge in den Sende- und Empfangskreisen der drahtlosen Telegraphie entschleiert haben. Die Krone dieser Arbeiten ist die Entdeckung des Löschfunkenprinzips. Es war eine Entdeckung von größter Tragweite, die die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie in neue Bahnen lenkte und über ein Jahrzehnt hinaus entscheidend beeinflußt hat. In unserer schnellebigen Zeit geschieht es leicht, daß älteres Verdienst von jüngerem Ruhm überschattet wird. Wer indessen die Entwicklung des Funkwesens von Anfang an miterlebt und mitgemacht hat, wird es nie vergessen, welches Aufsehen es seinerzeit machte, als es durch das Wiensche Löschfunkenprinzip endlich möglich geworden war, schwachgedämpfte, gut abstimmfähige Schwingungen auszusenden. Die drahtlose Telegraphie befand sich damals in einer lebensgefährlichen Krise. Die Erfahrung hatte gezeigt, daß mit dem System der Knallfunken nicht einmal das Mindestmaß an Betriebsicherheit zu erreichen war, das auch von einer drahtlosen Verbindung verlangt werden muß. In dieser Zeit des gesunkenen Vertrauens und der wirtschaftlichen Not kam die Rettung vom Löschfunkenprinzip. In der von Telefunken ausgearbeiteten technisch vollendeten Form der tönenden Funken hat es mehr als ein Jahrzehnt die Lage beherrscht und hat selbst die theoretisch vollkommeneren Lichtbogen- und Maschinensender nur auf dem Gebiete der Großstationen aufkommen lassen.

Als vor dem Kriege zum ersten Male der Plan einer umfassenden internationalen Organisation zum Studium der Ausbreitungsvorgänge elektrischer Wellen auftauchte, stellten Sie sich in Deutschland an die Spitze dieser Bestrebungen; leider hat der Krieg und die in seinem Gefolge aufgetretene Psychose dieses nützliche Unternehmen, wie so viele andere, im Keim erstickt. Im Kriege haben Sie an hervorragender Stelle des militärischen Funkwesens dem Vaterlande gedient. Die beschränkte Zeit verbietet es mir, auf die Fülle der Probleme weiter einzugehen, die von Ihnen und Ihren Schülern in Ihrem Institut bearbeitet worden sind, und deren Ergebnisse die physikalische Wissenschaft und die Technik in gleichem Maße bereichert haben. So bitten wir Sie, diese Medaille als ein Zeichen der Dankbarkeit anzunehmen, die die Fachwelt Ihnen und Ihrem Werk entgegenbringt. Wir verbinden diesen Dank mit dem Wunsche, daß Ihnen die Freude am Schaffen noch viele Jahre erhalten bleiben möge. (Lebhafter, anhaltender Beifall.)

Es folgt die Überreichung der goldenen Medaille und der Verleihungsurkunde.

Herr **Wien**: Meine Damen und Herren! Für die große Auszeichnung, die mir soeben zuteil geworden ist, spreche ich der Heinrich-Hertz-Gesellschaft meinen verbindlichen Dank aus, und insbesondere auch ihrem Vorsitzenden für die freundlichen Worte, die er soeben an mich gerichtet hat.

Ich habe das Glück gehabt, die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie in ihrer allerersten, ich möchte sagen, schöpferischen Zeit mitzuerleben und an ihr mitarbeiten zu können. Das ist aber schon lange her, und ich habe jetzt ein etwas schlechtes Gewissen, weil ich in den letzten Jahren nur sehr wenig mehr auf dem Gebiet der Hochfrequenz gearbeitet habe und auch für die Heinrich-Hertz-Gesellschaft bisher noch nicht viel habe leisten können. Damit nun nicht der Eindruck entsteht, daß ich meiner alten Liebe untreu geworden und fahnenflüchtig geworden wäre, muß ich hier ein paar Worte der Erklärung sagen.

Die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie vollzog sich bisher durch eine ideale Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik; beide ergänzten sich und befruchteten einander. Die Wissenschaft lieferte die Grundlage mit den klassischen Arbeiten von Hertz, durch die Lehre der gekoppelten Schwingungen und durch die Untersuchung der Eigenschaften des Funkens. Die Technik entwickelte Sender und Empfangsysteme, die nicht zuletzt auch den physikalischen Laboratorien zum Vorteil dienen. Gemeinsam wurden Verstärkerröhren und Röhrensender, die Ausbreitung im Raum, die Peilung und vieles andere bearbeitet.

Inzwischen aber hatte sich die drahtlose Telegraphie zu einer großen Technik entwickelt, das Kind war erwachsen und brauchte nicht mehr das Gängelband der Mutter. Es ist mit ihr gegangen wie mit vielen anderen Kindern der Physik, der Geophysik, der Meteorologie, der Telephonie, der Elektrotechnik, die sich alle von der Physik abgelöst haben wie die Wirbel sich von einer großen Flüssigkeitsbewegung ablösen, um ein eigenes getrenntes Dasein weiter zu führen. Die führende Rolle des reinen Physikers ist dann bei ihnen ausgespielt, und er kann nur mit Freude und Bewunderung der Entwicklung folgen, — wenn nicht etwa wieder neue Grundsätze und Probleme einsetzen.

Und davor sind wir gerade bei der drahtlosen Telegraphie nie sicher, bei der ja bisher stets Überraschung auf Überraschung folgte. Überraschend waren die ersten Versuche von Marconi, die von den Physikern zunächst als Humbug angesehen wurden, überraschend die Möglichkeit der drahtlosen Telegraphie auf große Entfernungen, ohne daß die dazwischenliegende Erde die Strahlen abschirmte. Dann kamen die Wunder der Glühkathodenröhre und die drahtlose Telephonie. Nun stehen wir wieder vor neuen

grundsätzlichen Problemen, die mit der unerhörten Reichweite der kurzen Wellen in Verbindung stehen. Damit ergibt sich die Möglichkeit, durch die kurzen Wellen einen Einblick in die Natur der oberen Schichten der Atmosphäre zu gewinnen. Weiter haben die Erfordernisse des Rundfunks die Akustik aus ihrem Dornröschenschlaf geweckt und neue Versuche über Erzeugung und Ausbreitung des Schalles notwendig gemacht.

Hier handelt es sich wieder um grundsätzlich physikalische Dinge. Die Hilfe der Mutter Physik ist hier wieder wünschenswert, vielleicht sogar notwendig. An diesen neuen hochinteressanten Problemen will ich gerne, soweit es in meinen Kräften liegt, mitarbeiten, um so der hohen Auszeichnung, die mir heute zuteil geworden ist, würdig zu bleiben. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender (Herr **Wagner**): Meine Damen und Herren! Neben der goldenen Medaille hat unsere Gesellschaft auch eine silberne Medaille zu vergeben, die nach der Stiftungsurkunde für eine besonders verdienstvolle Liebhaberarbeit auf dem Gebiete des Funkwesens bestimmt ist. Die Stiftung dieser silbernen Medaille geht aus von der Erkenntnis, daß die Verbreitung von technischem Wissen und Können in den weitesten Kreisen des Volkes nicht nur von praktischem, sondern auch von hohem ethischen Wert ist. Wir leben im Zeitalter der Technik, wir sind von der Technik abhängig geworden, daher soll auch der Geist der Technik in uns allen lebendig werden, nicht um die alt-anerkannten sittlichen Werte zu ersetzen, sondern sie mit frischem Lebensblut zu erfüllen. Die Freude am Schaffen beseelt den Techniker nicht minder als den Künstler und begeistert ihn zu seinem Werke. Diese Schöpferfreude ist es auch, die wir als die treibende Kraft in der machtvollen Bewegung der Funkliebhaber erkennen und wertschätzen.

Die Bedingungen, die unsere Gesellschaft an den Preis der silbernen Medaille geknüpft hat, sind nicht leicht zu erfüllen. Sie mögen das daran erkennen, daß die Ausschreibung zweimal erfolglos verlaufen ist. Mit um so größerer Genugtuung hat es uns erfüllt, daß sich unter den in diesem Jahre eingereichten Funkempfangsgeräten eines befunden hat, das die gestellten Bedingungen erfüllt und nach dem Urteil des Prüfungsausschusses als eine hervorragende Leistung zu bewerten ist. Der Erbauer des Gerätes ist Herr Fritz Koch aus Dresden. Auf den Vorschlag des Prüfungsausschusses hat der Vorstand beschlossen, die silberne Heinrich-Hertz-Medaille Herrn Fritz Koch zu verleihen; außerdem erhielt Herr Koch einen Geldpreis von 1000 RM.

Sehr geehrter Herr Koch! Ich beglückwünsche Sie zu dieser Auszeichnung und überreiche Ihnen hiermit die Medaille und die Urkunde über die Verleihung. (Lebhafter Beifall.)

Es folgt die Überreichung der Medaille und der Verleihungsurkunde.

Herr **Fritz Koch:** Höchstverehrte Damen und Herren! Für die mir zuteil gewordene Ehrung spreche ich hiermit meinen herzlichsten Dank aus, insbesondere dem Vorsitzenden der Heinrich-Hertz-Gesellschaft, Herrn Präsidenten Dr. Wagner. (Beifall.)

Vorsitzender (Herr **Wagner**): Meine Damen und Herren! Wir kommen nunmehr zu dem dritten Gegenstand unserer Tagesordnung, zu dem Vortrag, den Herr Geheimrat Professor Dr. Nernst liebenswürdigerweise übernommen hat, über das Thema „Die Physik beim absoluten Nullpunkt". (Es folgt der Vortrag, der außerordentlichen Beifall auslöst.)

Vorsitzender (Herr **Wagner**): Meine Damen und Herren! Wir Elektrotechniker haben es uns zur guten Gewohnheit gemacht, einmal im Jahre, nämlich auf unserer Festsitzung, die technischen und wirtschaftlichen Probleme, die uns alltäglich beschäftigen, beiseite zu lassen und uns in die höheren Sphären der reinen Wissenschaft zu begeben. Wir haben heute das große Vergnügen gehabt, unsere Phantasie unter sachkundigster Leitung bis in die Gebiete der höchsten Sterntemperaturen und noch darüber hinaus schweifen zu lassen; auf der andern Seite haben wir einen kleinen Einblick gewonnen in das geheime Walten der Natur bei den tiefsten Temperaturen, die erreicht worden sind, und selbst bei denen, die noch nicht hergestellt werden konnten.

Der lebhafte Beifall, mit dem Sie alle dem Herrn Vortragenden gedankt haben, hat ihm schon gezeigt, wie sehr wir uns über diesen Vortrag gefreut haben; ich möchte nochmals am Schluß Herrn Geheimrat Nernst unseren herzlichsten Dank aussprechen. (Lebhafter Beifall.)

Damit ist unser offizieller Teil beendet. Auf dem Programm steht nun noch das zwanglose Beisammensein, zu dem ich Sie recht zahlreich wiederzufinden hoffe.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Altbürger, Paul, Dipl.-Ing., Bln.-Pankow.
Andersson, Nils, Ingenieur, Berlin.
Arndt, Helmuth, Dipl.-Ing., Berlin.
Becker, W. A., Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Berdelle, Josef, Reg.-Baumeister a. D., Bln.-Tempelhof.
Birenbaum, David, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf.
Brauns, Otto, Ministerialrat, Bln.-Friedenau.
Dünner, Ernst, Professor, Zürich.
Feindt, Hans, Dipl.-Ing., Berlin.
Goldstein, Heinz, cand. rer. electr., Bln.-Charlottenburg.
Hopf, Otto, Betriebsdirektor, Bln.-Steglitz.
Lapple, Hanns, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Meinhardt, Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau.
Merzig & Cie., Fabrik elektrotechnischer Apparate, Berlin.
Nisselowitsch, Alexander, Dipl.-Ing., Berlin.
Roth, Hermann, Ingenieur, Wildau.
Ruthenberg, Kurt, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau.
Sekej, Geza, Oberingenieur, Moskau.
Solesin, Gino D., Dipl.-Ing., Berlin.
Solun, Leonidas, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Schnitzer, Adolf, Ingenieur, Berlin.
Stäblein, Wilhelm, Dipl.-Ing., Bln.-Reinickendorf-Ost.
Stein, Gerhard, Dipl.-Ing., Bln.-Karlshorst.
Stein, Walter, Konstrukteur, Berlin.
Tormin, E. M., Roxbury, Mass. USA.
Wagner, Georg, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Walter, Karl, Dipl.-Ing., Berlin.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12

Bekanntmachung.

Am 1. Januar 1928 treten folgende Bestimmungen in Kraft, deren Sonderdrucke von der Geschäftstelle des VDE erhältlich sind:

VDE 398. Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen.
VDE 397. Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen.
VDE 364. § 7 betr. Zählwerk der bereits am 1. Januar 1927 in Kraft getretenen „Regeln für Elektrizitätszähler R. E. Z./1927".
VDE 408. Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anodenbatterien.
VDE 407. Regeln für die Bewertung und Prüfung von dreiteiligen Taschenlampenbatterien.
VDE 406. Regeln für die Bewertung und Prüfung von galvanischen Elementen.
VDE 393. Normen für Betriebspannungen elektrischer Starkstromanlagen.

Ferner sind mit Gültigkeit ab 1. Januar 1928 in den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" vom 1. Oktober 1923 die auf das Omega-Verfahren für die Berechnung von Masten bezüglichen neuen Absätze in den Abschnitten II A und D eingefügt worden. (VDE 368 b.)

Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.



Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.

Bekanntmachung.

Die Firma Erich Helmenstein, Ründeroth-Wiehlmünden, bringt von ihr hergestellte Schalter mit dem VDE-Zeichen versehen, in den Verkehr, obwohl sie die Berechtigung zur Führung dieses Zeichens nicht besitzt. Es wird daher vor dem Ankauf von Erzeugnissen der genannten Firma, welche etwa mit dem VDE-Zeichen versehen sind, gewarnt.



Ferner wird darauf hingewiesen, daß die Firma Rudolf Zapf, Marktleuthen (Bayern), die Genehmigung zur Verwendung des VDE-Zeichens für die von ihr hergestellten elektrotechnischen Erzeugnisse gleichfalls nicht erhalten hat. Es wurde aber festgestellt, daß die Firma trotzdem teilweise ihre Erzeugnisse mit dem Prüfzeichen versehen in den Handel gebracht hat. Vor dem Ankauf der etwa mit dem Prüfzeichen versehenen Erzeugnisse der Firma Zapf muß daher gleichfalls gewarnt werden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg. 9. I. 1928, abds. 8 h, Physikal. Inst. d. Universität, Steindamm 6: Vortrag Ing. Besag, „Erden-Nullen-Schutzschalten."

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 11. I. 1928, abds. 8¼ h, Bierhaus Engelhardt, Bernburger Straße: Lichtbildvortrag Obering. Kähler, „Die Entwicklung des Turbinenbaues im letzten Jahre."

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 12. I. 1928, abds. 8 h, Vortrag Baurat Bardtke, „Neuerungen a. d. Gebiete der Schweißtechnik unter Berücks. d. Prüfverfahren von Schweißdrähten ohne Zerstörung derselben."

Deutsche Beleuchtungstechn. Gesellschaft, Berlin. 5. I. 1928, nachm. 5½ h, T. H. Charlottenburg, Physikal. Hörsaal: a) Vortrag Reg.-Rat W. Dziobek, „Der jetzige Stand der Lichteinheitsfrage"; b) Vortrag Dr.-Ing. W. Arndt, „Raumhelligkeit als neuer Grundbegriff der Beleuchtungstechnik."

PERSÖNLICHES.

Jubiläen. — Am 15. XII. 1927 konnte Herr Otto Camozzi sein 25jähriges Dienstjubiläum als Direktor des Elektrizitätswerkes Niederlößnitz begehen. Der Jubilar hat es verstanden, das Werk aus kleinen Anfängen zu seiner jetzigen beachtlichen Höhe zu entwickeln. Er ist Mitbegründer des Bezirksverbandes Sächsischer Elektrizitätswerke und hat von Anfang an als Vorstandsmitglied sein reiches technisches und kaufmännisches Wissen in den Dienst der Elektrizitätswirtschaft gestellt. Als Geschäftsführer der „Eltgas" G. m. b. H. hat er auch dieses Unternehmen mit großem Geschick zu einem lebensfähigen Gebilde gestaltet. — Am 1. I. 1928 beging Herr Carl Schiebeler den Gedenktag seiner 25jährigen Zugehörigkeit zur AEG, deren Abteilung für Hebezeuge er leitet. Schiebeler ist an der Entwicklung des elektrischen Hebezeuges in hervorragendem Maße beteiligt. Auch die Schaltungstechnik der Kransteuergeräte hat der Jubilar stark gefördert. Der VDE schätzt in Schiebeler den tatkräftigen Vorsitzenden der Kommission für aussetzende Betriebe.

Auszeichnungen. — Die T. H. Darmstadt hat dem Generaldirektor der Kraftübertragungswerke Rheinfelden, Herrn Dr. Robert Haas, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste und wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft die Würde eines Dr.-Ing. E h. verliehen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Tarife für den Verkauf elektrischer Arbeit. Von Dipl.-Ing. P. Munk. (Sammlung Göschen, Bd. 969.) Mit 26 Textabb. u. 97 S. in 16°. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927. Preis geb. 1,50 RM.

Seit Erscheinen des Standardwerkes über das Tarifwesen „Der Verkauf elektrischer Arbeit" von Dr.-Ing. Siegel, das sich vorwiegend an Fachkreise wendet, ist in der Literatur kein Sammelwerk über Stromtarife erschienen. Lediglich die Fachzeitschriften brachten Veröffentlichungen über dieses für das Wirtschaftsleben außerordentlich bedeutsame Gebiet, doch waren diese Arbeiten fast ausschließlich für den Fachmann geschrieben und behandelten auch vorwiegend Spezialfragen, die für den Laien weniger Interesse hatten. Um so mehr ist das Erscheinen vorliegenden Büchleins zu begrüßen, das in gedrängter, leichtverständlicher Form alle Fragen behandelt, die für die Gestaltung der Tarife von Bedeutung sind und dem Käufer elektrischer Arbeit das Verständnis für die Eigenart des Stromverkaufsgeschäftes vermitteln.

Ausgehend von den Gestehungskosten der Elektrizität, gibt der Verfasser einen Überblick über die hauptsächlichen Tarifformen und berührt dann die bei schwankender Wirtschaftslage bedeutsame Kohlenklausel; weiter widmet er ein Kapitel den Stromlieferungsbedingungen, die als Vertrag zwischen dem Elektrizitätswerk und dem Abnehmer von besonderer Bedeutung sind, geht dann auf die zur Strommessung notwendigen Apparate ein, berührt hierbei auch die gesetzlichen Bestimmungen und läßt den Leser dann noch einen kleinen Einblick in die sogenannte Tarifpolitik der Elektrizitätswerke tun, d. h. er deutet auf die Punkte hin, die für das Elektrizitätswerk neben den Gestehungskosten bei der Festsetzung seiner Tarife maßgebend sind.

Es wäre wohl zweckmäßig gewesen, auf Hilfsmittel hinzuweisen, die geeignet sind, das Verständnis für die Eigenart des Elektrizitätswerkbetriebes zu vermitteln. So könnte im Zusammenhang mit den Belastungskurven das Belastungsgebirge gezeigt werden, das erfahrungsgemäß für den Laien verständlicher ist als eine einzelne Kurve. Auch das in vielen Elektrizitätswerken verwendete Tarifmodell dürfte gerade für den Laien ein wertvolles Anschauungsmittel sein. In die Abb. 5 und 6 hätte man zweckmäßig der hohen Leistung die geringe Benutzungsdauer zugeordnet und umgekehrt, da sonst leicht ein falsches Bild entstehen kann. Weiter wäre es wünschenswert, wenn in dem Abschnitt, der dem Leistungsfaktor gewidmet ist, neben den wohl nur dem Fachmann verständlichen Diagrammen Erklärungen für diese Vorgänge gebracht würden, die dem Laien allgemein leicht begreiflich sind. Es gibt Analoga aus der Mechanik und Hydraulik, die erfahrungsgemäß sehr geeignet sind, den nicht fachmännisch gebildeten Stromabnehmer etwas Verständnis für diese schwierige, ihm wissenschaftlich kaum zu erklärende Frage zu geben.

Die Schreibweise „KVA" verträgt sich kaum mit der Schreibweise „kWh" und „kW" und wäre daher zweckmäßig in die übliche Schreibweise „kVA" abzuändern, die auch bei der Bezeichnung „kVAh" angewendet ist.

Das leicht lesbare und gut verständliche Werk wird dem Stromabnehmer ebenso willkommen sein wie dem Studierenden und dem Ingenieur, soweit er nicht gerade Spezialfachmann auf diesem Gebiete ist. Nissel.

Die vierzigjährige Geschichte des Transformators 1885—1925. Herausg. v. d. Ganzschen Electricitäts-Actiengesellschaft, Budapest 1927. Mit 33 Textabb. u. 41 S. in 8°.

Es handelt sich hier um eine recht interessante und gut illustrierte Werbeschrift der Firma Ganz & Co., deren Ingenieure Deri, Blathy und Zipernowsky bekanntlich im Jahre 1885 den Weg zur zweckmäßigsten Anwendung von Transformatoren für die elektrische Arbeitsübertragung und Verteilung gezeigt haben. Das Heft bringt interessante Einzelheiten über die ersten von der Firma Ganz ausgeführten Wechselstrom-Anlagen, wobei besonders die bekannte Übertragung Tivoli—Rom eingehend behandelt wird. Weiter wird daran erinnert, daß die Firma auch auf anderen Gebieten Pionierarbeit geleistet hat; so war sie die erste, die große langsamlaufende Wechselstrom-Generatoren unmittelbar auf die Welle von Dampfmaschinen setzte (1883). Auch war (und blieb) sie die einzige Firma, die es gewagt hat, Drehstrommaschinen für eine unmittelbar erzeugte Spannung von 30 kV zu bauen (Anlage Subiaco 1905). Außer diesen Maschinen werden noch Transformatoren für besonders große Leistungen oder Spannungen beschrieben und abgebildet, die zur Zeit ihrer Entstehung ebenfalls Spitzenleistungen darstellten. Der Zweck des Heftes, den Leser über die Leistungen der Firma in Vergangenheit und Gegenwart zu unterrichten, wird gut erfüllt.

Zu beanstanden ist nur der Titel, wenn man nicht etwa, ähnlich wie bei der Mathematik, zwischen „reiner" und „angewandter" Geschichte unterscheiden will. Da das Heft naturgemäß nur die Entwicklung des Transformators bei einer Firma behandelt, so ist seine Bezeichnung als „Geschichte des Transformators" nicht am Platze. L. Schüler.

Kalender für Radio-Amateure. Herausg. v. G. W. Meyer. (4./5. Jahrg. des Mitteleuropäischen Funk-Kalenders.) Mit 66 Textabb. u. 232 S. in 16°. Meyer's techn. Verlag, Bodenbach a. d. Elbe. 1927. Preis geb. 2,50 RM.

Der nunmehr bereits im 4. Jahrgang vorliegende Funk-Kalender weist gegenüber seinen Vorgängern nur geringe Änderungen auf. Hinzugefügt ist ein Abschnitt über Push-Pull-(Gegentakt-)Verstärkung unter Benutzung von Zweifachröhren und Anschluß an das Wechselstromlichtnetz. Ferner wird eine ausführliche Tabelle der wichtigsten europäischen Rundfunksender nach dem neuesten Stand begrüßt werden. Zu bemängeln ist die gänzlich uneinheitliche Darstellung der schematischen Schaltbilder. Die Normung ist glücklicherweise jetzt soweit durchgeführt, daß man ganz allgemein die Anwendung der genormten Schaltsymbole fordern muß.

Mendelsohn.

Leithäuser- (Reinartz-) Empfänger. Ein Bastelbuch. Von Ing. W. Sohst. Mit 172 Textabb., 2 Taf., VIII u. 137 S. in 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1927. Preis geh. 5,50 RM.

Das Buch ist zum Bau eines Empfängers eine ganz gute Anleitung für Laien, denen das tiefere Verständnis für die Materie fehlt. Dem Fachmann kann es keine weiteren Kenntnisse vermitteln. Das Buch zeigt grobe Fehler, so sei z. B. auf S. 19/20 hingewiesen: Eine Gleichstrombrücke ist nicht abgeglichen, wenn die Summe der Widerstände, sondern immer nur, wenn das Verhältnis der Widerstände einander gleich ist. Die Bedingung für die Wechselstrombrücke ist ebenfalls Gleichheit des Verhältnisses, im angeführten Beispiel muß also zur Abgleichung L_1/L_2 gleich C_2/C_1 sein.

Vierling.

Die Bildtelegraphie. Von Patentanwalt Dipl.-Ing. Gerhard Fuchs. Mit 35 Textabb. u. 134 S. in 8⁰. Verlag von Georg Siemens, Berlin 1926. Preis geh. 6 RM, geb. 7,50 RM.

Das Buch, von einem Fachmann in leicht verständlicher und spannender Form geschrieben, wird gerade jetzt, da das Interesse für die Bildtelegraphie neu erwacht ist, vielen willkommen sein. Es unterscheidet sich von früheren Darstellungen dadurch, daß auf eine Untersuchung der möglichen Anwendungen Wert gelegt und eine eingehende Kritik der Fernseh-Ideen gegeben wird, nicht in dem gewöhnlichen optimistischen Sinne, als ob wir es „herrlich weit gebracht hätten" und der wesentliche Teil der Schwierigkeiten hinter uns läge. Das Buch gibt auch schon von den neuesten Resultaten der drahtlosen Bildtelegraphie Rechenschaft und behandelt neben dem photographischen Empfange durch das Saitengalvanometer auch den Oszillographen-Empfänger und den Empfänger, welcher sich der Kerrzelle bedient. Die Hauptabschnitte des Buches sind: I. Die Methode der lichtempfindlichen Zellen und die Reliefmethode. II. Die telautographische Methode. III. Drahtlose Bildtelegraphie, einschließlich der indirekten Methoden mit Hilfe von Buchstabentelegrammen und telegraphischen Lochstreifen. IV. Die möglichen Verwendungen der Bildtelegraphie. V. Das elektrische Fernsehen. Das Buch wird eine willkommene Ergänzung der vorhandenen Werke des Gebietes sein.

A. Korn.

Bildfunk. Anleit. zum Selbstbau eines Bildempfängers. Von Dipl.-Ing. R. Hell. (Radio-Reihe Bd. 21.) Mit 80 Textabb., VIII u. 114 S. in 8⁰. Verlag von Richard Carl Schmidt & Co., Berlin 1927. Preis geb. 3,50 RM.

Da die Geräte für Bildtelegraphie, welche mit photographischem Empfange arbeiten, für den Radio-Amateur im allgemeinen noch zu kostspielig sind, kommen für einen Bildrundfunk zunächst nur die elektromechanischen und elektrochemischen Empfänger in Betracht. Verfasser beschreibt im wesentlichen nur das Empfangsgerät von Dieckmann (wesentlichstes Merkmal: angeheizter elektromechanischer Schreibstift), nebst Angaben zum Selbstbau von Apparaten; ein kurzer Paragraph (S. 51 bis 54) ist dem elektrochemischen Empfangsgerät von Nesper gewidmet. Eine Einführung des Bildrundfunks, wie sie wohl bald zu erwarten ist, wird vielen Funkbastlern Freude gewähren, und sie kann zu ernsten Fortschritten dadurch führen, daß sie die Anregung zu einer allgemeinen, eventuell international zu regelnden Synchronisierung gibt. Der teuerste Teil der bildtelegraphischen Apparaturen, welcher zur Zeit für die Synchronisierung erforderlich ist, würde dann wesentlich verbilligt werden und die Bildtelegraphie einen ungeahnten Aufschwung nehmen. Gerade in diesem Sinne sind alle Anregungen zum Bildrundfunk zu begrüßen.

A. Korn.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Von Prof. Dr. F. Auerbach u. Prof. Dr. W. Hort. Bd. 1, Lief. 1. Mit 120 Textabb., IX u. 306 S. in 8⁰. Preis geh. 30 RM. — Bd. 3 komplett. Mit 198 Textabb., IX u. 468 S. in 8⁰. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1927. Preis geh. 40 RM, geb. 42,50 RM.

Aus Winkelmanns „Handbuch der Physik" ist das vorliegende Werk über Mechanik hervorgegangen, und es haben sich zwei Männer der Wissenschaft und Praxis, Auerbach, Jena, und Hort, Berlin, um die Herausgabe dieses Werkes verdient gemacht. Von dem Werke sind bereits Bd. 1, Lief. 1 und Bd. 3 vollständig erschienen.

In Bd. 1, Lief. 1 erläutert zunächst Auerbach die Grundbegriffe. Alsdann werden von Block die Grundlagen der Meßtechnik dargestellt, die Messung von Raumgrößen, und technische Präzisionsmessungen; ferner die Messung von Zeit und Geschwindigkeit, die Technik der Mengenermittlung, die Messung der Masse, des Gewichtes, der Dichte, der Kraft und der Arbeit. Hierauf behandelt A. Korn unter dem Titel „Potentialtheorie" das Newtonsche und logarithmische Potential, die Theorie der Potentialfunktionen und der Randwertprobleme; dieser Theorie schließt sich als Anhang noch eine geometrische Darstellung von Auerbach an.

In Bd. 3 ist zuerst eine allgemeine Theorie der Elastizität von A. Korn gegeben, welcher sich wieder im Anhang eine ergänzende geometrische Darstellung von Auerbach anschließt. Es folgen dann die Kapitel über Zug und Druck von Auerbach, wo auch die Hertzsche Theorie der Härte behandelt wird. Dann kommt ein Kapitel „Biegung" von Geckeler, in welchem die Ergebnisse der strengen Theorie mitgeteilt werden. In den folgenden Abschnitten wird von Auerbach die Scherung und Drillung dargestellt, die Elastizität der Kristalle mit vielen experimentellen Ergänzungen, und die elastischen Schwingungen und Wellen (Saiten-, Stab-, Membran- und Plattenschwingungen). Nachdem noch Erdbeben und Erdbebenwellen durch Gutenberg mit einem reichhaltigen Bericht über Seismometer zur Darstellung gekommen sind, schließt dieser Band mit den Ausführungen von Auerbach über die thermischen Eigenschaften der festen Körper.

Bei den vorliegenden Bänden des Werkes hat man bereits den Eindruck, daß es sich um eine große Anlage handelt, welche durch ihre weitumfassende und tiefgründige Behandlung der physikalischen und technischen Mechanik eine besondere Stellung in der Literatur einnehmen wird. Neben den Handbüchern der Physik und der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften ist hier von etwa 40 Bearbeitern ein Werk der Mechanik geschaffen, für das bei dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Technik unbedingt ein Bedürfnis vorliegt. Die einzelnen Bände sind in sich abgeschlossen, und sie erheben sich über das rein Lehrbuchmäßige hinaus zu einem zusammenfassenden Bericht von großem Wurf, in dem überall der Anschluß und Übergang einerseits an die reine Physik, anderseits an die experimentelle Forschung, bzw. deren wesentlichen Ergebnissen gefunden ist.

Für den sich weiterbildenden und forschenden Ingenieur verspricht das Handbuch — nicht zum geringsten wegen der sehr reichhaltigen Literaturangaben — eine höchst willkommene wissenschaftliche Fundgrube zu werden, wo außer der exaktesten Sprache, der Mathematik, auch noch die Sprache der Zeichnung eindrucksvoll auf ihn wirkt. Es ist hoch anzuerkennen und dankbar zu begrüßen, daß sämtliche Bearbeiter bestrebt sind, durch anschauliche Darstellung in Zeichnung und Tabelle Erleichterung des Verständnisses zu schaffen, was ausgezeichnet gelingt. Auf diesem Wege wird sich das Handbuch sicherlich viele Freunde besonders unter den praktisch-anschaulich denkenden Ingenieuren erwerben. Die Ausstattung des Werkes ist dem Inhalt entsprechend gut gewählt.

V. Blaess.

Physik und Technik des Hochvakuums. Von Dr. A. Goetz. 2., umgearb. u. verm. Aufl. Mit 121 Textabb., 3 Taf., IX u. 260 S. in 8⁰. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn A.-G., Braunschweig 1926 Preis geh. 16 RM, geb. 18 RM.

An der Physik und Technik des Hochvakuums ist der forschende reine Physiker und der vorwiegend im Hinblick auf praktische Anwendung arbeitende technische Physiker in gleicher Weise interessiert. Wenn sich der Verfasser mit seinen Ausführungen hauptsächlich an den reinen Physiker wendet, so geht er dabei von dem bewährten Grundsatz aus, daß nur das physikalische Verständnis der den einzelnen Operationen zugrunde liegenden Vorgänge dem Techniker systematische Arbeit und

Fortschritt ermöglicht. Dies gilt ganz besonders von dem Gebiet der Hochvakuumarbeiten, bei denen es oft schwer ist, aus der unübersichtlichen Fülle der Erscheinungen ein einheitliches Bild zu gewinnen.

Nach einer Betrachtung über die Grundbegriffe der kinetischen Gastheorie werden im zweiten Hauptteil des Buches die Vor- und Hochvakuumpumpen beschrieben und besonders die verschiedenen Diffusions- und Strahlpumpen ihrer physikalischen Wirkungsweise und technischen Leistung nach miteinander verglichen. Der dritte Hauptteil handelt von der Adsorption und Absorption, Anwendung der Sorptionserscheinungen zur Verbesserung des Vakuums und der Rolle, welche ihnen bei der Entgasung zukommt. Der vierte Hauptteil behandelt die Vakuumkriterien, der fünfte den Bau und Betrieb der Hochvakuumanlagen.

Der Verfasser versteht es, durch geschickte Verknüpfung von theoretischen Überlegungen und experimentellen Betrachtungen den Leser, und zwar sowohl den physikalisch als auch den technisch gerichteten, zu fesseln und zu belehren. In den zahlreichen Tabellen und graphischen Darstellungen des Buches ist eine große Menge wertvollen Zahlenmaterials zusammengetragen.

Pirani.

Kühlen und Schmieren bei der Metallbearbeitung. Herausg. vom Aussch. f. wirtschaftl. Fertigg. (AWF) b. Reichskurat. f. Wirtschaftlichk. Mit 1 Betriebsbl., 1 Textabb. u. 19 S. in 8°. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1927. Preis geh. 1 RM.

Der AWF hat es in dankenswerter Weise übernommen, Erfahrungen und Anregungen auf dem Gebiete des Kühlens und Schmierens von Werkzeugen in einer kleinen Schrift einem großen Kreise zugänglich zu machen. Die sehr gedrängte Form der Darstellung ermöglicht eine gute Übersicht des Inhaltes, der den Zweck der Kühlung, die Anforderungen an die Kühl- und Schmiermittel, deren Arten, Anwendung, Zuführung und Wiedergewinnung behandelt. In einer Tabelle werden außerdem die zweckmäßigsten Kühl- und Schmiermittel für die einzelnen Metalle und Arbeitsverfahren zusammengestellt. Die gedrängte Darstellung machte es allerdings unmöglich, die gebrachten Angaben und Vorschläge wissenschaftlich zu erklären oder zu begründen. Trotzdem ist der Wert solcher Veröffentlichungen nicht zu unterschätzen, da auf diese Weise recht oft wertvolle Anregungen für die weitere Entwicklung gegeben werden. Daher ist der Schrift auch eine weite Verbreitung zu wünschen.

Meller.

Eingegangene Doktordissertationen.

Erwin Roessler, Zur Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen längs Leitern. T. H. Dresden 1927. Sonderabdr. aus „El. Nachr. Techn." H. 7, 1927.)

Otto Fischer, Der Einfluß der Berliner Wasserstraßen auf die Ansiedlung der Industrie. T. H. Berlin 1927.

Bruno Leo, Untersuchung der Strömungsvorgänge an peltonähnlichen Schaufeln. T. H. Berlin 1927. (Auszug.)

Alfred Ninnelt, Über Kraft- und Arbeitsverteilung an Greifern, besonders an Motorgreifern. T. H. Hannover 1926.

Willi Schwarz, Beitrag z. Berücksichtigung bergbaulicher Einwirkungen auf Eisenbetonbauwerke über Tage. T. H. Berlin 1926.

Max Wrba, Vergleichende Untersuchung d. Wirtschaftlichkeit einer Fertigung bei Anordn. d. Werkstätten in Erzeugnis- bzw. Werkzeugmaschinenordnung. T. H. Dresden 1927. Verlag von Julius Springer, Berlin. (Auszug.)

Otto Hebenstreit, Betriebsverhältnisse u. Wirkungsgrade von Kolbenflüssigkeitsgetrieben f. Werkzeugmaschinen an Hand prakt. Untersuchungen. T. H. Dresden 1927. Verlag von Julius Springer, Berlin.

Conrad Hildebrandt, Das Arbeiten der Feilen u. ihr Verhalten während d. Abnutzung. T. H. Dresden 1927. Verlag von Julius Springer, Berlin.

Hermann Kirsten, Die Stückkontrolle als Glied der Fabrikorganisation u. d. Grenzen ihrer Wirtschaftlichkeit. T. H. Dresden 1927. Selbstverlag.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Bilanzen der deutschen Elektroaktiengesellschaften. — Aus der soeben vom Statistischen Reichsamt veröffentlichten Bilanzstatistik der deutschen Aktiengesellschaften für die Zeit vom 1. VII. 1925 bis 30. VI. 1926[1] interessieren hier die das Elektrizitätsgewerbe betreffenden, in Zahlentafel 1 zusammengestellten Werte:

1. Die Bilanzen der deutschen Elektroaktiengesellschaften 1925/1926 (in 1000 RM).

	Elektrizitätswerke	Elektroindustrie
1. Anzahl der Gesellschaften	176	194
2. Nominalkapital abzgl. ausstehender Einzahlungen	1 106 556	533 167
3. Dvidendenberechtigtes Kapital	1 085 822	509 936
4. Genußscheine	—	1
5. In der Bilanz ausgewiesene echte Reserven	110 087	81 881
6. Bilanzmäßiges Eigenkapital (3, 4 u. 5)	1 195 909	591 818
7. Schuldverschreibungen und Hypotheken	258 830	101 326
8. Beamten- und Arbeiter-Unterstützungsfonds	12 297	11 631
9. Sonstige Schulden	506 700	377 190
10. Jahresreingewinn[2]	95 855	33 351
11. Jahresreinverlust[2]	1 306	8 892
12. Jahresreingewinn in % des Eigenkapitals	8,02	5,64
13. Jahresreinverlust in % des Eigenkapitals	0,11	1,50
14. Dividendensumme	74 936	27 866
15. Dividendensumme in % von 3	6,90	5,46

Ein Vergleich der Bilanzwerte der Elektrizitätswerke mit den entsprechenden der Elektroindustrie ist infolge der Verschiedenheit der Zahl der erfaßten Gesellschaften, vor allem aber wegen der in beiden Industrien verschiedenartigen Betriebs- und Wirtschaftsverhältnisse nicht möglich. Die arbeitenden Mittel waren wie folgt gegliedert:

	Elektrizitätswerke		Elektroindustrie	
	1000 RM	%	1000 RM	%
Bilanzmäßiges Eigenkapital	1 195 909	60,59	591 818	54,70
Fremdkapital	765 530	38,79	478 516	44,23
Beamten- u. Arbeiter-Unterstützungsfonds	12 297	0,62	11 631	1,07
Insgesamt	1 973 736	100,00	1 081 965	100,00

Die Verschuldung der Aktiengesellschaften der Elektroindustrie übertraf also prozentual die der Elektrizitätswerke, deren Verhältnisziffern fast genau mit den im Durchschnitt für sämtliche deutschen Aktiengesellschaften (ohne die Banken und Versicherungsgesellschaften) ermittelten übereinstimmen. Trennt man das Fremdkapital in Obligations- und Hypothekenschulden einerseits und sonstige Schulden andererseits, so beträgt der Anteil der langfristigen Verschuldung am Fremdkapital insgesamt bei den Gesellschaften der Elektroindustrie 21,18 %, bei den Elektrizitätswerken jedoch 33,81 %. Der Grund liegt in der außerordentlich raschen Steigerung des Elektrizitätsverbrauchs in den Nachkriegsjahren, der die stromerzeugenden Werke zu Erweiterungen wie auch mehrfach zu Neuanlagen und somit zur Kreditaufnahme zwingt. Bemerkenswert ist, daß bei den elektrotechnischen Fabriken der Jahresreingewinn 5,64 % des Eigenkapitals beträgt; er ist ungefähr ebenso hoch wie im Durchschnitt aller Industriezweige. Bei den Elektrizitätswerken stellt sich diese Gewinnziffer jedoch auf 8,02 % und wird nur übertroffen von den Brauereien, der Gruppe der I. G. Farbenindustrie A. G. und dem Vervielfältigungsgewerbe. Die Jahresverluste sind niedrig, bei den Elektrizitätswerken mit 0,11 % des Eigenkapitals nahezu am geringsten unter allen Gewerbezweigen; auch für die Elektroindustrie bedeuten 1,50 % eine erheblich unter dem Durchschnitt liegende Ziffer.

Zahlentafel 2 unterscheidet Gesellschaften mit Gewinn und Verlust und gestattet den Vergleich mit dem Vorjahr. Die ungünstige Geschäftskonjunktur des Jahres 1925/26 wird aus den Bilanzziffern der Elektroindustrie dadurch erkennbar, daß deren Reingewinn nur 5,55 % des Eigenkapitals gegen 5,63 % im vorhergehenden Jahre ausmachte. Dagegen ist der Reinverlust von 0,88 % auf 1,39 % gestiegen. Da die Elektrizitätswerke leider nicht gesondert

[1] Wirtsch. u. Stat. Bd. 7, 1927, S. 947.
[2] Ausgewiesener Gewinn bzw. Verlust ausschl. des etwaigen Gewinn- bzw. Verlustvortrages und vor Abzug des etwaigen Verlust- bzw. Gewinnvortrages.



2. Die Geschäftsergebnisse der vergleichbaren Elektroaktiengesellschaften 1924/25 und 1925/26.

	Elektroindustrie		Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke	
	1924/25	1925/26	1924/25	1925/26
1. Anzahl der Gesellschaften	173	173	229	228
2. Bilanzmäßiges Eigenkapital in Mill. RM	568	577	1 434	1 468
3. Gesellschaften mit Jahresreingewinn				
a) Anzahl	107	96	196	193
b) Bilanzmäßiges Eigenkapital in Mill. RM	524	544	1 405	1 426
c) Reingewinn in Mill. RM	32	32	109	119
d) Reingewinn in % v. 2	5,63	5,55	7,60	8,11
4. Gesellschaften mit Jahresreinverlust				
a) Anzahl	57	72	20	26
b) Bilanzmäßiges Eigenkapital in Mill. RM	44	32	11	38
c) Reinverlust in Mill. RM	5	8	1	1
d) Reinverl. in % v. 2	0,88	1,39	0,07	0,07
5. Saldo aus Jahresreingewinn u. -verlust				
a) in Mill. RM	27	24	108	118
b) in % von 2	4,75	4,16	7,53	8,04

aufgeführt sind, sei auf die besseren Ergebnisse der Gruppe Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke nur noch hingewiesen.

D. C. Albrecht.

Chinas elektrotechnische Einfuhr[1]. — Trotz des zerrüttenden Bürgerkrieges hat China seine Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse dem Wert nach im Jahr 1926 gegen 1925 recht beachtlich steigern können, bei elektrischem Material und Zubehörteilen sogar um 2,051 Mill. Taels. Unter den Bezugsländern dieser Warengruppe ist aber eine Verschiebung insofern eingetreten, als Deutschland, das 1925 an zweiter Stelle stand, seinen Platz unter geringer Werteinbuße vor Großbritannien und den V. S. Amerika räumen mußte. Dafür hat es bei Telegraphen- und Fernsprechmaterial im Berichtsjahr die Führung errungen und Japan sowie besonders Großbritannien merklich überflügelt. Auch die Zunahme seines Lieferungswertes, die bei dieser Gruppe im ganzen 1,095 Mill. Taels ausmachte, war wesentlich größer als die der übrigen Hauptbezugsländer. Die Einfuhr Chinas an Maschinerien für Elektrizitätswerke betrug im ganzen 0,831 Mill. Taels und war damit etwas geringer als 1925 (0,858 Mill. Taels). Die bezüglichen Gegenstände kamen vorwiegend aus Großbritannien, Hongkong, Japan und aus Deutschland (0,130 Mill. Taels gegen 0,167 i. V.). Der Wert der vom Ausland nach China gelieferten wissenschaftlichen Instrumente und Apparate ist von 0,988 auf 1,318 Mill. Taels gewachsen; sie stammten hauptsächlich aus Japan, Deutschland (0,377 Mill. Taels gegen 0,228 i. V.) und den V. S. Amerika. El Review[2], der wir die in nachstehender Zahlentafel genannten Beträge entnehmen, weist darauf hin, daß ein großer Teil der über Hongkong eingeführten Erzeugnisse wahrscheinlich wieder dem Vereinigten Königreich gutzuschreiben sei.

Erzeugnisse und Hauptbezugsländer	1926	1925	Änderung g. V.
	1000 Haikuan Taels[3]		
Elektrisches Material nebst Zubehör	8941	6890	+2051
Japan	3407	2367	+1040
Großbritannien	1666	1199	+ 467
V. S. Amerika	1422	851	+ 571
Deutschland	1351	1393	— 42
Hongkong	379	421	— 42
Telegraphen- und Fernsprechmaterial	2053	958	+1095
Deutschland	875	167	+ 708
Japan	271	255	+ 16
Belgien	165	8	+ 157
Italien	147	—	+ 147
Großbritannien	141	194	— 53

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 559.
[2] Bd. 101, 1927, S. 1052.
[3] 1 Haikuan Tael 1926 = 3 s 1¾ d.

Die Absatzverhältnisse für Elektroartikel in Brasilien. — Aus einem Bericht der Ind. Handelszg.[1] über die deutsch-amerikanische Konkurrenz in Brasilien geht hervor, daß dort die Absatzverhältnisse für Elektroartikel keineswegs so günstig sind, wie verschiedene Meldungen aus letzter Zeit sie dem deutschen Handel darstellen. Nach der brasilianischen Statistik hat der Import aus den V. S. Amerika, besonders was Leitungsmaterial und Apparate betrifft, 1926 erheblich zugenommen und wertlich selbst bei den Erzeugnissen ein Übergewicht erzielt, mit denen Deutschland der Menge nach gegen die Union im Vorteil war. Lediglich bei Glühlampen betrug der Mehrertrag der deutschen Einfuhr 1,1 Milreis, sie werden aber auch in Brasilien selbst hergestellt, und daher ist ihr Import von 194,9 t in 1925 auf 112,5 t in 1926 zurückgegangen. In der Belieferung Brasiliens mit Elektroporzellan haben die V. S. Amerika gleichfalls nennenswerte Fortschritte gemacht. Der hier angezogene Bericht besagt ferner, daß von der General Electric Co. in verschiedenen Provinzen Elektrizitätswerke aufgekauft worden seien, um sie für ihre Standardfabrikate einzurichten und sich auf diesem Wege wie auch durch den Umbau von Leitungsnetzen eine Art Monopol zu schaffen, Bestrebungen, denen nach Ansicht des Berichterstatters die deutsche Elektroindustrie besondere Beachtung schenken sollte.

Rentabilität der ungarischen Elektrizitätsindustrien. — Vor kurzem sind die neuesten offiziellen Angaben über die ungarische Fabriksindustrie veröffentlicht worden. Sie enthalten auch Einzelheiten über die Elektrizitätsindustrien. Es gab 1926 in Ungarn 34 elektrotechnische Fabriken, die insgesamt 8368 Arbeiter beschäftigten. Der Wert ihrer Jahresproduktion betrug 50,23 Mill. GK. Laut den Berichten der Werke wurde von diesem Betrag die nicht unbedeutende Summe von 18,55 Mill. GK als Bruttogewinn gebucht, was eine Rentabilität von 36,9 % ergibt. Die Zahl der elektrischen Kraftwerke betrug nach dieser neuesten Statistik 184, die der in ihnen beschäftigten Arbeiter 6085. Der Wert des erzeugten und abgegebenen Stromes machte 76,54 Mill. GK aus, wovon 34,64 Mill. GK den Bruttogewinn darstellen. Die Rentabilität der Stromerzeugung betrug demnach 45,3 %.

P. P.

Aus der Geschäftswelt. — Nach dem Jahresbericht der Süddeutschen Telefon-Apparate-, Kabel- und Drahtwerke A. G., Nürnberg, für 1926/27 konnte dieses Unternehmen trotz Verringerung der Belegschaft seine Umsätze infolge Betriebsverbesserungen erhöhen. Kabel- und Röhrenfabrik zeigten befriedigende Ergebnisse, während das Apparategeschäft zu wünschen übrig ließ. Automatische Telephonie und die Herstellung von Verstärker- und Fernämtern wurden weiter ausgebaut. Die Tekade-Röhre hat, wie der Bericht sagt, Anerkennung gefunden. Fabrikations- und sonstige Gewinne ergaben 1 810 504 RM (1 621 425 i. V.) und ließen einen Reingewinn mit Vortrag von 269 336 RM (270 752 i. V.); aus diesem verteilte die Gesellschaft wieder 8 % Dividende auf 3 Mill. RM Aktienkapital. — Die Elektrizitätswerk Weißenhorn A. G. hat die Belieferung der an ihr Leitungsnetz angeschlossenen Stromabnehmer mit elektrischer Arbeit, Installationen und den Handel mit elektrischen Bedarfsartikeln zum Gegenstand. Das Grundkapital beträgt 0,15 Mill. RM. — Gegenstand der mit 20 000 RM in München gegründeten Elektro-Holleisen G. m. b. H. ist die Verwertung der Schutzrechte für den von K. Holleis, Partenkirchen, erfundenen elektrischen Bügelapparat „Holleisen" sowie die Verwertung sonstiger Patente. — In Berlin ist mit 20 000 RM die „Elektros" Gesellschaft für den Bau elektromedizinischer Apparate m. b. H. eingetragen worden. — Zweeks Einrichtung, Betrieb und Unterhaltung von Apparaten und Anlagen der Fernmeldetechnik, namentlich von Telephoneinrichtungen in Groß-Berlin und der Provinz Brandenburg, wurde in Berlin die Protos Telefon G. m. b. H. mit 20 000 RM gegründet. Entsprechende Gesellschaften sind in anderen Städten des Reichs eingetragen worden.

[1] 1927, Nr. 290.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 187: Wer baut Heiz-Regelungsschalter für 4, 5 und 7 Stellungen nach besonderem Schema?

Abschluß des Heftes: 31. Dezember 1927.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

Inhalt:

2. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 12. JANUAR 1928
(41–80)


SKA
SKA
Nach dem Sturm.
Heemaf SKA Motorenwerk A·G·Dortmund

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 12. Januar 1928 | Heft 2

UMSCHAU.

Fortschritte in der Anwendung der Elektrizität im Bergbau.

Das vergangene Jahr stand, wie bereits die letzten vorhergehenden, unter dem Zeichen der Rationalisierung, d. h. der wirtschaftlichen Ausgestaltung der bergbaulichen Betriebe. Der lang anhaltende Streik der englischen Bergleute hatte eine Belebung des deutschen Kohlenbergbaus zur Folge und führte diesem die Mittel zum Ausbau der Anlagen und zur Anschaffung neuer, so dringend notwendig gewordener Betriebsmittel zu. Die Förderung wurde wesentlich gesteigert und die Vorkriegsziffern nicht nur erreicht, sondern im verflossenen Jahre das erstemal nach dem Kriege wesentlich überschritten.

Die Elektrisierung der Gruben, d. h. die Umstellung der Antriebe über und unter Tage auf die elektrische Antriebsart hat in Erkenntnis der mit ihr verbundenen wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteile weitere Fortschritte zu verzeichnen. Die Bergbehörden verhalten sich mit Rücksicht auf die Ergebnisse sorgfältig durchgeführter Prüfungen auf der Schlagwetterprüfstrecke in Derne sowie die an ausgeführten Anlagen erzielten Ergebnisse weniger ablehnend und haben für eine Anzahl von Schlagwettergruben die elektrischen Einrichtungen genehmigt. Die darauf hinzielenden Richtlinien wurden vom preußischen Minister für Handel und Gewerbe als von der für den Bergbau zuständigen Stelle veröffentlicht. Dadurch wird die Verwendung der Elektromotoren in Abbaubetrieben auch in Deutschland erleichtert, nachdem ihr andere Länder, namentlich England, Belgien u. a., schon vorangegangen sind. Die Elektrisierung unter Tage erfuhr einen starken Aufschwung, und es dürfte der Preßluftmotor zum Antrieb der Schrämmaschinen, Schüttelrutschen, Haspel usw. doch stärker zurückgedrängt werden. Nur für die stoßend arbeitenden Werkzeuge, die Abbau- und Bohrhämmer, ist der unmittelbare elektrische Antrieb noch nicht erfolgreich durchgebildet worden. Die Bevorzugung des elektrischen Antriebes ist aus zweierlei Gründen zu begrüßen, einmal wegen der Unwirtschaftlichkeit der Preßluftantriebe, das andere Mal wegen ihrer betrieblichen Nachteile. Die zum Antrieb der im Abbau verwendeten Maschinen dienenden Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer bieten, da sie völlig funkenfrei arbeiten, jede erdenkliche Sicherheit. Überhaupt geht das Bestreben immer weiter dahin, alle Antriebsmotoren als Kurzschlußmotoren auszubilden, da sie infolge Fortfalls der bei Schleifringmotoren benötigten Anlaßapparate in Verbindung mit Widerständen und der Schleifringe selbst mit ihrer Kurzschlußvorrichtung leichter bedienbar sind, eine geringere Wartung benötigen und ihre Anlagekosten niedriger sind.

Auch kann das Problem der Verwendung des elektrischen Antriebes zur Fortbewegung des Fördergutes in schlagwettergefährlichen Zubringer- und Abbaustrecken mittels leistungsfähiger Akkumulatorenlokomotiven als gelöst betrachtet werden. Auch dort, wo nach den Beschlüssen des preußischen Landtags und den dadurch hervorgerufenen Verfügungen der Bergbaubehörden Oberleitungslokomotiven wegen der Funkenbildung zwischen Fahrdraht und Stromabnehmer nicht mehr genehmigt werden, ist für diese sowohl als auch für die Druckluftlokomotiven durch die Akkumulatorenlokomotive ein vollwertiger Ersatz geschaffen worden. Diese lassen sich vollkommen schlagwettersicher herstellen und können auch im ausziehenden Wetterstrom laufen, während die Fahrdrahtlokomotiven nur im einziehenden Wetterstrom verwendet werden. Zur Erzeugung des für den Betrieb der Fahrdrahtlokomotiven erforderlichen Gleichstroms werden auch in Untertagebetrieben in steigendem Maße Quecksilberdampf-Gleichrichter verwendet. Damit soll nicht gesagt sein, daß die umlaufenden Umformer überall durch die Gleichrichter ersetzbar seien. Erstere werden stets verwendet werden, wenn mit der Drehstrom-Gleichstrom-Umformung eine Verbesserung des Leistungsfaktors des Drehstromnetzes durch Abgabe von Blindleistung verbunden werden soll. Der hohe Wirkungsgrad der Gleichrichter gegenüber den umlaufenden Umformern hingegen ist für die Wahl der ersteren nicht immer entscheidend.

Die Zulassung der elektrischen Anlagen in den Vor-Ort- und Abbaubetrieben lenkte die Aufmerksamkeit der bergbaulichen Kreise auf die an sich bekannte Tatsache, daß die Verwendung eines starken elektrischen Lichtes an Stellen, die bis dahin nur durch die unzulänglichen Benzin-Sicherheitslampen oder elektrische Grubenlampen notdürftig erhellt wurden, die Leistungsfähigkeit der Bergleute wesentlich steigert, die Förderung der Berge zurückdrängt und die der Kohle erhöht. Die starke elektrische Beleuchtung wie ganz allgemein die Einführung der elektrischen Energie brachte eine wesentliche Steigerung der Sicherheit des Grubenbetriebes mit sich. Die Gefahr des elektrischen Schlages bei der Berührung spannungführender Teile und der Zündung schlagender Wetter durch den elektrischen Funken wurde durch geeignete Vorkehrungen auf das Mindestmaß beschränkt.

Zu diesen Vorkehrungen gehört nicht zuletzt die Ausbildung der Stromzuführung zu den Verbrauchern in Form von einzelnen Kabelsträngen, die untereinander durch zündsichere Steckdosen verbunden und mit schlagwettersicheren Anschlußdosen und Schaltern ausgerüstet sind. Die Kabel selbst werden als druck- und zugfeste Gummischlauchleitungen von höchster mechanischer Festigkeit, verbunden mit ausreichender Biegsamkeit, ausgeführt. Sie enthalten eine Hilfsleitung, bei deren Beschädigung die Stromzuführung selbsttätig unterbrochen wird und die Kabel spannunglos gemacht werden.

Die Speise- und Verteilungskabel in Bergwerksanlagen unterliegen infolge der unvermeidlichen Bodensenkungen oft starken Beschädigungen, die mitunter zum Zerreißen und langen Betriebsstörungen, Bränden und Explosionen führen können. Das lose Aufhängen der Kabel und Zwischenschalten von Schleifen zum Ausgleich der durch den Gebirgsdruck verursachten Dehnungen bildet keinen genügenden Schutz. Neuerdings ging man dazu über, besondere Dehnungskabel[1] herzustellen, die in Verbindung mit Dehnungsmuffen den genannten Übelständen abhelfen. Der zentrale Draht wird durch ein Herz von Jute oder anderem, leicht nachgiebigem Material ersetzt. Um dieses Herz befinden sich dann in mehreren Lagen die den Leiter bildenden Drähte, die mit einem geringen Steigungswinkel verseilt sind. Dadurch wird das Verhältnis der Länge der die Leiter bildenden Drähte zur Länge der Leiter selbst größer, und die Drähte bilden zudem kein geschlossenes Seil, sondern es ist zwischen ihnen jeweils ein kleiner Zwischenraum gelassen, so daß sie sich leicht und ungehindert gegen einander bewegen und ihren Steigungswinkel verändern können.

Zu den Übertageanlagen übergehend, seien in erster Linie die Fördermaschinenantriebe erwähnt.

Die immer größer werdenden Kraftwerke gestatten in den meisten Fällen die elektrischen Fördermaschinenantriebe ohne besonderen Belastungsausgleich an das Netz anzuschließen. Infolgedessen werden die Schwungräder der Ilgner-Umformer außer Betrieb gesetzt, und man läßt bei neuen Fördermaschinen die Umformer als reine Leonard-Umformer laufen. Durch Fortfall der nicht unbeträchtlichen Luft- und Lagerreibungsverluste der Schwungräder wird die Wirtschaftlichkeit der Förder-

[1] ETZ 1927, S. 243.



anlagen wesentlich gesteigert. In solchen Anlagen, wo das Schwungrad nicht entbehrt werden kann, geht man statt der Drehzahlregelung durch Schlupfwiderstände zu der Drehzahlregelung durch Regelsätze über, weil die Regelung durch Schlupfwiderstände mit ziemlich erheblichen Verlusten verknüpft ist. Die Drehzahlregelung durch Regelsätze bietet auch gleichzeitig die Möglichkeit der Verbesserung des Leistungsfaktors, was unter Umständen bei stark ausgenutzten Kraftwerken Vorteile mit sich bringen kann. Während man bisher die Treibmittel stets unmittelbar mit dem Fördermotor kuppelte, verwendet man heute häufig raschlaufende Fördermotoren, die über hochwertige Getriebe auf das Treibmittel arbeiten. Man erreicht hierdurch eine wesentliche Verbilligung des Fördermaschinenantriebes.

Um an Anlagekosten zu sparen, ist man in der letzten Zeit dazu übergegangen, den Drehstrom-Asynchronmotor zum Antrieb der Hauptschachtfördermaschinen zu verwenden. Der Asynchronmotor ist schon früher in vielen Fällen als Antriebsmotor für Fördermaschinen angewendet worden, jedoch konnte die Sicherheit derartiger Fördermaschinen nicht mit derjenigen von Leonard-Fördermaschinen in Vergleich gezogen werden. Es ist aber jetzt gelungen, die Sicherheit der Fördermaschinen mit Antrieb durch Drehstrom-Asynchronmotoren durch Verbesserung der Steuerung, Verwendung besonderer Schaltungen in Verbindung mit einem Fahrtregler und durch Verwendung besonderer Bremsen so zu steigern, daß diese hinsichtlich der Betriebsicherheit einer Leonard-Fördermaschine gleichwertig sein dürften. Auf Veranlassung des Gruben-Sicherheitsamtes wurden im vergangenen Jahre von der Fahrtregler-Kommission die bisher bestehenden Fahrtregler für Dampf- und elektrische Fördermaschinen einer eingehenden Untersuchung unterzogen, wobei sich herausstellte, daß von den über 20 verschiedenen Fahrtreglersystemen für Dampffördermaschinen nur 7 den Anforderungen des Gruben-Sicherheitsamtes entsprachen, während die Fahrtregler der Leonard-Maschinen sämtlich zugelassen wurden. Für die in der letzten Zeit mehr und mehr aufkommenden Fördermaschinen mit Antrieb durch Drehstrom-Asynchronmotoren wurde der Fahrtregler der Siemens-Schuckertwerke von der Fahrtregler-Kommission für den Betrieb zugelassen. Es ist derzeit der einzige zugelassene Fahrtregler für Drehstromfördermaschinen.

Der gesteigerte Rohstoffbedarf der Industrie zog die Notwendigkeit einer Massenförderung entweder durch Gefäßförderanlagen oder vergrößerte Gestellförderanlagen, ferner die zusammenfassende Förderung mehrerer Schächte in einem modern ausgerüsteten Hauptförderschacht nach sich. Die Gefäßförderung hat eine große Zukunft, weil diese für Massenförderung besonders geeignet ist und wirtschaftlicher arbeitet als die Gestellförderung, da sie in Verbindung mit elektrischem Antrieb nur eine geringe Anzahl von Bedienungsmannschaften für die Beschickeinrichtungen über und unter Tage erfordert. Die Gefäßförderung läßt sich für vollkommen selbsttätige Steuerung durchbilden, die in Abhängigkeit von der Füllung und Entleerung der Fördergefäße erfolgt. Dies ist naturgemäß nur bei elektrischem Antrieb möglich.

Ein Beispiel für eine vergrößerte Gestellförderanlage bietet der Schacht „Minister Stein", bei dem Stundenleistungen von 400 t und Tagesleistungen von 6800 t erreicht werden. Diese Leistungen bedingen eine sehr große stündliche Zügezahl, was nur bei elektrischen Fördermaschinen durch beschleunigtes Anfahren und Verzögern und durch beschleunigte Manöver während der Pause unter Zuhilfenahme elektrisch betriebener Förderkorb-Beschickvorrichtungen zu erreichen ist.

Durch die Verwendung von Förderkörben aus Leichtmetall läßt sich eine Verringerung der zu bewegenden toten Massen erzielen und dadurch eine bessere Ausnutzung der Seile, da man mit der Nutzlast entsprechend höhergehen kann. Auch vorhandene Fördermaschinen lassen sich unter Umständen durch den Einbau von Leichtmetallförderkörben auf diese Weise in ihrer Stundenleistung leistungsfähiger gestalten.

Der elektrische Antrieb findet auch in Aufbereitungsanlagen und Kokereien eine von Jahr zu Jahr steigende Verwendung. Man sucht an allen Stellen, wo eine Drehzahlregelung nicht unbedingt erforderlich ist und es die Anlaufverhältnisse zulassen, Kurzschlußmotoren zu verwenden, und zwar je nach dem Aufstellungsort in offener, ventiliert gekapselter oder in ganz geschlossener Ausführung, letztere an Stellen, wo die Unterbringung der Luttenleitungen von ventiliert gekapselten Motoren Schwierigkeiten bereitet.

Noch mehr als im Steinkohlen-, Kali- und Erzbergbau haben sich die elektrischen Antriebe im Braunkohlen-Tagebau eingebürgert. Grund hierfür ist die nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten durchdachte und folgerichtig angewendete Betriebsführung, die Verkoppelung der Wärmewirtschaft der Brikettfabriken mit der Energiewirtschaft der ganzen Grube und mit der öffentlichen Stromversorgung, die die Erzeugung billiger elektrischer Energie möglich machte.

Mehr noch als im übrigen Bergbau ist die Wirtschaftlichkeit des Braunkohlenbergbaus ein Transportproblem, und zwar um so mehr, je gewaltiger die Ausdehnung der Grube, je größer die Mächtigkeit der abzuräumenden Deckschicht und des Kohleflözes, und je erheblicher der Wassergehalt des Fördergutes ist. Die Entwicklung der Anlagen im allgemeinen und der elektrischen Ausrüstungen im besonderen ging nach der Richtung der Vergrößerung der mit den verwendeten Gewinnungs- und Transportmitteln erzielbaren Leistungen. Dies bezieht sich sowohl auf die Abraum- und Kohlenbagger als auch auf die Kettenbahnen, Schrägaufzüge, Abraumförderbrücken, Abraumlokomotiven usw. Die vor einigen Jahren in Betrieb genommene erste Abraumbrücke auf den Plessaer Braunkohlenwerken hat nicht nur den Beweis für die technische Durchführbarkeit des Förderbrückenbetriebes erbracht, sondern bestätigte auch die erwartete hohe Wirtschaftlichkeit. Die Abraumförderbrücke verkürzt den Weg des vom Bagger geförderten Gutes bis zur Abwurfstelle ganz wesentlich und erspart das Verladen des Abraumes in Kippwagen. Die hohe stündliche Förderleistung, die Bewegung der Brücke und das Arbeiten mit den schweren Hebezeugen auf lose verlegten Schienen stellten an den elektrischen Antrieb ganz neue Forderungen und erforderten die Ausbildung einer neuen Steuerung, die sich bei Verwendung von normalen Drehstrom-Asynchronmotoren bei sämtlichen im Abraumbetrieb vorkommenden Arbeiten bewährt hat.

Eine Vereinigung des Abraumbaggers und Abraumförderers in einer Vorrichtung stellt der in Amerika zuerst gebaute Kabelbagger dar, von denen in Deutschland sich erst wenige Anlagen in Betrieb befinden. Die Spannweite des Kabelbaggers für Abraumbeseitigung fällt mitunter sehr groß aus. Da außerdem auf den schnellen Abbau des Deckgebirges Wert gelegt wird, ist die Antriebsenergie recht hoch. Die in Amerika verwendeten Motoren sind Mehrgeschwindigkeitsmotoren in verschiedener Ausführung: als polumschaltbare Drehstrommotoren, als Drehstrommotoren mit zwei getrennten Ständerwicklungen und einer Geschwindigkeitsabstufung bis 1 : 6, als zwei getrennte Drehstrommotoren, deren Läufer auf einer gemeinsamen Welle sitzen, aber elektrisch voneinander unabhängig sind. Die meisten amerikanischen Mehrgeschwindigkeitsmotoren sind mit Kurzschlußläufer ausgerüstet und mit einem sehr großen Anzugsmoment ausgestattet. Bei Gleichstrom läßt sich die gewünschte Geschwindigkeitsregelung durch Feldschwächung bzw. -verstärkung der Nebenschlußmotoren erreichen.

Zur Haldenhochschüttung und Tiefkippe werden im deutschen Braunkohlenbergbau neuerdings elektrisch betriebene Absetzapparate verwendet. Als Förderer dienen auch hier, wie bei den Abraum-Förderbrücken, Gurte oder Bänder aus Gummi mit Baumwolleinlage, die sich zwischen zwei Eimerketten bewegen. Der Apparat fährt mit zwei angetriebenen, vierachsigen Drehgestellen und zwei zweiachsigen Laufgestellen auf zwei Schienenpaaren. Der für den Antrieb benötigte Drehstrom wird der Fahrleitung durch Stromabnehmer entnommen. Für die Bewegung des Apparates sind zwei Geschwindigkeiten, eine normale Arbeitsgeschwindigkeit und eine höhere für größere Ortsveränderungen vorgesehen.

Außer den genannten Vorrichtungen zur Abraumförderung verdienen noch die zur Förderung der Kohle selbst dienenden, Ende des vorigen Jahres zuerst in Betrieb genommenen Zahnradlokomotiven eine besondere Erwähnung. Sie werden durch Drehstrom- oder Gleichstrommotoren, und zwar zwei auf einer Lokomotive, von je 200 kW Leistung bei einer Zugkraft von rd. 20 000 kg auf einer Neigung von $60 \div 70$ ‰ betrieben.

Als ein weiteres Mittel, die bisher fast ausschließlich verwendete Kettenbahnförderung und die vereinzelt angewendete Lokomotivförderung, die dem gesteigerten Bedarf in vielen Fällen nicht mehr gewachsen waren, zu ersetzen, wurde die Schrägförderung mit Vorteil eingeführt. Sie hat mit den im Steinkohlenbergbau verwendeten Schräghaspeln große Ähnlichkeit, nur die in Frage kommenden Motorleistungen sind wesentlich höher und die Sicherheitseinrichtungen umfangreicher. Mit einem Motor von 340 kW Effektivleistung lassen sich beispielsweise 4 Talbotwagen von je 20 t Inhalt auf einer Steigung von 1 : 6 mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s hochziehen.

Entsprechend dem gesteigerten Bedarf an Braunkohlenbriketts hat auch die Leistung der Brikettpressen eine Erhöhung erfahren. Man geht mehr und mehr zur



Aufstellung von sogenannten Doppelpressen über, die im Gegensatz zu den Einfachpressen bei jeder Umdrehung der Presse zwei Briketts erzeugen. Die Leistung des Motors beträgt bei der höchsten Drehzahl der Presse 200 bis 220 kW je nach der Beschaffenheit der Kohle. Der elektrische Pressenantrieb ermöglicht in Verbindung mit Drehstrom-Erregermaschinen eine Phasenverbesserung der Pressenmotoren und dadurch eine Deckung des Blindleistungsbedarfes der zahlreichen übrigen kleineren Antriebsmotoren in der Brikettfabrik.

Die elektrische Brüdenentstaubung bei der Trocknung der Rohbraunkohle in Brikettfabriken ist zwar seit langem allgemein bekannt, sie soll jedoch hier aus dem Grunde erwähnt werden, weil ihre Anwendung im Laufe der letzten Jahre fast Allgemeingut geworden ist und es selbst unter den alten Brikettfabriken nur wenige gibt, die den Einbau der Elektrofilter noch nicht durchgeführt haben.

Hinsichtlich der Verwendung der elektrischen Antriebe im Erdölbergbau, worunter das Tiefbohren und Förderwesen im weiteren und die Förderung des ölhaltigen Gebirges sowie des Sickeröles durch Strecken und Schächte im engeren Sinne verstanden werden soll, sind auch manche Fortschritte zu verzeichnen. Die mit den elektrischen Antrieben verknüpften wirtschaftlichen Vorteile wurden zuerst erkannt, die Erkenntnis, daß die Elektromotoren auch in betrieblicher Hinsicht den Dampfmaschinen und erst recht den Verbrennungsmotoren gleichwertig, ja in mancher Hinsicht ihnen noch überlegen sind, ist erst später erfolgt.

Die zum Antrieb der Tiefbohrgeräte und Fördereinrichtungen verwendeten Motoren sind durchweg Drehstrommotoren mit Kurzschluß- oder Schleifringläufer, letztere meistens mit explosionsicher gekapselten Schleifringen. Die Kontakte der Schalt-, Anlaß- und Regelapparate werden zur Vermeidung von Funken in der Regel unter Öl gelegt. Polumschaltbare Motoren und solche für Stern- und Dreieckschaltung werden häufig verwendet, auch Zweimaschinenantriebe in Verbindung mit besonderen Schaltungen. Raschlaufenden Motoren, die die Bohr- und Schöpfeinrichtungen über ein Riemen- oder Zahnradvorgelege antreiben, wird der Vorzug gegeben.

Die in Amerika erstmalig angewendeten Drehbohrmaschinen mit Fischschwanzmeißel bürgern sich auch in Europa immer mehr ein, da sie die Herstellung besonders tiefer Bohrlöcher meistens in kürzerer Zeit ermöglichen als die Stoßbohrgeräte. Ihr Kraftbedarf ist verhältnismäßig hoch, die Motoren müssen ein hohes Anfahrdrehmoment entwickeln und starke Überlastungen vertragen.

An Stelle der Fördermaschinen zur Förderung des Öles mittels Kolben und Schöpflöffel treten neuerdings die sogenannten kanadischen Pumpen, Tiefkolbenpumpen, die durch ein bis nach unten reichendes Pumpengestänge durch einen Schwengel von oben bewegt werden. Das Gewicht des Gestänges wird durch Gewichte am Schwengel ausgeglichen, die Antriebsenergie ist daher verhältnismäßig klein, und weil die Motoren zum Ziehen des Gestänges nicht immer ausreichen, läßt man diese Arbeit durch fahrbare elektrische Haspel verrichten. Die Tauchmotorpumpen, bestehend aus einer Hochdruck-Rotationspumpe und einem mit ihr gekuppelten öl- und gasdichten Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer besonderer Bauart, haben sich gut bewährt und zeichnen sich durch einen besonders hohen Wirkungsgrad aus. Elektrische Tiefenmeßvorrichtungen bilden ein wertvolles Hilfsmittel für die Flüssigkeitsförderung aus tiefen Bohrlöchern. L. Steiner.

Gleichstromdynamo für Lichtbogenschweißung.

Von Dr. E. Rosenberg, Weiz.

Übersicht. Eine hauptstromerregte Gleichstrom-Querfeldmaschine mit Regelpolen wird beschrieben, bei der mittels Verschraubung eines Poleinsatzstückes der Maschinenstrom innerhalb weiter Grenzen eingestellt wird. Der mit Nutz- und Hilfsbürsten versehene Anker erzeugt eine gegen die Feldachse verschobene Ankerrückwirkung, die in Verbindung mit dem magnetischen Engpaß der Regelpole einen begrenzten Strom und eine sich selbsttätig einstellende Spannung schafft. Die Maschine regelt bei jeder Stromstärke ihre Spannung selbst nach den Bedürfnissen des Lichtbogens.

Die Lichtbogenschweißung hat in den letzten Jahren große Bedeutung erlangt. Während sie früher hauptsächlich zur Ausbesserung schadhafter Gußstücke verwendet wurde, dient sie jetzt auch in immer steigendem Maße der Neuherstellung von Konstruktionen aus Walzeisen. Ein Lichtbogen wird zwischen dem Werkstück und einer Elektrode gezogen, die entweder aus Metall oder aus Kohle besteht. Die Metallelektrode schmilzt allmählich ab, wodurch flüssiges Metall auf das erhitzte Werkstück aufgetragen wird und mit dem Werkstück oder der Naht zweier Werkstücke „verschweißt". Bei Kohlenelektroden kann besonderes Metall in Drahtform abgeschmolzen und auf das Werkstück geträufelt werden oder es findet lediglich ein Schmelzen verschiedener zusammengehaltener Stücke derart statt, daß sie nach Passieren des Lichtbogens fest zusammenhaften.

Lichtbogenschweißung kann bekanntlich von einer Stromquelle konstanter Spannung mit Hilfe eines Vorschaltwiderstandes getätigt werden. Bei normaler Schweißung zwischen Eisenelektrode und schmiedeeisernem Werkstück ist die mittlere Lichtbogenspannung rd. 20 V. Beim Warmschweißen von Gußeisen und bei Kupferschweißung beträgt die Lichtbogenspannung rd. $40 \div 50$ V. Infolge der Unstetigkeit des Lichtbogens schwankt die Spannung stark nach oben (bis zum Abreißen des Bogens) und nach unten (bis nahe an Null). Bei Berührung zwischen Elektrode und Werkstück, die immer den Beginn des Schweißens bildet, ist die Spannung an der Berührungstelle fast Null, so daß bei Schweißung mit konstanter Spannung lediglich der vorgeschaltete Widerstand die dann auftretende Stromstärke begrenzt. Handelt es sich darum, alle die gedachten Schweißungen vorzunehmen, so kann die Spannung nicht viel unter 100 V gewählt werden. Selbst dann ist bei einer Lichtbogenspannung von 50 V die auftretende Stromstärke nur die Hälfte von derjenigen, die sich bei direkter Berührung von Elektrode und Werkstück ergibt. Durch den Vorschaltwiderstand werden große Energiemengen verzehrt, die bei 50 V Lichtbogenspannung gleich der nutzbaren Energie im Lichtbogen, bei 20 V Lichtbogenspannung aber viermal so groß sind wie diese. Es gibt auch nur wenig Gleichstromanlagen mit der früher üblichen Spannung von 110 V. Bei einer Netzspannung von 220 V sind die Verluste im Vorschaltwiderstand bei Gußeisen-Warmschweißung etwa das Vierfache, bei Schmiedeeisen-Elektroden das Zehnfache der nutzbaren Energie, so daß an eine direkte Verwendung des Netzes zur Lichtbogenschweißung kaum jemals für normalen Betrieb gedacht werden kann. Ein Nachteil der direkten Verwendung ist auch die hohe Spannung, die sich bei Abreißen des Lichtbogens zwischen Elektrode und Werkstück einstellt. 100 V ist schon eine beträchtliche Leerlaufspannung, 220 V ist aber als Leerlaufspannung durchaus unerwünscht.

Die im folgenden beschriebene Dynamomaschine zur Speisung von Lichtbogen, insbesondere Lichtbogenschweißung, arbeitet ohne Rheostaten und regelt die Spannung je nach der Länge des Lichtbogens und dem Material selbsttätig bei mäßiger Veränderung des eingestellten Stromes. Die Einstellung der Stromstärke für verschiedene Elektrodendurchmesser erfolgt ohne irgendeine Änderung im elektrischen Stromkreis lediglich durch Veränderung des magnetischen Querschnittes in einem Teil des Polschenkels.

Die Maschine[1] ist eine Fortentwicklung der vor Jahren erfundenen „Querfeld"- oder „Rosenbergdynamo"[2] und erlaubt eine bedeutend stabilere Regelung der Schweißstromstärke, so daß ihr ein neues Betätigungsfeld eröffnet wurde. Von den vielen möglichen Ausführungsformen des gleichen Erfindungsgedankens ist die praktisch wichtigste in Abb. 1 dargestellt. Die Maschine hat zwei Pole, deren jeder einzeln als Regelpol verwendet werden kann. Das Gehäuse ist ein geschweißter Mantel aus gerolltem Kesselblech. In diesem sind rechts und links becherförmige Polschenkel angeschweißt, in deren Mitte ein mit der Bodenplatte verschweißter Gewindebolzen sitzt. Das Muttergewinde befindet sich im Inneren eines kolbenförmigen, mit Handrad versehenen eisernen Körpers, der von der Stellung, wo er den Grund des becherförmigen Polschenkels berührt, bis zu einer Hub-

[1] Patente erteilt oder angemeldet.
[2] ETZ 1906, S. 1035 u. 1061.



begrenzung herausgeschraubt werden kann. Mit den kleinen Polschenkeln sind starke lamellierte Polschuhe verschraubt, die einen großen Teil des Polbogens umfassen und eine Mittelnut tragen. Der Anker ist ein zweipoliger Stabanker mit Nutzbürsten B_1, B_2 die die Verbindung zum äußeren Stromkreis und zu den reihenschlußerregten Spulen bilden und Kommutatorsegmente berühren, die den Ankerleitern in der Polmitte zugehören, während in der bei einer gewöhnlichen Maschine normalen Stellung Hilfsbürsten b_1, b_2 sich befinden, die miteinander widerstandslos verbunden sind und hierdurch die Möglichkeit zu einer solchen Verteilung des Stromes im Anker geben, daß die Ankerrückwirkung sowohl ein ausgesprochenes Gegenfeld als ein ausgesprochenes Querfeld erzeugen kann. Die räumliche Stellung der Bürstenbrücke auf dem Kommutator ist wegen der Versetzung der Kommutatorsegmente gegen die zugehörigen Ankerstäbe um 90° gegen die schematisch gezeichnete Stellung verschoben.

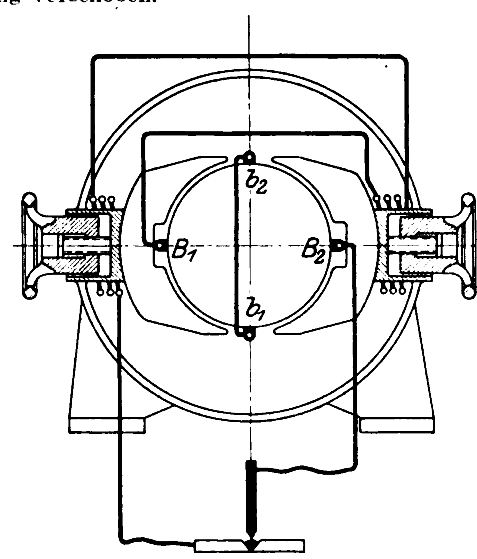


Abb. 1. Elektrische Verbindungen und Schnitt durch das Magnetfeld.

Es sei kurz die Wirkung des Ankerfeldes bei einer normalen Maschine mit einem Bürstensatz und einer Maschine mit zwei Bürstensätzen gestreift. In Abb. 2 ist eine zweipolige Maschine mit horizontal gestellten Polen und vertikal gestellter Bürstenbrücke gezeichnet, deren Anker sich im Sinne des Uhrzeigers drehen möge. Während die Feldwicklung eine solche Magnetisierung erzeugt, daß die Kraftlinien den Anker von rechts nach links durchströmen, magnetisiert der Ankerstrom den Anker derart, daß von unten nach oben gerichtete Kraftlinien erzeugt werden. Das Ankerfeld 02 ist gegen das Hauptfeld 01 um 90° im Sinne der Drehrichtung verschoben. Es beeinflußt die Ankerspannung nur indirekt insofern, als es durch gewisse sekundäre Wirkungen eine Schwächung des Magnetfeldes hervorruft. Direkten Einfluß auf die Spannung zwischen den Ankerbürsten hat es aber nicht, weil das Ankerquerfeld den Anker so durchströmt, daß beispielsweise die Ankerleiter im oberen linken Viertel im entgegengesetzten Sinne induziert werden, als die mit ihnen hintereinander geschalteten Leiter im unteren linken Viertel.

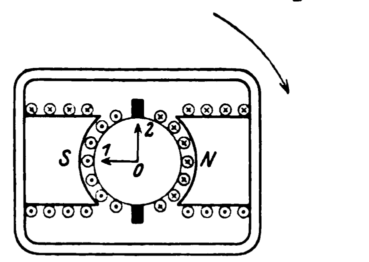


Abb. 2. Ankerrückwirkung.

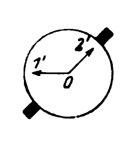


Abb. 3. Verschobene Bürstenbrücke.

Denken wir uns die Bürstenbrücke der Abb. 2 verdrehbar eingerichtet und beispielsweise im Sinne der Drehrichtung vorgeschoben (Abb. 3), so hat die Ankerrückwirkung, deren Symmetrielinie in Abb. 3 durch den Pfeil 02' gekennzeichnet ist, eine Komponente, die dem ursprünglichen Feld entgegenwirkt. Das Feld wird also nicht nur mittelbar, sondern auch unmittelbar durch die Ankerrückwirkung geschwächt, außerdem wird die Ankerspannung um so kleiner, je stärker die Bürstenbrücke vorgeschoben ist. Verschiebt man sie um 90°, so wird die Ankerspannung Null, weil jetzt das Hauptfeld in zwei hintereinander geschalteten Ankervierteln entgegengesetzte Spannungen induziert. Durch eine verschiebbare Bürstenbrücke kann man daher die Spannung einer Maschine zwischen Höchstwert und Null verändern und kann ein Ankerfeld erzeugen, das mit der Symmetrielinie des Hauptfeldes einen beliebigen Winkel einschließt.

Bei einer Maschine mit zwei zueinander senkrecht gestellten Bürstensätzen ergibt sich die gleiche Möglichkeit ohne die mechanische und elektrische Komplikation der verdrehbaren Bürstenbrücke. Ein Strom, der den Anker in der Richtung von der Bürste b_2 zur Bürste b_1 durchströmt (Abb. 4), wird ein Feld hervorrufen, das im selben Anker eine Spannung erzeugt zwischen den Bürsten B_1, B_2 und umgekehrt. Wenn kein Strom in der Richtung der Bürsten B_1, B_2 fließt, so sind die Ströme in allen Leitern der Ankerhälfte $b_1B_1b_2$ und ebenso $b_1B_2b_2$ gleich. Fließt aber Strom, so findet durch die Hilfsbürsten b_1, b_2 lediglich eine Übertragung von Strom derart statt (Abb. 4), daß beispielsweise der Strom in den Ankerleitern zwischen B_1 und b_2 und den diametral gegenüber liegenden b_1, B_2 größer ist als in den beiden anderen Ankervierteln.

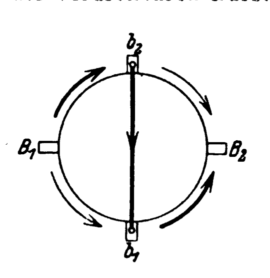


Abb. 4. Haupt- und Hilfsbürsten.

Diese Stromverteilung gibt eine resultierende Ankerrückwirkung, die gegen jedes der Bürstenpaare schräg gerichtet ist und sowohl eine horizontale als eine vertikale Komponente hat. Fließt kein Nutzstrom durch die Bürsten B_1, B_2, so ist das Ankerfeld um 90° gegen das Primärfeld verdreht; ist der Hilfstrom in den Bürsten b_1, b_2 bis auf Null gesunken, so ist die Verschiebung des Ankerfeldes 180° gegen das Primärfeld. Das Magnetfeld ist so ausgebildet, daß eine gegebene Zahl von Amperewindungen ganz verschieden starke Felder in den beiden Achsrichtungen erzeugt, so daß ein verhältnismäßig geringfügiges Schwanken der Symmetrielinie des Ankerfeldes, hervorgerufen durch unbedeutende Verschiebungen des Ankerstromes in den vier Vierteln, ganz bedeutende Veränderungen in der Stärke des Querfeldes und der von diesem zwischen den Hauptbürsten induzierten Spannung schafft. Da die Hilfsbürsten bei jeder Spannung viel geringeren Strom führen als den normalen Nutzstrom, so wird die Zahl der Hilfsbürstenhalter auf einer Spindel kleiner gehalten als die der Nutzbürstenhalter.

Lichtbogenzündung beginnt damit, daß in dem früher offenen Stromkreis die beiden Pole (Werkstück und Elektrode) zur direkten Berührung gebracht, also der äußere Maschinenstromkreis kurzgeschlossen wird. So wollen wir auch untersuchen, wie sich die Maschine bei unterbrochenem und dann bei kurzgeschlossenem Stromkreis verhält. Das Magnetfeld hat einen remanenten Magnetismus, der hinreichen würde, um zwischen den Hilfsbürsten b_1, b_2, wenn sie nicht verbunden wären, eine Spannung von wenigen Volt zu geben. Da sie miteinander widerstandslos verbunden sind, genügt die kleine induzierte EMK, um im kurzgeschlossenen Anker einen merklichen Strom zu erzeugen, und das Ankerfeld kann infolge der das Querfeld besonders begünstigenden Polschuhkonstruktion ein Feld erzeugen, das weit größer ist als das Primärfeld, so daß es zwischen den Hauptbürsten B_1, B_2 eine viel größere Spannung erzeugt, als es die Spannung zwischen den offenen Hilfsbürsten wäre. Es findet eine Vervielfachung des remanenten Magnetismus statt. Der im Anker fließende Hilfstrom, daher auch das Querfeld, daher auch die Nutzspannung ist bei bestimmter Drehzahl dem Primärfeld annähernd proportional. Die Spannung zwischen den Hauptbürsten bei unterbrochenem äußerem Stromkreis (Leerlaufspannung) ist annähernd dieselbe wie die Lichtbogenspannung im Betrieb.

Schließen wir den äußeren Stromkreis kurz, so wird diese Spannung einen Strom zur Folge haben, der die Feldspulen in einem Sinne, die Ankerspulen aber so durchfließt, daß die Ankerfeldkomponente des Hauptstromes dem Primärfeld entgegengesetzt gerichtet ist, da sie ja gegen das sie erzeugende Querfeld um 90° verschoben ist. Dies gilt sowohl für Links- als für Rechtsdrehung des Ankers. Die Windungszahl auf den Magnet-



schenkeln ist größer als die mit dem Wirksamkeitsfaktor multiplizierte Windungszahl des Ankers, so daß vorerst die Erregung des Feldes durch die Magnetspulen stärker ist als die Gegenerregung durch den Anker. Daher tritt normale Selbsterregung der Maschine ein. Der Magnetschenkel hat einen kleinen Eisenquerschnitt, der durch Herausschrauben des regelnden Einsatzstückes nach Belieben verkleinert werden kann. Die Form der Polschuhe begünstigt starke Streuung von Kraftlinien zwischen den beiden Polschuhen und von den Polschuhen zum Joch (Abb. 5).

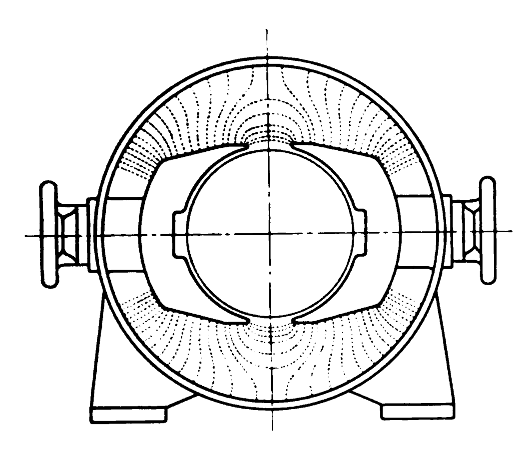


Abb. 5. Magnetische Streuung.

Je mehr das Einsatzstück des Regelpoles herausgeschraubt wird, desto stärker macht sich die Einwirkung der Sättigung bemerkbar. Der Fluß, der durch die Magnetspulen erzeugt wird, vermindert sich durch die Streulinien, das Ankerrückwirkungsfeld hingegen sendet seine Gegenkraftlinien nicht allein durch die Magnetschenkel, sondern auch durch die Luft zurück, so daß von einer gewissen Stromstärke an die Gegenwirkung des Ankers trotz der geringeren Windungszahl immer stärker hervortritt. Der Strom in der kurzgeschlossenen Maschine wird sich daher, und zwar in weniger als 0,1 s, jenem Grenzwert annähern, wo die Gegenkomponente des Ankerfeldes dem Primärfeld gleich wird. Wäre dieser Wert erreicht, so wäre das R e s t f e l d Null, so daß auch kein Strom zwischen den Hilfsbürsten fließt und keine Spannung zwischen den Nutzbürsten erzeugt wird. Der wirklich vorhandene Strom wird um einen sehr kleinen Betrag hinter diesem Grenzwert zurückbleiben. Durch Verschiebung des Regelpoles kann man den Strom innerhalb weiter Grenzen verändern.

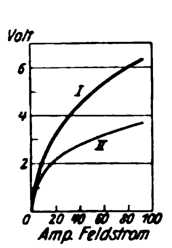


Abb. 6. Spannung zwischen offenen Hilfsbürsten bei Stromdurchgang durch Feldspulen.

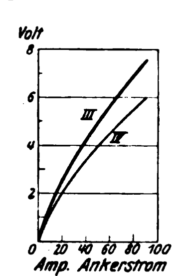


Abb. 7. Spannung zwischen offenen Hilfsbürsten bei Stromdurchgang durch Anker-Nutzbürsten. Feldspulen stromlos.

Die Wirkungsweise des Regelpoles wird am besten aus verschiedenen Aufnahmen klar, die an fertigen Maschinen gemacht wurden. Die Verbindung der Hilfsbürsten wurde entfernt und statt ihrer wurde ein Voltmeter angeschlossen, so daß die bei bestimmter Drehzahl abgelesene Spannung zwischen den Hilfsbürsten ein genaues Maß für die auftretende Feldstärke bildet. Zuerst wurde Strom nur durch die Magnetspulen geschickt und die Maschine mit geringer Drehzahl angetrieben. Die Kurve *I* (Abb. 6) zeigt die Spannung bei „starker" Stellung der Regelpole, die Kurve *II* bei „schwacher" Stellung der Regelpole mit weit herausgeschraubten Einsatzstücken. Abb. 7 zeigt die Hilfsbürstenspannung, wenn Strom lediglich durch den Anker geschickt wird. Der Vergleich der (jetzt für gleiche Regelpolstellungen erhaltenen) Kurven *III* und *IV* zeigt, daß das Ankerfeld weitaus weniger durch den „magnetischen Engpaß" der Regelpole geschwächt wird als das (durch die Feldspulen erregte) Feld. Für die Aufnahmen von Abb. 6 und 7 wurde vorerst die Maschine entmagnetisiert, um den Einfluß des remanenten Magnetismus auszuschalten, und mit kleiner Drehzahl betrieben, um den Einfluß der (für Abb. 6 und 7 entgegengesetzten) Felder auf die Bürsten vernachlässigbar klein zu machen.

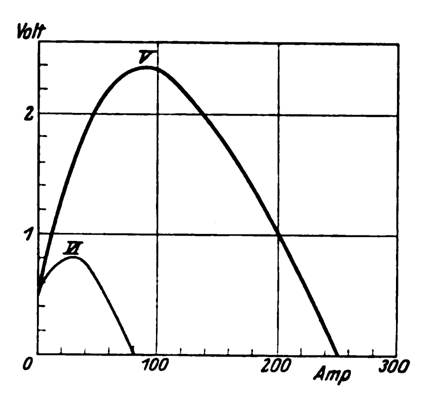


Abb. 8. Spannung zwischen offenen Hilfsbürsten bei Durchgang gleichen Stromes durch Feldspulen und Anker-Nutzbürsten.

Abb. 8 zeigt die Spannung zwischen den offenen Hilfsbürsten, wenn Feldspulen und Ankerwicklung gegeneinander geschaltet sind, wie im normalen Betrieb. *V* zeigt das Feld bei starkem, *VI* bei schwachem Regelpol. Man sieht bei beiden Kurven, daß das Maximum des Feldes weder beim kleinsten noch beim größten Strom auftritt, und weiter, daß der Strom, bei dem das Feld einen Wert Null erreicht, bei schwachem Regelpol weitaus kleiner ist als bei starkem. Die hier gemessenen Felder geben noch kein direktes Maß für die Größe der wirklich auftretenden Spannung bei der arbeitenden Maschine, denn bei diesen Versuchen entsteht ja kein Querfeld. Abb. 9 zeigt

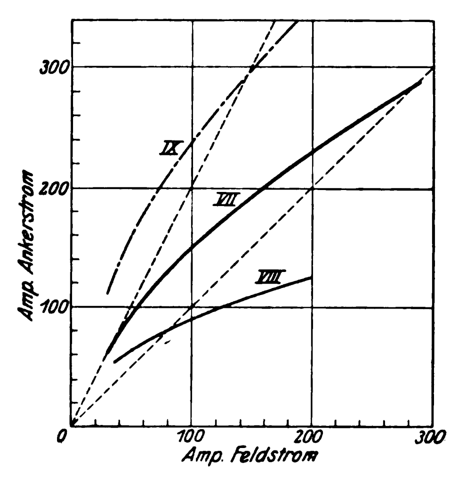


Abb. 9. Kompensierung des Magnet- und Ankerfeldes (Hilfsbürstenspannung Null).

einen sehr interessanten Versuch, nämlich die volle Kompensierung des Magnetfeldes durch das Anker-Gegenfeld. In Kurve *VII* wurde bei „starkem" Regelpol durch Parallelwiderstände zu den Feldspulen und zum Anker die Möglichkeit gegeben, für irgendeinen bestimmten Feldstrom den Ankerstrom gerade so einzustellen, daß die Spannung zwischen den Hilfsbürsten den Wert Null erreicht. Das Gleiche zeigt die Kurve *VIII* bei schwachem Regelpol. Diese Kurven zeigen wieder, wie es möglich ist, durch verschiedene Stellungen des Regelpoles das Gleichgewicht zwischen Feld und Ankermagnetisierung bei ganz verschiedenen Werten des Stromes herbeizuführen. In Abb. 9 ist noch eine — später zu besprechende — Kurve *IX* gezeichnet, die die Summe der beiden Ströme ergibt. Da in Abb. 9 der gleiche Maßstab für die Ströme der Feldwicklung und des Ankers gewählt ist, so wird im praktischen Betrieb bei Kurzschluß annähernd ein solcher Strom entstehen, wie er durch den Schnitt der unter 45° geneigten Geraden mit den Kompensationskurven der Abb. 8 erreicht wird, bei „schwacher" Stellung des Poles rd. 80 A, bei „starker" rd. 280 A.

Für Abb. 10 wurde die Verbindung zwischen den beiden Hilfsbürsten durch einen S t r o m m e s s e r hergestellt,



so daß für jeden Betriebszustand der Maschine der Hilfstrom abgelesen werden konnte. Hier wurde der remanente Magnetismus nicht beseitigt. Die Maschine wurde bei starker Stellung des Regelpoles auf einen kurzgeschlossenen Belastungswiderstand geschaltet und dann der Widerstand allmählich bis auf unendlich vergrößert (Kurve *X* für Spannung, Kurve *XI* für Hilfstrom). Dann wurde das Gleiche mit der schwächsten Stellung des Regelpoles gemacht (Kurven *XII* und *XIII*). Der allmählichen Vergrößerung des Widerstandes bei dieser Aufnahme entspricht beim praktischen Schweißen eine sehr rasche Vergrößerung des scheinbaren Widerstandes. Wird die Elektrode vom Werkstück um einen kleinen Betrag entfernt und ein Lichtbogen gebildet, der beispielsweise 17 V Spannung hat, so sinkt der Strom nach Kurve *X* auf 275 A, und dies ergibt ein solches Restfeld, daß der Hilfstrom von 40 A erzeugt wird, der ein Querfeld von solcher Größe schafft, daß die Spannung beim genannten Strom aufrechterhalten bleibt. Zieht man den Lichtbogen in die Länge, so sinkt der Strom beispielsweise auf 250 A und ergibt mit dem jetzt entstehenden Hilfstrom von 65 A eine Maschinenspannung von 28 V. Bei 200 A ergibt sich eine Spannung von 43 V und ein Hilfstrom von 105 A. In einem winzigen Bruchteil einer Sekunde wird, praktisch schwankungsfrei, durch Veränderung des Nutzstromes ein neuer Gleichgewichtszustand gefunden, in dem die für den momentanen Lichtbogen zureichende Spannung erzeugt wird. Bei sehr weitgehender Verringerung der Stromstärke kann die Maschinenspannung bis 73 V gesteigert werden. Beim praktischen Schweißen ist aber diese Spannung niemals zu beobachten, da sie nur vorübergehend, während des Abreißens des Lichtbogens, eintritt. Normal arbeitet der Schweißer so, daß bei Eisendrahtelektroden die Spannung von 20 V, bei Kohlenelektroden die von rd. 40 V nur für Augenblicke überschritten wird.

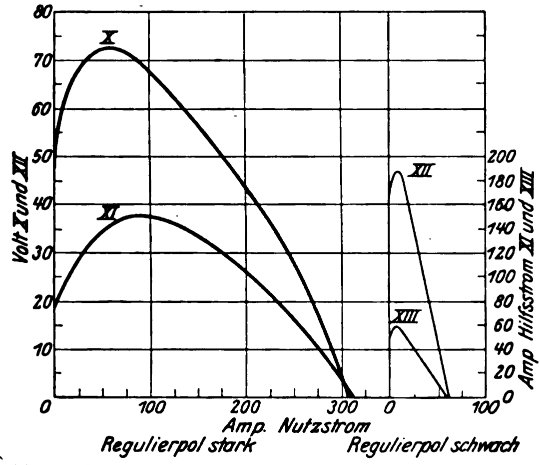


Abb. 10. Spannung und Hilfstrom, abhängig vom Nutzstrom.

Die im einzelnen Leiter fließende Stromstärke ist bald die halbe Summe, bald die halbe Differenz der zugehörigen Werte von Nutz- und Hilfstrom. Kurve *XII* und *XIII* zeigen Spannung und Hilfstrom abhängig von Nutzstrom bei herausgeschraubten Regelpolen. Trotz der ganz kleinen Werte der entstehenden Ströme ist die allgemeine Charakteristik der Kurven die gleiche und die Spannung genügend sowohl für Schweißung mit ganz feinen Eisen- als mit ganz feinen Kohlenelektroden.

Sollte für irgendeinen Zweck eine hohe Leerlaufspannung erwünscht sein, so läßt sich durch Anbringung einer kleinen Nebenschlußspule die Leerlaufspannung auf jeden beliebigen Wert bringen. Die Praxis hat aber gezeigt, daß für Schweißung wie für Bogenlampenbetrieb die reine Reihenschlußerregung die am meisten erwünschte Charakteristik gibt. Man hat es in der Hand, bei fertiggestellten Maschinen die Größe des Maximalstromes und die Kleinheit des Minimalstromes durch Hubbegrenzungen einzuschränken.

Es sind natürlich eine unendliche Zahl von Strom-Spannungs-Charakteristiken möglich, je nach der Stellung des Regelpoles. Für eine der gebräuchlichsten Größen der Maschine sind Kurvenbüschel für fünf beliebig ausgesuchte Poleinstellungen in Abb. 11 dargestellt.

Die zwangläufige Strom-Spannungs-Charakteristik der Maschine, die bei jeder Schweißungsart während der Schweißung einen reichlichen Überschuß der möglichen Spannung über die für den normalen Lichtbogen gebrauchte gibt, hat den großen Vorteil, daß der Schweißer sich um keinerlei Einstellung einer Spannung zu bekümmern braucht. In der Maschine ist nur ein Strommesser eingebaut, hauptsächlich zur Bequemlichkeit während der Anlernung. Der Schweißer stellt das Handrad des Regelpoles je nach der Stärke seiner Elektrode ein, und zwar so, daß er bei Kurzschluß einen bestimmten Prozentsatz mehr als die für die Elektrode normale Schweißstromstärke erhält. Weiterhin kümmert er sich nicht um Strom und Spannung. Die Maschinen erhalten gar keinen Spannungsmesser, da die Maschinenspannung sich selbsttätig

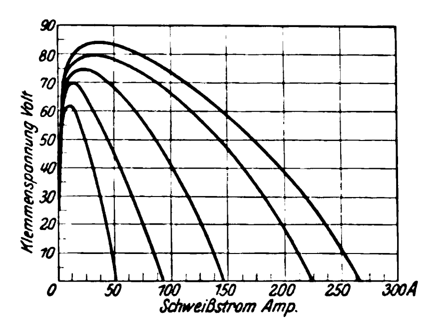


Abb. 11. Strom-Spannungs-Kurve.

auf jeden durch die Lichtbogenlänge bedingten Wert einstellt. Ein Spannungsmesser in diesem Falle ist ebenso wenig nötig, wie etwa beim Schweißen von einem 100 V-Gleichstromnetz mit Hilfe von Widerständen. Auch dort genügt ein Strommesser, der den Strom bei Kurzschluß des äußeren Kreises zeigt. Der Schweißer braucht sich nicht darum zu kümmern, ob etwa das Kabel, wie es bei Schweißung an Bord großer Schiffe und bei Schienenschweißung vorkommt, große Länge und daher großen Widerstand hat. Er stellt lediglich die gewünschte Kurzschlußstromstärke ein, für die Spannung sorgt die Maschine selbst. In Verkehrung einer scherzhaften englischen Regel für Schalttafelwärter kann man sagen: „You look after the Amps, the Volts will look after themselves." „Du sorg dich um den Strom, die Spannung sorgt für sich selbst."

Die Einfachheit der Regelung hat große ökonomische und betriebstechnische Vorteile. Der Fortfall der Widerstände zur Regelung ergibt einen vorzüglichen Wirkungsgrad der Maschine, der sich auch in der Kleinheit des nötigen Antriebsmotors äußert. Ferner erhöht der Fortfall von Hauptstrom- und Regelwiderständen die Betriebsicherheit sehr, weil die Erfahrung zeigt, daß Rheostaten und Kontaktplatten sehr viel mehr Störungen verursachen als Maschinen. Die Arbeit des Schweißers wird durch den Fortfall der Regler außerordentlich erleichtert, und durch die Konstanz des Stromes wird vorzügliche Schweißarbeit ermöglicht.

Unstabilität, die Parallelwiderstände zu Hauptstromwicklungen bei früheren Maschinen hervorgerufen haben, ist hier völlig vermieden.

Die Regelpole werden einzeln betätigt. Es ist durchaus nicht nötig, beide gleichzeitig herauszuschrauben, da bei der Maschine keine nachteilige Asymmetrie entsteht, wenn ein einzelner Pol geregelt wird.

Umkehr der Drehrichtung ändert nichts an der Wirkungsweise und Polarität der Maschine. Die Verbindung zwischen Anker und Magnetspulen bleibt für beide Drehrichtungen ungeändert.

Erhöhung oder Verminderung der Drehzahl hat keinen Einfluß auf den eingestellten Kurzschlußstrom, beeinflußt aber die Leerlaufspannung und die erreichbare Höchstspannung. Der Einfluß der Drehzahl auf das eigentliche Schweißen ist gering, weil ja die dabei verwendete Spannung erheblich unter der möglichen Höchstspannung liegt. Bei kleiner Drehzahl und bestimmter Spannung wird der Hilfstrom größer.

Die gebräuchlichste Größe der Schweißmaschine ist jene für 200 A. Alle Schmiedeisenschweißungen und Gußeisen-Kaltschweißungen können mit dieser Maschine ausgeführt werden. Für größere Schneidarbeiten wird eine 300 A-Maschine genommen. Bei Maschinen für eine Einzelleistung von 300 A aufwärts und bei 200 A-Maschinen für hohe Drehzahl befindet sich in der Polschuh-Mittelnut ein Wendepol (Wendezahn). Die Stromwendung ist eine vollkommene.

Für Gußeisen-Warmschweißung werden meist zwei oder drei Maschinen parallel geschaltet, weil solche Schweißungen mit hohem Strombedarf in den meisten Werkstätten nicht allzu häufig sind und während der übrigen Zeit mit denselben Dynamos gleichzeitig zwei oder drei verschiedene Schweißstellen bedient werden können. Die Parallel-



schaltung der hauptstromerregten Maschinen findet derart statt, daß die Anker miteinander und die Hauptstromwicklungen zueinander parallel geschaltet werden, wie dies bei Reihenschluß- und Kompoundmaschinen allgemein üblich ist (Abb. 12). Parallel geschaltet können sowohl Maschinen werden, die von dem gleichen Motor, als solche, die von verschiedenen Motoren angetrieben sind. Ob die Antriebsdrehzahlen dabei gleich sind, spielt keine Rolle.

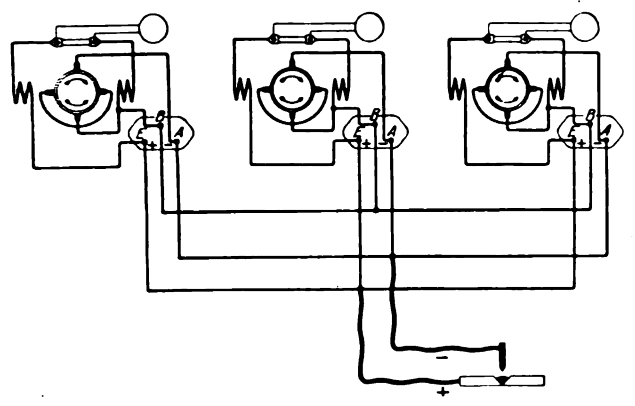


Abb. 12. Parallelschaltung von drei Schweißdynamos.

Bei mehreren parallelgeschalteten Maschinen kann jeder einzelne Regelpol für sich betätigt werden und beeinflußt den Strom aller Maschinen. Die Parallelschaltung der Magnetspulen bewirkt dann bei Kurzschluß des äußeren Stromkreises, daß die Maschine mit dem „schwachen" Regelpol stärker erregt wird, als sie bei Einzelbetrieb bei Kurzschluß erregt würde. Der Anker wird daher etwas größeren Strom abgeben als den, für den der Regelpol eingestellt ist. Die Maschine mit „starkem" Regelpol ist aber geringer erregt als mit ihrem Kurzschlußstrom, der Anker wird daher einen geringeren Strom abgeben als bei Einzelbetrieb. Zur Erläuterung kann uns Abb. 9 dienen. Die Kurve *IX* in dieser Abbildung zeigt die Summe des (den Feldern das Gleichgewicht haltenden) Ankerstromes der beiden verschieden geregelten Maschinen. Es ist auch eine

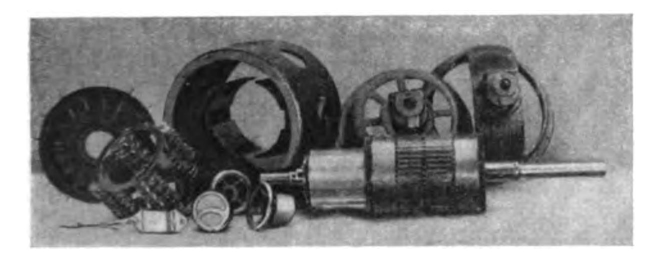


Abb. 13. Teile einer Schweißmaschine.

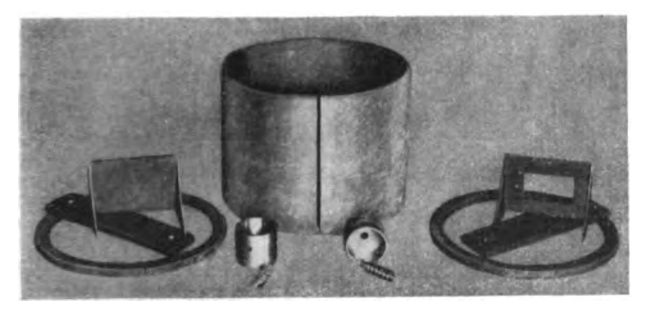


Abb. 14. Teile des zu schweißenden Magnetgehäuses.

Gerade gezeichnet, die für einen gewissen Feldstrom den doppelten Ankerstrom ergibt. Der Punkt, wo diese Gerade die Kurve *IX* schneidet (292 A), ist die Summe des Kurzschlußstromes, den die beiden Maschinen geben werden. Jede der beiden parallel geschalteten Magnetwicklungen wird mit 146 A erregt, dabei gibt der eine Anker 106 A (Kurve *VIII*), der andere Anker 186 (Kurve *VII*). Dies gilt für den Kurzschluß. Beim Bilden eines Lichtbogens kommt jede der Maschinen in der Spannung durch geringfügige Verkleinerung des Stromes nach. Das Herausschrauben eines einzigen Poles einer beliebigen Zahl parallel geschalteter Maschinen wirkt so, als wenn die Pole aller Maschinen um kleineres Maß herausgeschraubt würden. Jede Maschine hat eine Ausgleichsklemme, die zur Parallelschaltung verwendet wird. Würde man diese nicht benutzen, so würde selbstverständlich der Rückstrom aus einer Maschine in die andere ein Umpolen der momentan geringere Spannung gebenden zur Folge haben.

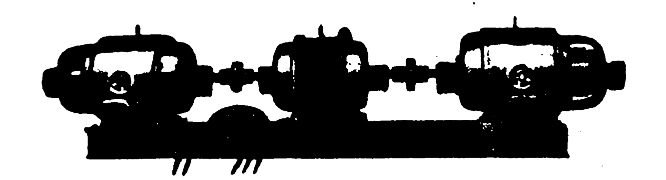


Abb. 15. Doppelschweißsatz mit Walzenschalter für Einzel- und Parallelschaltung.

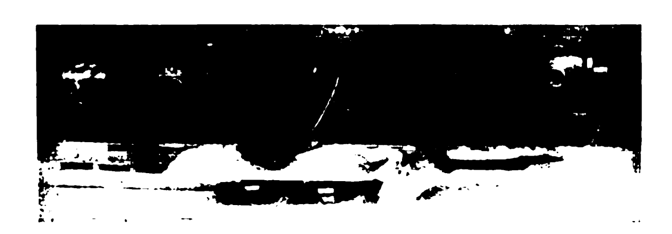


Abb. 16. Vierfachschweißsatz mit Kurzschlußmotor.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Fabrikation der Maschinen in den Werken der „ELIN" A. G. für elektrische Industrie, Weiz. Beim Aufbau der Maschine sind die Vorteile der elektrischen Schweißung im weitesten Maße verwendet. So ist es jetzt möglich, wie in den ersten Zeiten des Dynamobaues, das magnetisch beste Material, Schmiedeeisen (heute Flußstahl), zu verwenden, das früher aus wirtschaftlichen Gründen zugunsten des Gußeisens und später Stahlgusses aufgegeben werden mußte. Abb. 13 zeigt alle Einzelteile der Maschine mit schon zusammengestelltem Magnetgehäuse, Abb. 14 zeigt die Teile des Magnetgehäuses vor dem Zusammenschweißen.

Die Maschine wird meist in fahrbarer Ausführung gebaut, gekuppelt mit Kurzschlußmotor mit geschweißtem Trillerkäfig und angebautem Sterndreieckschalter, dem sogenannten Robax-Motor der ELIN. Mittels dreipoligen Steckers wird der Motor an einen Wandkontakt geschlossen. Der Bedienende kann keinen Fehler im Anschluß machen, denn ob der Motor rechts oder links läuft, ist für die Wirkungsweise der Maschine gleich. Die Maschine läuft leer an, und der Motor braucht in der Sternschaltung nur wenige Sekunden lang den Anlaufstrom, der ungefähr ebenso groß ist wie der Anlaufstrom bei einem Schleifringmotor. Der Bedienende leistet bei halbbelasteten Maschinensätzen nur diesen einen Handgriff. Bei Sätzen für Warm- und Kaltschweißung wird bei Kaltschweißung kaum die halbe Energie wie bei Warmschweißung gebraucht, und der Anlasser bleibt in der Sternschaltung, die bei geringer Last vorzüglichen Leistungsfaktor und Wirkungsgrad des Motors ergibt. Bei Warmschweißung wird der Anlasser auf Dreieckschaltung gestellt.

Abb. 15 zeigt einen Maschinensatz mit großem Kurzschlußmotor und zwei angebauten Schweißdynamos, die mit Walzenschaltern einzeln oder parallel geschaltet werden können. Derselbe Schalter ermöglicht auch die bequeme Umkehr der Polarität bei Verwendung besonderer Elektroden, die abweichend von der Regel am besten als Anoden arbeiten. Auch bei ganz großen Sätzen werden die Robax-Motoren angewendet. Abb. 16 zeigt einen Robax-Motor mit vier Schweißdynamos gekuppelt.

Das erste Exemplar der neuen Maschine wurde auf der Grazer Herbstmesse 1925 (ohne Erklärung der inneren Einrichtung) gezeigt. Jetzt sind mehrere hundert Maschinen in Betrieb.

Die Fortschritte der Lichtbogenschweißung in den letzten Jahren sind groß, aber sie werden in der Zukunft noch unendlich größer werden, wenn Konstrukteure, Fabrikanten und Verbraucher ihre ungeheuren Vorteile richtig erfassen.

Untersuchung von Kupferpanzer-Stahl- (KPS-) Drähten und -Seilen.

Von Dr.-Ing **Erich Schulze**, Technische Hochschule, Hannover.

Übersicht. **Es werden Schleifen aus Kupferpanzer-Stahldrähten und -seilen bezüglich Induktivität und Verlustwiderstand (Verhältnis des effektiven Wechselstromwiderstandes zum Ohmschen Widerstand) untersucht und anschließend auf die wirtschaftliche Verwendung dieses Leitungsmaterials hingewiesen.**

Die fortschreitende Zentralisierung der elektrischen Energieerzeugung in Großkraftwerken bedingt eine gewaltige Ausdehnung der Fortleitungs- und Verteilungsanlagen, die einen erheblichen Kapitalaufwand beanspruchen. Als Leitungsmaterial dienen hierbei fast ausschließlich Aluminium und vor allem Kupfer. In Amerika verwendet man bereits seit vielen Jahren mit bestem technischen und wirtschaftlichen Erfolge Kupferpanzer-Stahldrähte und -seile, welche die Anlagen aus zahlreichen Gründen erheblich verbilligen. Dieses Material hat sich infolge seiner guten elektrischen und besonders hervorragenden mechanischen Eigenschaften glänzend bewährt sowohl zur Fortleitung der elektrischen Energie als auch zum mechanischen Aufbau der Anlagen. Es findet dort u. a. Anwendung in Hochspannungsnetzen, Bahnanlagen (Fahrdrähte, Kettenaufhängungen und Signalleitungen) und auch in Fernsprechnetzen jeder Art. Der Kupferpanzer-Stahl enthält im Innern Stahl, dem nach dem Verfahren von Monnot (DRP Nr. 207 861 und 208 769) ein Mantel aus Reinkupfer aufgebracht wird. In Deutschland hat sich dieses Material noch nicht recht eingeführt, vermutlich, weil seine Eigenschaften zwar in mechanischer[1], nicht aber in elektrischer Hinsicht genügend bekannt sind. Im folgenden sollen daher die Versuchsergebnisse, nämlich Induktivität und effektiver Wechselstromwiderstand, mitgeteilt werden, die an Kupferpanzer-Stahl-(KPS-)Drähten und -Seilen der Heddernheimer Kupferwerke, Frankfurt a. Main, gemessen wurden.

I. Meßverfahren.

Die KPS-Leiter wurden in Schleifen bekannter Länge l (8 ÷ 24 m) mit veränderlicher Stromstärke I und veränderlichem Leiterabstand d (Abb. 1) untersucht. Der

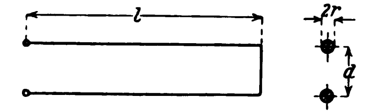


Abb. 1. Anordnung der KPS-Leiterschleife.

kleinste Abstand ergab sich somit als Leiterdurchmesser ($d = 2\,r$), wobei zur Vermeidung von Windungsschluß noch ein Isolierband die Leiter trennte. Bei den Seilen wurden die Enden aufgespleißt und alle Drähte einzeln an den Kupferlaschen der Zuführungsklemmen angelötet, damit jeder Draht an der Stromleitung sicher und gleichmäßig teilnahm. Die gemessenen Werte für die Induktivitäten wurden auf die Schleifenlänge von $l = 1$ km umgerechnet. Induktivität und effektiver Wechselstromwiderstand der Leiterschleifen wurden gemessen in einer Brücke nach Maxwell durch Vergleich von Selbstinduktion und Kapazität. Abb. 2 zeigt die Schaltung der Brücke, die mit Gleich- und Wechselstrom gespeist werden kann.

Dabei bedeuten:

- R Widerstand der KPS-Draht- (Seil-) Schleife
- L Induktivität „ „ „ „ „
- R_2 Präzisions-Normalwiderstand
- R_3 und R_4 winkelfreie Präzisionswiderstände
- C_4 Präzisions-Dekaden-Glimmerkondensator
- DG Drehspulen-Galvanometer, Nullinstrument bei Gleichstrom
- VG Vibrationsgalvanometer } Nullinstrumente bei Wechselstrom
- T Telephon } von 50 bzw. 1000 Hz.

Zum Abgleichen der Brücke wurde außer C_4 lediglich R_4 geändert, wobei R_4 bei Gleichstrom sich auf R_4' bei Wechselstrom verkleinert. Bei stromloser Brücke gilt

für Gleichstrom

$$R_= = R_2 \frac{R_3}{R_4},$$

für Wechselstrom

$$R_{\text{eff}\sim} = R_2 \frac{R_3}{R_4'}$$

und

$$L = C\,R_2\,R_3.$$

Aus allen Messungen wurde grundsätzlich das Verhältnis des effektiven Wechselstromwiderstandes zum Ohmschen Widerstand errechnet

$$\frac{R_{\text{eff}\sim}}{R_=} = \frac{R_4}{R_4'},$$

das ein Maß für den Verlustwiderstand bei Wechselstrom darstellt. Hierdurch ist der Einfluß der Temperatur (Leitererwärmung) auf einfache Weise eliminiert, wie im folgenden der Gang der Messung zeigt: Der Ohmsche Widerstand der Leiter wird bekanntlich in der Brücke zunächst mit Gleichstrom bei der betreffenden Stromstärke nach Eintreten der Endtemperatur gemessen und dann sofort auf Wechselstrom gleicher Stromstärke umgeschaltet. Bei KPS-Drähten, deren effektiver Wechselstromwiderstand nur sehr wenig größer ist als der Ohmsche Widerstand, ist dann die Endtemperatur für Gleich- und Wechselstrom praktisch dieselbe. Bei Seilen dagegen tritt eine merkbare zusätzliche Erwärmung ein infolge des größeren effektiven Wechselstromwiderstandes, besonders bei höheren Stromstärken; der Ohmsche Widerstand vergrößert sich daher entsprechend dem positiven Temperaturkoeffizienten. Der Einfluß dieser zusätzlichen Erwärmung wird eliminiert, indem nach erfolgtem Umschalten auf Wechselstrom sofort gemessen wird. Man erhält dann für den effektiven Wechselstromwiderstand einen Wert, der als der „wirkliche" anzusehen und stets kleiner ist als der Wert, der sich beim Messen mit Wechselstrom nach längerem Warten ergibt.

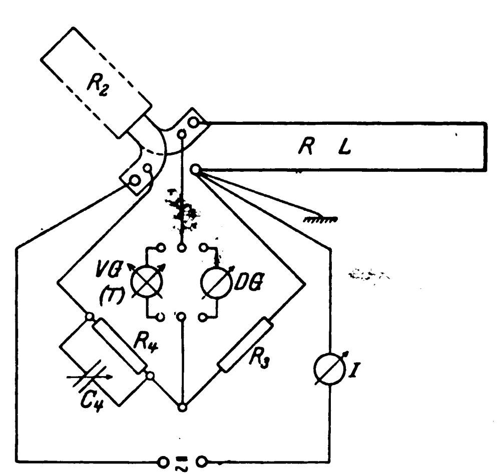


Abb. 2. Maxwell-Brücke zur Messung der Induktivität und des effektiven Wechselstromwiderstandes.

Dieser Einfluß wurde bei einer Meßreihe systematisch untersucht, indem sofort nach dem Umschalten auf Wechselstrom und dann nach Eintreten der neuen höheren Endtemperatur nochmals gemessen wurde. Die sich hierbei ergebenden Grenzwerte (Kleinst- und Höchstwerte) der effektiven Wechselstromwiderstände im Verhältnis zu den Ohmschen Widerständen $\frac{R_{\text{eff}\sim}}{R_=}$ sind beide in der betreffenden Zahlentafel (Nr. 5) eingetragen. Alle übrigen Messungen dagegen erfolgten grundsätzlich unmittelbar nach dem Umschalten auf Wechselstrom.

Der Meßfehler bei der Widerstandsmessung betrug je nach der Spannung an der Brücke (Stromstärke und Widerstandsverhältnissen in den Brückenzweigen) bei Gleichstrom etwa 0,05 ÷ 1 ‰, bei Wechselstrom etwa 0,1 ÷ 2 ‰; der gesamte Meßfehler bei der Bestimmung von $\frac{R_{\text{eff}\sim}}{R_=}$ ist daher im ungünstigsten Falle etwa 0,15 ÷ 3 ‰. Entsprechend ergab sich bei der Messung der Induktivität (Kapazität) ein Meßfehler von etwa 0,3 ÷ 1,5 ‰. Diese Meßgenauigkeit dürfte mit Rücksicht auf die Genauigkeit der Vergleichswiderstände usw. völlig ausreichend sein.

[1] H. Kyser, Der mechanische Bau von Hochspannungs-Fernleitungen, El. Kraftbetr. u. Bahnen 1909, H. 27, S. 522.



II. Meßergebnisse.

1. KPS-Draht mit 40 % *Cu*, 2,5 mm Dmr.

Zahlentafeln 1. Hierzu Abb. 3 u. 4.

Konstante Stromstärke $J = 5$ A. Veränderlicher Drahtabstand. Wechselstrom 50 Hz.

Drahtabst. *d* in cm	0,25	2	5	10	19,25	31,25
L in mH/km	0,889	1,606	1,974	2,237	2,547	2,73
$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	1,0010	1,0010	1,0010	1,0008	1,0013	1,0009

Konstante Stromstärke $J = 10$ A. Veränderlicher Drahtabstand. Wechselstrom 50 Hz.

Drahtabst. *d* in cm	0,25	2	5	10	19,25	31,25
L in mH/km	0,961	1,664	2,031	2,283	2,619	2,787
$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	1,0012	1,0011	1,0011	1,0015	1,0011	1,0011

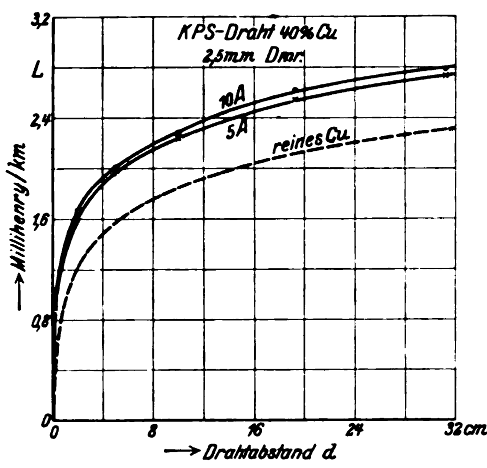


Abb. 3. Induktivität einer KPS-Draht-Schleife. Veränderlicher Drahtabstand. Konstante Stromstärke 5 und 10 A. Wechselstrom 50 Hz.

Veränderliche Stromstärke. Wechselstrom 50 Hz.

Konstanter Drahtabstand $d = 0,25$ cm.

J Amp.	*L* in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$
0,5	1,248	1,0004
1	1,124	1,00037
1,5	0,980	1,00035
2	0,949	1,0005
3	0,899	1,0007
4	0,893	1,0009
5	0,889	1,001
6	0,918	1,001
7	0,930	1,0011
8	0,936	1,0011
9	0,949	1,00145
10	0,961	1,00165
11	0,980	1,00177
12	1,005	1,00182
14	1,067	1,00225
16	1,124	1,0027
18	1,186	1,0039
20	1,248	1,0047

Konstanter Drahtabstand $d = 30$ cm.

J Amp.	*L* in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$
2	2,684	1,0002
3	2,697	1,0003
4	2,709	1,0004
5	2,715	1,0007
6	2,722	1,00065
7	2,728	1,0008
8	2,722	1,00095
9	2,740	1,00115
10	2,746	1,0013
12,5	2,840	1,00205
15	2,896	1,0026
17,5	2,952	1,004
20	3,027	1,0052
22,5	3,115	1,0066
25	3,221	1,0086

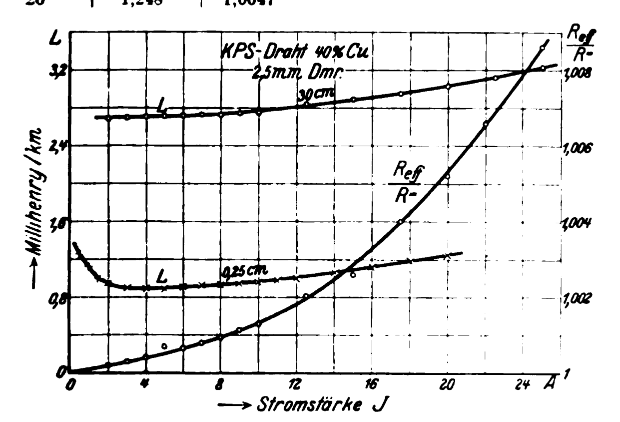


Abb. 4. Induktivität und Verlustwiderstand einer KPS-Draht-Schleife. Konstanter Drahtabstand 0,25 und 30 cm. Veränderliche Stromstärke Wechselstrom 50 Hz.

Konstante Stromstärke $J = 5$ A. Konstanter Drahtabstand. Wechselstrom 1000 Hz.

Drahtabst. *d* in cm	2	5	10	15	20
L in mH/km	1,655	2,034	2,284	2,476	2,548
$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	1,029	1,031	1,032	1,029	1,030

Nach Abb. 3 nehmen die Induktivitäten, wie zu erwarten, mit wachsendem Drahtabstand nach einer logarithmischen Kurve zu. Zum Vergleich sind außerdem die entsprechenden Werte für reines Kupfer dargestellt[2]. Den Einfluß der Stromstärke entsprechend der veränderlichen Permeabilität des Stahles zeigt Abb. 4. Für den kleinsten Leiterabstand $d = 0,25$ cm ergibt sich bei einer gewissen Stromstärke ein Minimum der Induktivität.

2. KPS-Draht mit 25 % *Cu*, 2,5 mm Dmr.

Zahlentafeln 2.

Konstante Stromstärke $J = 5$ A. Veränderlicher Drahtabstand. Wechselstrom 50 Hz.

Drahtabst. *d* in cm	0,25	2	5	10	19,25	31,25
L in mH/km	1,096	1,778	2,162	2,442	2,775	2,893
$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	1,0012	1,0011	1,0011	1,0009	1,0011	1,0010

Konstante Stromstärke $J = 10$ A. Veränderlicher Drahtabstand. Wechselstrom 50 Hz.

Drahtabst. *d* in cm	0,25	2	5	10	19,25	31,25
L in mH/km	1,207	1,901	2,280	2,567	2,916	3,034
$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	1,0021	1,0020	1,0020	1,0019	1,0018	1,0020

3. KPS-Draht mit 40 % *Cu*, 6 mm Dmr.

Zahlentafel 3.

Veränderliche Stromstärke. Veränderlicher Drahtabstand. Wechselstrom 50 Hz.

J Amp.	*L* in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	Drahtabst. *d* in cm
10	1,858	1,0081	10
20	1,846	1,012	
30	1,870	1,0172	
10	2,115	1,009	20
20	2,127	1,0125	
30	2,139	1,0178	
10	2,274	1,0096	30
20	2,286	1,012	
30	2,311	1,0178	

4. KPS-Draht mit 25 % *Cu*, 6 mm Dmr.

Zahlentafel 4.

Veränderliche Stromstärke. Veränderlicher Drahtabstand. Wechselstrom 50 Hz.

J Amp.	*L* in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	Drahtabst. *d* in cm
10	1,881	1,011	10
20	1,893	1,0132	
30	1,923	1,0160	
10	2,254	1,009	20
20	2,206	1,013	
30	2,188	1,0169	
10	2,376	1,0106	30
20	2,352	1,0113	
30	2,388	1,018	

5. KPS-Seil mit 25 % *Cu*, 50 mm² (Nennquerschnitt), 19 (12 + 7) Drähte von 1,8 mm Dmr.

Zahlentafeln 5.

Veränderliche Stromstärke. Konstanter Seilabstand. Wechselstrom 50 Hz.

J Amp.	*L* in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$	*L* in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{=}}$
	Seilabstand $d = 5$ cm		$d = 25$ cm	
10	1,793	1,0047	2,472	1,0040
20	1,842	1,0076	2,523	1,0073
30	1,893	1,0097	2,539	1,011
40	2,011	1,0143	2,658	1,017
50	2,094	1,0225	2,776	1,029
60	2,227	1,042	2,908	1,049
70	2,399	1,0705	3,016	1,071
80	2,492	1,0942	3,112	1,072 1,095
90	2,568	1,111	3,224	1,096 1,117
100	—	—	3,282	1,120 1,140 1,146

[2] E. Orlich, Kapazität und Induktivität, Braunschweig 1909, S. 72.

Konstante Stromstärke $J = 70$ A. Veränderlicher Seilabstand. Wechselstrom 50 Hz.

Seilabstand d in cm	5	10	15	20	25	30	40	65
L in mH/km	2,399	2,675	2,828	2,944	3,016	3,125	3,235	3,445
$\frac{R_{eff\sim}}{R_{-}}$	1,0705	1,070	1,072	1,067	1,071	1,067	1,068	1,064

6. KPS-Seil mit 40 % *Cu*, 50 mm² (Nennquerschnitt). 19 (12 + 7) Drähte von 1,8 mm Dmr.

Zahlentafel 6.

Seilabstand d = 65 cm. Wechselstrom 50 Hz.

J Amp.	L in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{-}}$
70	2,890	1,039
100	2,984	1,102

7. KPS-Seil mit 25 % *Cu*, 70 mm² (Nennquerschnitt). 19 (12 + 7) Drähte von 2,1 mm Dmr.

Zahlentafel 7.

Seilabstand $d = 65$ cm. Wechselstrom 50 Hz.

J Amp.	L in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{-}}$
70	3,186	1,066
100	3,326	1,133
125	3,426	1,175

8. KPS-Seil mit 40 % *Cu*, 70 mm² (Nennquerschnitt). 19 (12 + 7) Drähte von 2,1 mm Dmr.

Zahlentafel 8.

Seilabstand d = 65 cm. Wechselstrom 50 Hz.

J Amp.	L in mH/km	$\frac{R_{eff\sim}}{R_{-}}$
70	2,686	1,031
100	2,735	1,068
150	2,751	1,140

Auf Grund der vorliegenden Versuchsergebnisse wird die Praxis leicht errechnen können, daß die Verwendung der KPS-Drähte und -Seile als Leitungsmaterial durchaus wirtschaftlich sein kann. Die etwas größeren elektrischen Übertragungsverluste werden in zahlreichen Fällen aufgewogen durch geringere Kosten des Leitungsbaues, die sich erheblich senken lassen durch Verwendung des billigeren KPS-Materials, Anwendung größerer Spannweiten und damit Ersparnis an Masten, Isolatoren und an Kosten für das Enteignungsverfahren usw. In jedem Falle ist der KPS-Stahl ein hervorragendes Leitungsmaterial bei großen Spannweiten (Flußkreuzungen, Gebirge usw.) und in Netzen mit kleiner Stromabnehmerdichte (Ausläufer- und Stichleitungen, Kuppelungsleitungen zwischen den einzelnen Versorgungsgebieten usw.). Schließlich ist die Verwendung von KPS-Material auch im volkswirtschaftlichen Sinne zu wünschen, da hierdurch die große Einfuhr an Kupfer verringert wird.

Über den elektrischen Durchschlag von zusammengesetzten Anordnungen.

(Mitteilung aus dem Institut für elektrische Meßkunde und Hochspannungstechnik der T. H. Braunschweig.)

Von **Erwin Marx**, Braunschweig.

Übersicht. Es werden Anordnungen untersucht, die aus zwei Stoffen zusammengesetzt sind, von denen der eine bei der elektrischen Durchschlagprüfung schon frühzeitig durchschlägt. Die Versuche ergeben, daß solche Durchschläge dieses einen Stoffes meist den Durchschlag des anderen schon bei niedriger Spannung nach sich ziehen. Der Teildurchschlag wirkt wie eine scharfe Spitze. Die Polarität ist auf den Gesamtdurchschlag von maßgebendem Einfluß. Die Wichtigkeit dieser Erscheinungen für die Praxis wird an Beispielen erläutert.

Es ist bekannt, daß Gleitfunken, wenn solche auf der Oberfläche von zu prüfenden Isolierstoffen auftreten, besonders hohe Beanspruchungen dieses Isolierstoffes auf Durchschlag hervorrufen können. Diese Beanspruchungen sind vor allem dann gefährlich, wenn die Gleitfunken in einem Stoff von hoher Durchschlagfestigkeit, z. B. in Öl, auftreten[1].

Der Gleitfunkenkanal besitzt einen verhältnismäßig geringen Widerstand. Von dem Ausgangspunkt des Gleitfunkens bis zu seinem Ende besteht also ein fast konstantes Potential. Am Gleitfunkenende ändert sich auf einem sehr kurzen Wege das Potential um einen sehr beträchtlichen Wert, so daß an diesem Ende eine sehr hohe Feldstärke, auch im zu prüfenden Stoffe, vorliegt[2]. Ein solcher Gleitfunken wirkt demnach ähnlich wie ein auf den festen Stoff aufgelegter Metallstreifen, der von der betreffenden Elektrode ausgeht und in einer Spitze endet.

Ganz entsprechende Erscheinungen können bei der elektrischen Untersuchung von Anordnungen eintreten, die aus einer Reihenschaltung von verschiedenen Stoffen bestehen. Wenn einer der Stoffe bei allmählicher Spannungsteigerung durchschlägt, so entsteht dadurch ein leitender Kanal in ihm, der an seinen Enden hohe Feldstärken in den benachbarten Stoffen erzeugt. Es tritt dadurch oft schon bei niedriger Spannung der Gesamtdurchschlag der Anordnung ein. Diese Erscheinung wurde in den nachstehend beschriebenen Untersuchungen zu klären versucht. Es wurden hierzu zwei Stoffe gemeinsam in einem möglichst homogenen Feld untersucht, von denen der eine (Stoff *1*) schon frühzeitig durchschlägt und dadurch den anderen (Stoff *2*) mit sich reißt. Bei Wechselspannung und bei kurzzeitigen Spannungstößen verhalten sich die Feldstärken in zwei im homogenen Feld in Reihe geschalteten Isolierstoffen umgekehrt wie ihre Dielektrizitätskonstanten. Die sehr geringe Leitfähigkeit solcher Stoffe ist bei diesen Spannungsarten auf die Spannungsverteilung meist ohne Einfluß. Wenn bei beiden Stoffen die Durchschlagfestigkeit gleichzeitig erreicht werden soll, so müssen sich dementsprechend die Durchschlagfestigkeiten umgekehrt wie die Dielektrizitätskonstanten verhalten:

$$\frac{\mathfrak{E}_{d_1}}{\mathfrak{E}_{d_2}} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}.$$

Bei den vorliegenden Versuchen, bei denen der Stoff *1* früher durchschlagen soll, muß also die Durchschlagfestigkeit dieses Stoffes viel niedriger sein, als sie sich nach dieser Gleichung ergeben würde.

Bei der in Abb. 1 dargestellten Anordnung befindet sich der feste Stoff *1* in der Mitte zwischen den Elektroden. Zu beiden Seiten dieses festen Stoffes ist die gleiche Flüssigkeitschicht *2* vorhanden. Abb. 1a zeigt die Äquipotentiallinien vor dem Durchschlag. Abb. 1b stellt die gleichen Linien nach dem Durchschlag des festen Stoffes dar. Bei der Aufzeichnung ist die Brechung der Äquipotentiallinien an der Oberfläche des festen Körpers nicht berücksichtigt worden. An den Enden des Durchschlagkanals treten, wie der geringe Abstand der Äquipotentiallinien an diesen Stellen zeigt, hohe Beanspruchungen in der Flüssigkeit auf. Durch den Durchschlag werden die in dem festen Stoff dicht nebeneinander liegenden Äquipotentiallinien in die Flüssigkeit hineingedrängt. Stellt man sich vor, man hätte nur die Flüssigkeit zwischen den Elektroden und brächte an Stelle des in Abb. 1b dargestellten Durchschlagkanals einen dünnen Draht in die Flüssig-

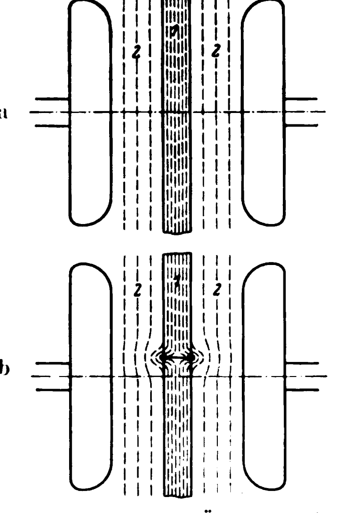


Abb. 1. Verlauf der Äquipotentiallinien vor und nach einem Teildurchschlag.

[1] Vgl. Bechdoldt, Mitt. Hermsd. Schomb., H. 26, S. 2.
[2] Vgl. M. Toepler, Arch. El Bd. 10, S. 158.

keit, so würde die Beanspruchung an den Enden dieses Drahtes nicht so hoch werden, wie sie bei der beschriebenen Anordnung mit dem Durchschlagkanal im festen Körper ist. Auf der Oberfläche des festen Stoffes entsteht in der Umgebung des Durchschlagkanals eine hohe Tangentialbeanspruchung, die zu Gleitfunkenbildung führen kann.

Die Versuche wurden sowohl mit Spannungstößen wie mit Wechselspannung ausgeführt[3]. Da sich bei den Versuchen Unterschiede durch Änderung der Polarität ergaben, wurden meist Spannungstöße benutzt, um zugleich diese Polaritätserscheinungen festzustellen. Zur Erzeugung der Spannungstöße wurde eine Schaltung nach Abb. 2

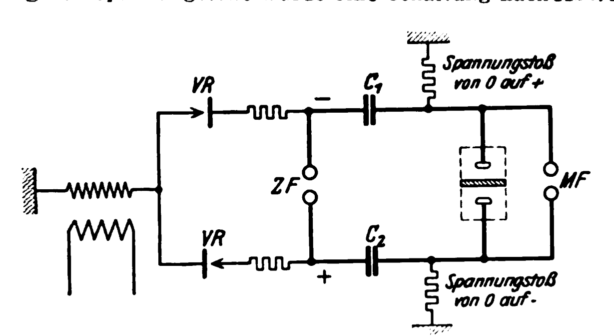


Abb. 2. Schaltung zur Erzeugung der Spannungstöße.

benutzt[4]. Die Kondensatoren $C_1 = C_2 = 0{,}009\,\mu F$ werden über Ventilrohre *VR* aufgeladen. Durch einen Überschlag an der Zündfunkenstrecke *ZF* wird am Prüfobjekt und an der Meßfunkenstrecke *MF* ein Spannungstoß erzeugt. Der Verlauf des Spannungstoßes, insbesondere das Abklingen der Spannung nach Erreichen ihres Höchstwertes, ist von dem getroffenen Aufbau, von den Kapazitäten und den Wirkwiderständen abhängig. Bleiben diese Größen unverändert, so ist die Spannungshöhe des Stoßes nur von den an der Zündfunkenstrecke eingestellten Abständen abhängig, so daß nach der bei jedem Prüfobjekt neu vorzunehmenden Eichung mit der Meßfunkenstrecke die Durchschlagwerte aus den entsprechenden Zündfunkenabständen abgelesen werden können. Bei der Eichung wurde die Meßfunkenstrecke so eingestellt, daß von etwa 5 Stößen einer an ihr zum Überschlag führte. Die Spannung des Transformators wurde so geregelt, daß sich die Spannungstöße in Abständen von $\frac{1}{2} \div 1$ s folgten.

Die Elektroden und der zu untersuchende feste Stoff waren an einem gemeinsamen Hartgummirahmen angebracht, der in ein Gefäß eingehängt werden konnte. Die Elektroden waren zu verstellen und ihre Abstände abzulesen. Die Zuleitungen zu den Elektroden waren mit übergeschobenen Durchführungsrohren geschützt, so daß sich keine Gleitfunken auf der Flüssigkeitsoberfläche bilden konnten. Es war dafür Sorge getragen, daß auf beiden Seiten der Platte eine gute Beobachtungsmöglichkeit bestand. Bei hohen Spannungstößen treten sehr große mechanische Kräfte auf, die die Gefäße leicht zertrümmern und die Elektrodenabstände verändern. Glasgefäße sind deshalb nicht verwendbar. Es empfehlen sich Holz- oder Hartpapiergefäße, die keine leitenden Bestandteile enthalten dürfen. Die Elektroden müssen eine zuverlässige Feststellvorrichtung erhalten.

Versuche mit Cellon und Wasser.

Bei den Versuchen mit Spannungstößen wurden hauptsächlich diese beiden Stoffe benutzt, da sie leicht in verschiedener Dicke zu haben und infolge ihrer Durchsichtigkeit während der Versuche bequem zu beobachten sind. Die Dielektrizitätskonstante des Cellons ist rd. 3,5, die des Wassers rd. 80. Setzt man beide Stoffe in einer Anordnung nach Abb. 1 Spannungstößen aus, so wird dementsprechend das Cellon eine sehr viel höhere Beanspruchung erhalten, als das Wasser. Eine Benutzung von Wasser als Dielektrikum ist natürlich nur bei Spannungstößen möglich, da das Wasser bei längerem Anlegen einer hohen Spannung infolge seiner großen Leitfähigkeit heiß wird.

Zunächst wurden die Stoß-Durchschlagspannungen der einzelnen Stoffe bestimmt. Bei Cellon wurden hierzu die Elektroden unter Wasser fest auf die Platten aufgedrückt. Infolge der hohen Dielektrizitätskonstante des Wassers sind dabei Randwirkungen unschädlich. Die Ergebnisse dieser Durchschlagversuche zeigt Abb. 3. Jeder der eingetragenen Punkte ist ein Mittelwert aus mehreren Messungen. Die Stoß-Durchschlagspannung des Wassers wurde in der gleichen Anordnung nach Entfernen der Cellonplatte untersucht. Es wurde destilliertes Wasser mit einer Leitfähigkeit von rd. $20\,\mu S \cdot cm^{-1}$ benutzt. Die Leitfähigkeit erhöhte sich allerdings im Laufe der Versuche. Es ergab sich jedoch, daß Änderungen bis auf rd. $70\,\mu S \cdot cm^{-1}$ von unwesentlichem Einfluß waren. Ein Einfluß der Leitfähigkeit auf die Durchschlagspannung scheint nur insofern zu bestehen, als bei großer Leitfähigkeit des Wassers der Spannungstoß rascher abklingt. Dadurch wird ein etwas höherer Scheitelwert des Spannungstoßes zum Durchschlag notwendig. Die gewonnenen Durchschlagwerte sind in Abb. 4 dargestellt[5].

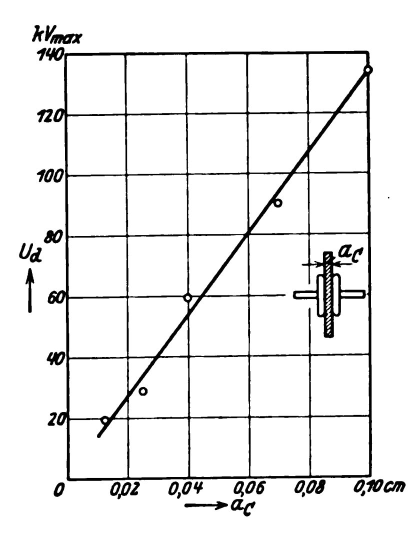


Abb. 3. Durchschlagspannung von Cellon bei Spannungstoß.

Nunmehr wurden Cellon und Wasser gemeinsam untersucht. Zunächst war der Abstand zwischen Cellonplatte und positiver Elektrode (a_{W+}) gleich dem Abstand zwischen Cellon und negativer Elektrode (a_{W-}). Die Dicke der Cellonplatte betrug hierbei $a_C = 0{,}0125$ cm. Bei kleinen Wasserständen (bis etwa $a_{W+} + a_{W-} = 0{,}6$ cm) trat der Gesamtdurchschlag der Anordnung ohne vor-

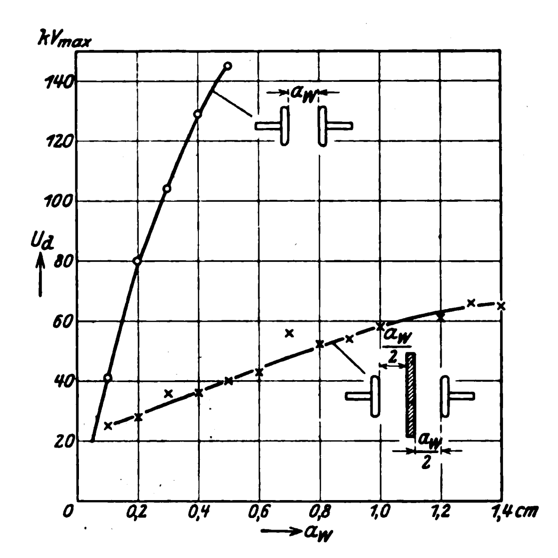


Abb. 4. Durchschlagspannung einer Wasserschicht ohne und mit Cellonplatte.

herige Entladungen ein. Bei größeren Wasserabständen erfolgte zunächst ein Teildurchschlag durch das Cellon, der als weißes Lichtpünktchen sichtbar war[6]. Wurden weitere Spannungstöße gegeben, so nahm das Lichtpünktchen rote Farbe an. Das deutet darauf hin, daß das Wasser in den Durchschlagkanal eingetreten war. Dieses Wasser im Durchschlagkanal muß etwa die gleiche Beanspruchung erhalten, wie das Cellon, von dem es dicht um-

[3] Die Versuche wurden durch die Herren Dipl.-Ing. Richter und Rodewald ausgeführt. Diese haben auch bei der Klärung der aufgetretenen Erscheinungen wertvolle Dienste geleistet.

[4] Zu der Wirkungsweise solcher Schaltungen siehe M. Toepler, Mitt. Hermsd. Schomb. H. 9; Marx, ETZ 1924, S. 652, Mitt. Hermsd. Schomb. H. 10.

[5] Auf die hohe Durchschlagfestigkeit des Wassers bei Spannungstößen hat zuerst Peek hingewiesen. J. Am. Inst. El. Engs. Bd 42, S. 629.

[6] Rechnet man die Spannungsverteilung auf das Cellon und das Wasser nach, so ergibt sich, daß bei größeren Wasserabständen hierfür nicht mehr die Dielektrizitätskonstanten der Materialien allein, sondern auch die Leitfähigkeit des Wassers in Frage kommen. Da die Spannungstöße nicht in so kurzer Zeit wieder abfallen, wie sie anwachsen, so fließt durch das Wasser ein Wirkstrom, der mit der Zeit das Cellon auf fast die volle Elektrodenspannung aufladen kann.

geben ist. Dieses Wasser schlug also bei jedem weiteren Spannungstoß durch. Das Leuchten im Durchschlagkanal blieb, da die Durchschlagspannung des Wassers geringer ist als die des Cellons, auch bei erheblicher Erniedrigung der Spannungstöße bestehen. Wird nach dem Entstehen des ersten Loches der Versuch unterbrochen und das Cellon herausgenommen, so läßt sich der Durchschlag meist erst durch längeres Einlegen der Platte in eine gefärbte Flüssigkeit feststellen. Die mikroskopische Untersuchung ergab ein zylindrisches Loch von etwa 1/100 mm Durchmesser, das an den Enden kleine Krater aufweist[7].

Werden nach Entstehen des ersten Durchschlagloches weitere Spannungstöße auf die Anordnung gegeben, so treten im allgemeinen erneute Durchschläge durch das Cellon ein, die teilweise auch weit außerhalb des Gebietes zwischen den Elektroden liegen. Allmählich tritt eine Vereinigung der Durchschlaglöcher zu Rissen ein, so daß die Platte völlig zerstört wird. Wird die Spannung gesteigert, so tritt der Gesamtdurchschlag der Anordnung ein. Die Spannungen, die zu dem Gesamtdurchschlag nötig waren, sind ebenfalls in Abb. 4 in Abhängigkeit vom Wasserabstand eingezeichnet. Es ist aus dieser Abbildung ersichtlich, daß die Durchschlagspannung der Gesamtanordnung durch das Cellon ganz erheblich herabgesetzt wird. Vor dem Gesamtdurchschlag waren von den Durchschlagkanälen im Cellon aus starke Entladungen nach der negativen Elektrode hin zu beobachten. Diese Entladungen setzten sich in Form von rötlichen Kanälen völlig bis zu dieser Elektrode fort, ehe der Gesamtdurchschlag eintrat. Infolge dieser Beobachtung wurde das Cellon bei den weiteren Versuchen zunächst an die positive und dann an die negative Elektrode angelegt. Es ergab sich dabei, wie Abb. 5 zeigt, ein sehr starker Einfluß der Polarität. Wenn die Cellonplatte an der positiven Elektrode anliegt, so erfolgt der Gesamtdurchschlag schon bei sehr niedriger Spannung. Die für diese Anordnung angegebenen Spannungen sind mit Cellonplatten aufgenommen worden, die bereits an verschiedenen Stellen durchgeschlagen waren. Verwendet man nicht durchschlagene Cellonplatten, so hat die Kurve in dem Gebiete kleinerer Wasserabstände einen ähnlichen Verlauf wie die untere Kurve in Abb. 4, da ja zunächst das Cellon durchschlagen werden muß. Bei der Kurve der Abb. 5 spielt die Cellondicke nur eine geringe Rolle; es wurden auch hier u. a. Cellonplatten von 0,0125 cm Dicke benutzt. Bei einem Wasserabstand von 4 cm beträgt die Dicke der Cellonplatte dementsprechend nur rd. 0,3 % des gesamten Durchschlagweges. Das Wasser allein würde bei diesem Elektrodenabstand schätzungsweise eine Durchschlagspannung von 400 kV_{max}, besitzen. Durch die dünne Cellonplatte wird diese Spannung auf 61 kV_{max} also auf rd. 15 %, erniedrigt. Man erkennt daraus die große Gefahr, die durch den Teildurchschlag einer dünnen Schicht bzw. der elektrischen Festigkeit einer Anordnung entstehen kann.

Zur Klärung des Einflusses der Polarität wurde ferner Wasser mit Spannungstößen zwischen einer Nähnadelspitze und einer Platte durchschlagen (Abb. 6). Es tritt dabei der gleiche erhebliche Unterschied in der Polarität auf. Das ist ein für die Theorie des Durchschlags von Flüssigkeiten sehr wichtiges Ergebnis. An Stelle von Nähnadelspitzen wurden bei diesen Versuchen auch Messingspitzen von etwa 30° Öffnungswinkel benutzt; bei diesen wurde ein viel geringerer Unterschied der Polarität gefunden. Bei Spannungstößen, die von dem Scheitelwert in sehr kurzer Zeit wieder abfallen (große Wasserleitfähigkeit), tritt eine Erhöhung der Überschlagspannung zwischen Spitze und Platte ein. Es liegt hier ein ähnlicher Entladeverzug wie in Luft vor.

Es wurde ferner in eine der ebenen Metallelektroden eine scharfe Spitze von etwa 0,0125 cm Länge eingesetzt, um dadurch den Durchschlagkanal durch das Cellon darzustellen. Diese Elektrode wurde dann an den positiven Pol angeschlossen und einer ebenen Elektrode im Wasser gegenübergestellt. Es zeigte sich, daß durch die Spitze in der positiven Elektrode die Durchschlagspannung nur um einige Prozent gegenüber den in Abb. 4 für den reinen Wasserdurchschlag angegebenen Werten vermindert wurde. Es ist dadurch die auf S. 50/51 aufgestellte Behauptung nachgewiesen, daß die Durchschlagspannung durch die Verschiedenheit der Dielektrizitätskonstanten der beiden benutzten Stoffe viel weiter erniedrigt werden muß, als wenn man den Durchschlagkanal durch einen leitenden Kanal in einem einheitlichen Stoffe darstellt. Die Erniedrigung der Durchschlagspannung einer Anordnung wird um so größer werden, je größer das Verhältnis zwischen den beiden Dielektrizitätskonstanten ist.

Die Gefährdung, die sich durch diese Vorgänge in der Praxis ergibt, läßt sich oft dadurch vermeiden, daß die Trennschicht zwischen zwei Stoffen leitend gemacht wird. Auch darüber wurden Versuche angestellt. Zunächst wurde das Cellon auf einer Seite mit Stanniol beklebt und dann mit der nicht leitenden Seite nach Abb. 5 an die positive Elektrode angelegt. Jeder Durchschlag riß jedoch das Stanniol in der Umgebung des Durchschlagkanals auf und bog Spitzen nach der negativen Elektrode hin, so daß einwandfreie Messungen nicht möglich waren. Auch wenn man neben das Cellon ein ½ mm starkes Aluminiumblech in das Wasser stellte, wurde dieses Blech an den Durchschlagstellen erheblich aufgebaucht. Die Gesamtdurchschlagspannung lag trotzdem sehr viel höher als ohne diese Platte. Die großen aufgetretenen Kräfte erklären sich durch den Durchschlagfunken im Wasser. Wo ähnliche Kräfte zu erwarten sind, muß deshalb ein metallischer Schutz der Trennschichten sehr fest ausgeführt werden.

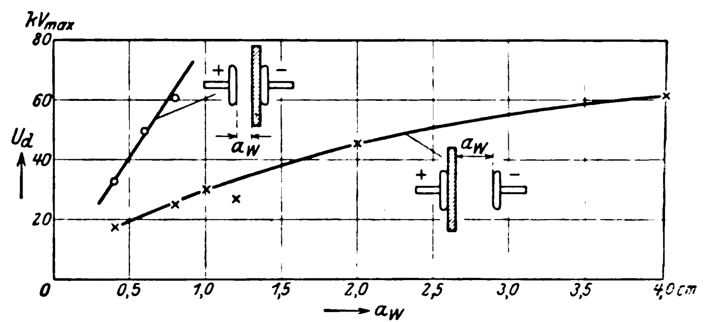


Abb. 5. Starker Einfluß der Polarität auf die Gesamtdurchschlagspannung.

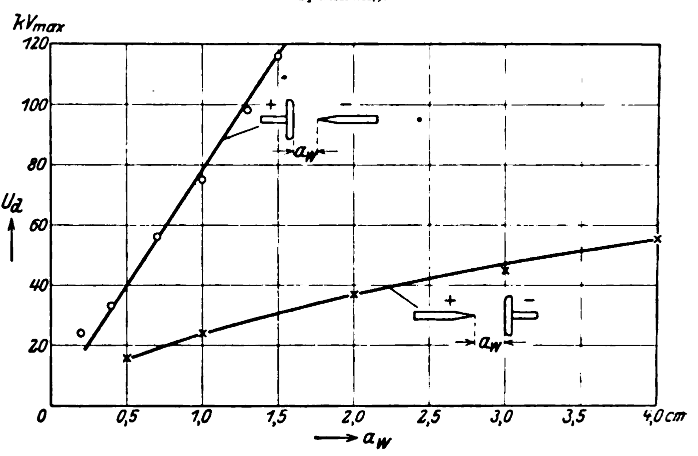


Abb. 6. Wasserdurchschlag zwischen Nadelspitze und Platte bei verschiedener Polarität.

Versuche mit Öl und Porzellan.

Untersucht man Öl und Porzellan in entsprechender Weise, so treten zuerst Öldurchschläge ein. Diese Öldurchschläge ergeben dort, wo sie auf die Porzellanplatte auftreffen, erhöhte Beanspruchungen. Die Erniedrigung der Durchschlagspannung des Porzellans ist hier allerdings prozentual nicht so groß wie bei dem Wasser. Das erklärt sich daraus, daß der Durchschlagkanal im Öl keine so scharfe Spitze darstellt wie der Cellondurchschlag. Am Fußpunkt des Öldurchschlages werden sich Gleiterscheinungen auf der Porzellanplatte abspielen, die die Wirkung vermindern. Ferner ist hier das Verhältnis der Dielektrizitätskonstanten nicht so groß wie bei Cellon und Wasser. Bei Spannungstößen tritt bei einer Ölschicht von 0,2 cm und einer Porzellanstärke von 0,5 cm der Durchschlag der Anordnung bei einer Spannung ein, die rd. 65 % der Stoßdurchschlagspannung des Porzellans allein beträgt[8]. Ein erheblicher Einfluß der Polarität konnte hier nicht festgestellt werden.

[7] Die hier benutzte Anordnung ist sehr geeignet zur Untersuchung der Veränderung von festen Körpern durch den elektrischen Durchschlag. Der Durchschlag erfolgt mit sehr kleinem und nur außerordentlich kurzzeitig wirkendem Strom, sodaß eine nachträgliche Veränderung des Durchschlaggebietes durch Erwärmung kaum in Frage kommt. Von einem Wärmedurchschlag der festen Stoffe kann bei den hier benutzten Spannungstößen nicht die Rede sein. (Vgl. Rogowski, Arch. El. Bd. 13, H. 2.)

[8] Über die Durchschlagspannung des Porzellans bei verschiedenen Beanspruchungsarten siehe Marx, Mitt. Hermsd. Schomb., H. 21/22, S. 46.



Mit Wechselspannung von 50 Hz wurden ebenfalls Porzellanplatten mit beiderseitigen Ölschichten untersucht. Es ergab sich beispielsweise bei einer Porzellanplatte von 0,5 cm Dicke und beiderseitigen Ölschichten von 0,05 cm eine Durchschlagspannung von 77 kV_{max}, während die Durchschlagspannung des Porzellans allein 136 kV_{max} beträgt.

Versuche mit Öl und Glas.

Bei der Untersuchung von Glas an Stelle des Porzellans ergaben sich wieder größere Erniedrigungen der Durchschlagspannung. Es wurden bei einer Aufnahme mit Wechselspannung die nachstehenden Werte gewonnen:

Glasdicke cm	Durchschlagspannung mit Ölschicht[9] U_d in kV_{max}	Durchschlagspannung Glas allein[10] U_G in kV_{max}	$\frac{U_d}{U_G}$
0,13	42	74	0,57
0,21	46	119	0,39
0,26	48	147	0,33
0,30	50	170	0,29

Die Zahlentafel zeigt, daß die Durchschlagspannung des Glases durch die dünne vorgeschaltete Ölschicht fast auf den vierten Teil herabgeht. Die Verminderung ist prozentual um so größer, je dicker die Glasplatte ist.

Bedeutung für die Praxis.

Zusammengesetzte Anordnungen kommen als Isolation zwischen zwei Leitern sehr häufig vor. Besonders wenn es sich um flüssige und feste Stoffe handelt, liegen in den meisten Fällen Reihenschaltungen mehrerer Stoffe vor. Wie die Versuche zeigen, ist dabei darauf zu achten, daß nicht eine der Schichten besonders früh durchschlägt und damit die anderen Stoffe und die ganze Anordnung gefährdet. Alle praktisch benutzten festen Isolierstoffe sind ferner unhomogen. Es kommen entweder Stoffe vor, die Einzelbestandteile in willkürlicher Anordnung enthalten, oder solche, die aus verschiedenen Lagen oder Schichten bestehen. Auch bei Verwendung von solchen festen Isolierstoffen besteht die Möglichkeit, daß einer der Bestandteile früher durchschlägt. Ob das der Fall ist, hängt natürlich auch von dem zeitlichen Verlauf der benutzten Spannung ab.

Besondere Wichtigkeit besitzen die hier untersuchten Erscheinungen für die Messung der Durchschlagfestigkeit von Isolierstoffen oder der Durchschlagspannung von fertigen Isolatoren. Setzt man zur Messung der Durchschlagfestigkeit einer Platte Elektroden in Luft auf diese Platte auf, so wird an den Elektrodenrändern zunächst die Luft durchschlagen, und es bilden sich Gleitfunken auf der Plattenoberfläche, die die Elektroden scheinbar vergrößern. Der Durchschlag der zu prüfenden Platte wird meist an den Enden der Gleitfunken eintreten. Eine sehr wesentliche Erniedrigung der Durchschlagspannung wird jedoch durch die Gleitfunken im allgemeinen nicht eintreten, weil sich in Luft an den Gleitfunkenenden kein Spannungssprung, sondern ein allmähliches Abfallen der Spannung ergibt. Wenn man jedoch an einer Stelle der zu prüfenden Platte die Ausbreitung der Gleitfunken verhindert, dadurch z. B., daß man einen Paraffinwall aufgießt, so schlägt die Platte an dieser Stelle schon bei niedrigerer Spannung durch. Es ergibt sich nämlich dann an dem Paraffinwall die besonders gefährliche Spitzenwirkung. Auch in anderen Fällen tritt diese Erscheinung ein. Bei der Prüfung von Durchführungen mit Wulsten in Luft treten Durchschläge meist dort ein, wo die von der Fassung ausgehenden Gleitfunken durch die Wulste aufgehalten werden. Kennt man diese Gefahr, so läßt sie sich durch entsprechende Formgebung der Durchführung vermeiden. Ferner tritt bei Ölschaltern die folgende Erscheinung auf: Zwischen den Durchführungen und den geerdeten Gehäuseteilen bilden sich auf der Öloberfläche bei der Spannungsprüfung der Schalter oder bei Überspannungen im Betriebe Gleitfunken aus, die die Durchführungen an den Stellen ganz besonders gefährden, wo diese in das Öl eintreten. Es treten dort Anfressungen oder Durchschläge ein. Vermeiden läßt sich diese Erscheinung dadurch, daß man die Durchführungen von der Fassung aus bis unter die Öloberfläche leitend macht.

Die Prüfung von Isolierstoffen auf Durchschlag wird, um vorzeitige Überschläge zu vermeiden, meist unter Öl vorgenommen. Hier ist das Auftreten von Gleitfunken noch erheblich gefährlicher. Das Aufsetzen von Elektroden auf einen festen Stoff unter Öl ist zunächst deshalb sehr ungünstig, weil zwischen den Elektroden und den zu prüfenden Platten eine dünne Ölschicht verbleiben würde, die früher durchschlägt. Eine Abhilfe kann durch Aufbringen eines Metallbelages unmittelbar auf die Platte geschaffen werden (Kupferbespritzung usw.). Trotzdem entstehen an den Elektrodenrändern Schwierigkeiten durch Öldurchschläge oder Gleitfunken. Die Durchschlagprüfung von festen Stoffen muß also mit besonders geformten Platten oder unter Zuhilfenahme einer Flüssigkeit von hoher Dielektrizitätskonstante und hoher Durchschlagfestigkeit erfolgen[11]. Die gleiche Erscheinung tritt bei der sehr gebräuchlichen Durchschlagprüfung von Isolatoren unter Öl auf[12].

Bei dem Bau von zusammengesetzten Durchführungen und Kondensator-Durchführungen, bei dem Bau von Papier- und Glaskondensatoren, bei elektrischen Maschinen für hohe Spannungen und Transformatoren usw. kommen sehr viele Fälle vor, wo die hier untersuchten Erscheinungen eintreten können. In nicht homogenen Feldern, wie sie normalerweise vorliegen, besteht die Möglichkeit des frühen Durchschlags eines der Stoffe in erhöhtem Maße. Viele rätselhafte Durchschläge lassen sich auf diese Weise erklären. Wo sich nicht eine Vermeidung dieser Gefahr durch entsprechende Auswahl der Isolierstoffe bietet, ist es, wie bereits erwähnt wurde, zweckmäßig, leitende Zwischenschichten einzuschalten.

Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft sei für die geldliche Unterstützung der Versuche auch an dieser Stelle herzlich gedankt, ebenso der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. für die kostenlose Lieferung von Versuchsplatten.

[9] Bei diesen Versuchen befand sich auf beiden Seiten des Glases eine Ölschicht von 0,1 cm Dicke.

[10] Die Durchschlagfestigkeit des Glases ist dem Werk „Elektrische Festigkeitslehre" von A. Schwaiger entnommen (2. Aufl. Tab. C., S. 449). Bei den hier vorhandenen Glasdicken kommt allerdings wahrscheinlich eine viel größere Festigkeit in Frage (s. im gleichen Werke S. 36).

[11] Vgl. Grünewald, ETZ 1921, S. 1084.

[12] Vgl. Bechdoldt, Mitt. Hermsd. Schomb. H. 26.

Die fernbetätigte Kuppelung von Gleichstromnetzen.

Von Dipl.-Ing. **Ludwig Reinach**, Barmen.

Übersicht. **Es wird ein Verfahren beschrieben, mit dessen Hilfe es möglich ist, den Betrieb von Gleichstromnetzen zu vereinfachen und vor allem eine schnelle Wiederinbetriebnahme nach größeren Stromunterbrechungen zu erzielen.**

Die ursprünglichen Gleichstromnetze wurden strahlenförmig betrieben und boten so den Vorteil, auftretende Störungen schnell einzugrenzen und festzustellen und dadurch Unterbrechungen in der Stromzufuhr im großen und ganzen auf ein Mindestmaß zu beschränken. Mit der zunehmenden Ausbreitung der Netze wurde jedoch infolge des auftretenden Spannungsabfalles der strahlenförmige Betrieb sehr erschwert, meist sogar unmöglich, so daß man zur Vermaschung der einzelnen Netzteile überging. Solange die Netzbelastung gegenüber der Belastbarkeit der Maschinen und Schaltapparate ein bestimmtes Verhältnis nicht überschritt, war ein Betrieb in letztgenannter Weise sehr zweckmäßig, wenn sich auch die Störungseingrenzung etwas schwieriger gestaltete. Durch dauernde Steigerung der Stromabgabe im Laufe der Zeit entstand jedoch dann der Nachteil, daß beim Herausfallen des Netzes oder einzelner Teile desselben bei hoher Belastung eine Wiederinbetriebnahme infolge des Einschaltstromstoßes, der ja ein Vielfaches des Nennstromes beträgt, unmöglich wurde oder jedenfalls nur mit großer Schwierigkeit und großem Zeitaufwand herbeizuführen war.

Die Wiederaufteilung der Netze war daher größtenteils nicht zu umgehen. Gleichzeitig mußte jedoch ein Mittel zur Herbeiführung des Spannungsausgleiches gefunden werden. Einen großen Fortschritt bedeutet daher der selbsttätige Netzkuppelschalter. Mit seiner Hilfe ist



es möglich, bei vermaschten Netzen den Vorteil des Strahlennetzes zu wahren. Grundsätzlich besteht seine Anwendung darin, daß sich im Falle einer Störung die Einzelnetze selbsttätig trennen, während dann die selbsttätige Kuppelung des Netzes erst nach und nach so stattfinden kann, wie die einzelnen benachbarten Netzteile wieder Spannung erhalten. Es ist nun verständlich, daß für den Selbstbetrieb ziemlich komplizierte Apparaturen notwendig sind. Da diese Apparaturen noch obendrein nicht an einer bestimmten Stelle zentralisiert werden können, sondern im Netz, im Freien (auf Straßen usw.) verteilt werden müssen, ist die Betriebsicherheit infolge mangelnder Überwachung der Schaltvorgänge und die Wirtschaftlichkeit oft sehr in Frage gestellt. Naheliegend war daher, an Stelle des Selbstbetriebes die Fernbetätigung zu verwenden. Es soll nun das fernbetätigte Netzkuppelverfahren (zum D.R.P. angemeldet) ausführlich beschrieben werden.

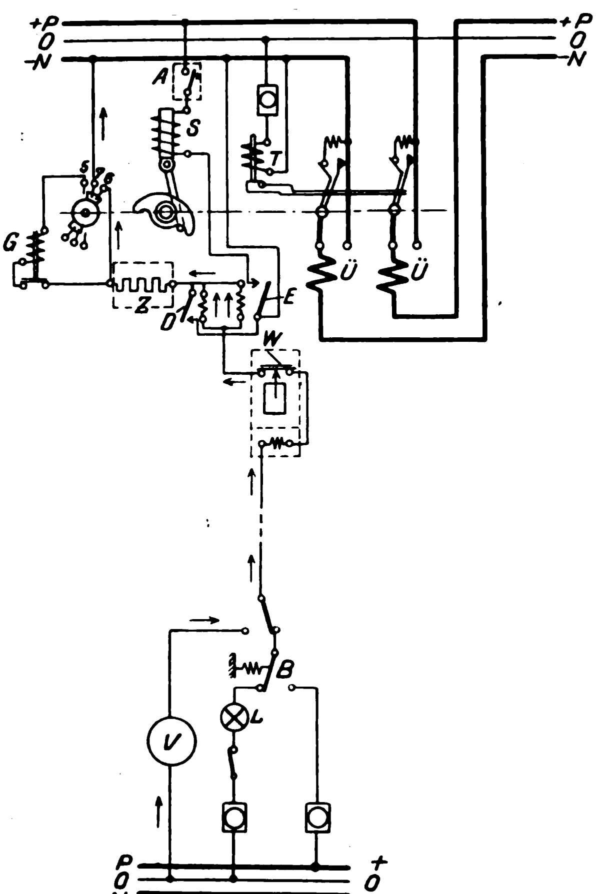


Abb. 1. Schaltschema einer fernbetätigten Netzkuppelung.

Die meisten Gleichstromnetze besitzen die sogenannten Spannungsprüfadern. Die fernbetätigte Kuppelungsapparatur ist nun so angeordnet, daß die Meßdrähte, unter Beibehaltung ihres alten Zweckes, noch ohne weiteres zur Fernschaltung und Rückmeldung mit herangezogen werden können. Wo die Prüfadern fehlen, können vorhandene Telephon- oder Meldeleitungen verwendet werden, so daß nur ausnahmsweise eine Neulegung von Betätigungsleitungen in Frage kommt. Für den letzten Fall wird eine gewisse Einschränkung des fernbetätigten Systems zugegeben, da bei der Wahl der Betätigungsart die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden muß. Der Selbstbetrieb ist also, allerdings verhältnismäßig selten, auch berechtigt. Das folgende Beispiel wird den meist vorkommenden Fall, nämlich ein Dreileiternetz mit vorhandenen Meßadern, behandeln; sämtliche sonst möglichen Netz- und Betätigungsarten lassen sich aus der vorliegenden Schaltung ohne weiteres ableiten. Die Grundelemente der Anordnung sind der in der ETZ 1927, S. 1100 veröffentlichten Universalschaltung entnommen. Diese Betätigungsart ist die einzige, die sich generell für alle Fälle anwenden läßt, so daß dadurch eine gewisse Gleichheit, auch bei verschiedenen Übertragungsarten, gewahrt bleibt. Fernerhin kann nur mit Hilfe dieser Schaltung, bei welcher die gesamte Betätigung und Rückmeldung über eine einzige Ader erfolgt, gleichzeitig noch die normale Speisepunktmessung einwandfrei durchgeführt werden.

Die im Netz zur Aufstellung gelangende Schaltapparatur kann entweder in kleinen Säulen oder dgl. auf der Straße oberirdisch, oder in feuchtigkeitgeschützten Gußkästen auch in der Straße versenkt oder in Kellern eingebaut werden. Die letztere Anordnung ist die einfachste und billigste. Je nach der Konstruktion der Kabelkästen wird es in bestimmten Fällen sogar möglich sein, die Apparatur in denselben unterzubringen. Die Betätigungs- und Signaleinrichtungen wird man gewöhnlich in der Zentrale für sämtliche Kuppelstellen gemeinsam auf einer Tafel anordnen. Die eigentliche für die Durchführung der Kuppelung und Rückmeldung notwendige Einrichtung ist in Abb. 1 ausgezogen eingezeichnet, während die Richtungspfeile den Verlauf der Speisepunktmessung zeigen. Da meistens der gußgekapselte Einbau in Frage kommt, sind noch eine Reihe von Schutzteilen notwendig, die in Abb. 1 mit gestrichelten Linien umrandet sind. Die Ein- bzw. Ausschaltung erfolgt mit Außen-Außenleiterspannung von *P* über Betätigungsschalter *B*, Schalt- und Hilfschützen *E* und *D* nach *6* oder über Langsamschläger *G* und *5* und *7* nach *N*. Die Rückmeldung vollzieht sich mit Null-Außenleiterspannung von *0* bzw. Signallampe *L* aus über den gleichen Weg, und zwar einmal ohne („ein") und einmal mit („aus") Zwischenschaltung des Flackerrelais *G*. Es sind: *S* der Schaltmagnet, *T* die Nullspannungspule und *Ü* die Überstromspulen. Alle gefährlichen Wirkungen infolge Störungen an den Prüfadern oder Apparateteilen werden durch die vorhandenen Schutzteile beseitigt, und durch die Meldung oder deren Versagen wird das Betriebspersonal auf Unregelmäßigkeiten aufmerksam gemacht. Bei Erdschluß der Prüf- bzw. Schaltader ist die Anlage durch den Widerstand *Z* geschützt. Bei Kurzschluß der Außenleiterprüfadern oder auch bei übermäßiger Erwärmung des Kasteninneren schaltet die Wärmeauslösung *W* nach einigen Sekunden ab. Der verzögerte Selbstschalter *A* hat den Zweck, bei Hängenbleiben des Schaltschützes *E* den Stromkreis der Schaltspule *S* abzuschalten und damit deren Erwärmung zu verhindern. Die Schützspulen sind so bemessen, daß sie schon bei geringem Spannungsrückgang abfallen.

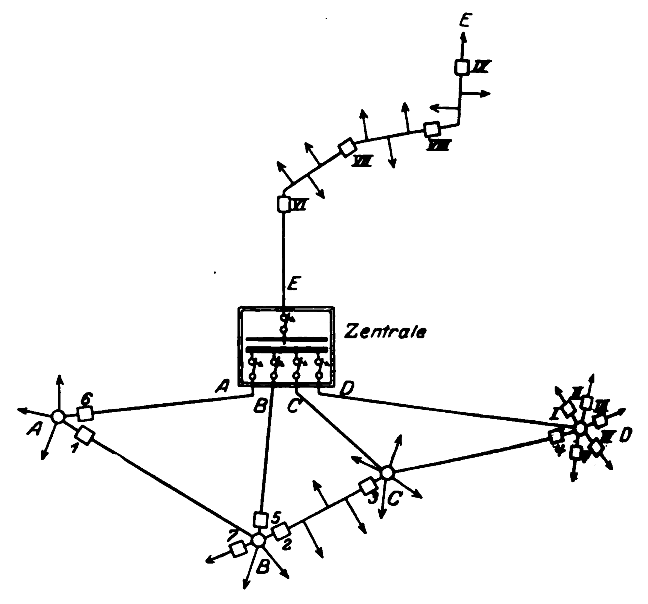


Abb. 2. Anwendungsmöglichkeiten fernbetätigter Kuppelungsschalter.

Der Betrieb des Verfahrens spielt sich in einfacher Weise ab. Bei Spannungsunterbrechungen lösen sich durch die Wirkung der Nullspannungspulen die Kuppelungen selbsttätig, melden dann nach Wiederkehr der Spannung ihren veränderten Schaltzustand und können je nach Bedarf und Willkür wieder hergestellt werden. Bei Überstrom in den Kuppelungsleitungen erfolgt ebenfalls eine Trennung mit gleichzeitiger Rückmeldung. Man hat es in der Hand, jederzeit von einer bestimmten Stelle aus die Ver- oder Entmaschung des Netzes ganz oder teilweise, je nach den gerade vorherrschenden Verhältnissen, vorzunehmen und durch die Rückmeldung eine dauernde Kontrolle über den jeweiligen Schaltzustand auszuüben. Bei Arbeiten im Kabelnetz usw. ist es für den Betrieb oft sehr angenehm, wenn ohne Stromunterbrechung und große Umschaltarbeiten im Netz bestimmte Kabelstrecken oder Netzabschnitte von rückwärts durch Fernbetätigung geschaltet werden können. An wichtigen Punkten kann man die

Apparatur auch an Stelle einer Netzsicherung verwenden, so daß man damit in der Lage ist, die Speisekabel von der Zentrale aus von rückwärts spannungslos zu machen, was bei Fehlern zwischen der Zentrale und den Speisekabelkästen oft sehr erwünscht ist. Dadurch können längere Stromunterbrechungen eigentlich ganz verhindert werden, soweit nicht gerade Überlastungen vorliegen.

Die zweckmäßige Verteilung der Kuppelstellen richtet sich nach den Netzverhältnissen und wird am besten auf Grund von Messungen unter Berücksichtigung vorliegender Sonderheiten festgestellt. Die grundsätzlichen Verwendungsarten gehen aus Abb. 2 hervor. *1*, *2*, *3* und *4* sind normale Kuppelstellen. Die Anordnung zweier Kuppelungen in einer Verbindungsleitung (gemäß *B* nach *C*) ist zu empfehlen, wenn an die Kuppelleitung Stromabnehmer angeschlossen sind. Man hat dann die Möglichkeit, den gerade günstigeren Speisepunkt beim Wiedereinschalten des Netzes zur Aufnahme der in der Verbindungsleitung entstehenden Einschaltstromstöße und etwa bei getrenntem Netzbetriebe zur Versorgung der zwischengeschalteten Stromabnehmer zu verwenden. Die Kuppelungen von *5* und *6* können mit Vorteil oft an Stellen mit zeitweise zu hoher Spannung Verwendung finden. Bei diesen ist dann allerdings eine Nullspannungsauslösung nicht erforderlich, sofern dieselbe an den Streckenschaltern vorhanden ist.

Bei Speisepunkten, deren abgehende Stichleitungen infolge eines hohen, dauernd eingeschalteten Anschlußwertes verhältnismäßig starke Einschaltstromstöße verursachen, empfiehlt es sich (gemäß *7*) auch die bzw. einzelne Stichleitungen zu kuppeln. Ein krasser Fall liegt bei Punkt *D* (Abb. 2) vor. Zum Zwecke der Schaltleitungersparnis ist dabei vorgesehen, daß die Kuppelungen *I* bis *V* über eine einzige Ader geschaltet werden, wobei, unter Wahrung der gleichzeitigen Abschaltung, durch verschieden abgestufte Verzögerungselemente ein stufenweises Einschalten erfolgt. Eine Rückmeldung geschieht dann immer nach Ablauf eines vollständigen Ein- bzw. Abschaltvorganges. In ähnlicher Weise kann der Betrieb eines einzelnen, für sich arbeitenden ausgedehnten Speisekabels, das starke Einschaltstromstöße aufweist, dadurch einwandfrei gestaltet werden, daß *VI* bis *IX* nacheinander zuschalten. — Kuppelungen von Netzteilen mit verschiedener Maschinenspannung sind ohne weiteres möglich. Auch eine zusätzliche akustische Meldung (Alarmeinrichtung) läßt sich mit dem System verbinden.

Gewitterschutz von Hochspannungsanlagen.

Von Dipl.-Ing. **H. Langrehr**, Berlin.

Übersicht. Unter Hinweis auf den Hauptverhandlungsgegenstand der Danziger Tagung des VDE im Jahre 1925 und die dort vertretenen Ansichten werden nachstehend zwei Veröffentlichungen amerikanischer Versuche auf dem Gebiete des Gewitterüberspannungsschutzes betrachtet und die daraus für den Bau und Betrieb deutscher Hochspannungsanlagen verwertbaren Ergebnisse an Hand von graphischen Darstellungen erörtert.

Die Frage der Nullpunkterdung bildete das Hauptthema der Danziger Tagung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im Jahre 1925; im wesentlichen standen sich zwei Hauptmeinungen bezüglich der Nullpunkterdung gegenüber (vgl. ETZ 1926, S. 289, 333, 772 u. 805), welche kurz zusammengefaßt sich folgendermaßen darstellen:

Die eine Gruppe vertritt die Ansicht, daß der durch die Erdung erzielbare Gewinn in der Betriebsicherheit elektrischer Hochspannungsanlagen nur unwesentlich sei, da einerseits die hervorragendsten Störenfriede unserer Anlagen, die atmosphärischen Beeinflussungen, in ihrem Einwirkungsmaß von der Erdung oder Nichterdung des Nullpunktes unabhängig sind und deshalb auf der Leitung, an den Durchführungen, Transformatoreingangswindungen und anderen Reflexionspunkten zu Überschlägen führen, ehe sie durch etwa vorhandene Nullpunkterdung über meist recht hohe induktive Widerstände zur Erde abgeleitet werden können. Die durch derartige Überschläge eingeleiteten einphasigen Kurzschlüsse geben zu weiteren Störungen Anlaß und tragen eine erhebliche Beunruhigung in die Netze und Anlagen. Einbuße an Stromabsatz, Vergrämung der Abnehmer sind die Folgen. Sucht man andererseits in Erkenntnis dieser Sachlage und ausgehend von der Überlegung, daß bei starrer Nullpunkterdung auch im Erdschluß der Wert der Phasenspannung zwischen Leiter und Erde nicht oder nur mäßig überschritten werden kann, wenigstens eine Verminderung des Anlagekapitals durch Herabsetzung der Isolationsfestigkeit der Anlage zu erreichen, so erweckt diese Maßnahme Bedenken, da hierdurch ohne Zweifel die Zahl der zum Überschlag Veranlassung gebenden Überspannungen steigt. Die Verbilligung der Anlage wird also auf Kosten der Betriebsicherheit erkauft. Zudem ist der Überspannungsschutz weniger der Anlaß der in Amerika häufig angewandten Nullpunkterdung, wie die vielen dort eingebauten Überspannungschutzeinrichtungen beweisen; vielmehr spielt hier das Verlangen nach fehlerfreiem Arbeiten des Selektivschutzes eine ausschlaggebende Rolle. Dies kann aber für deutsche Verhältnisse nicht maßgebend sein, da wir bewährte Einrichtungen besitzen, welche in jedem Falle, auch bei ungeerdetem Nullpunkt, fehlerhafte Netzteile einwandfrei abtrennen. Erfahrungen in Anlagen, welche mit Erdschlußspulen ausgerüstet sind, haben demgegenüber gezeigt, daß erstens die allergrößte Anzahl von Störungen durch Erdschlüsse, hervorgerufen durch die verschiedenartigsten Ursachen, eingeleitet wird, und daß zweitens derartige Störungen in kompensierten Netzen infolge augenblicklicher Löschung fast ausnahmslos störungsfrei und harmlos verlaufen. Ihre Signalisierung durch entsprechende Relais ist geeignet, der Betriebsleitung wertvolle Fingerzeige über Art und Zeit der Störung oder des „Wischers" zu geben. Zweckmäßig ist es, die Isolationsfestigkeit der Anlage, soweit nur irgend angängig und wirtschaftlich tragbar, zu steigern, um auch die Überschläge hoher Fremdspannungen möglichst zu unterbinden.

Die andere Gruppe verteidigt die Nullpunkterdung entschieden. Sie erwartet neben einer Verminderung der Anlagekosten von Leitungen und Apparaten günstigere Beanspruchungs- und Konstruktionsverhältnisse für Transformatoren und dgl. von der starren Erdung und der dadurch auch bei Störungen bedingten Festlegung der Phasenspannung als Betriebspannung zwischen Leiter und Erde. Allzuhoch geschraubte Forderungen an die Isolationsfestigkeit werden für nutzlos erachtet, da eine absolute Widerstandsfähigkeit nicht erreichbar sei. Vielmehr wird es stets Beanspruchungen geben, denen die Isolation nicht gewachsen ist und die sich auf alle Fälle einen Ausweg suchen. Diesen eine geeignete Bahn zu weisen, ist der Zweck von Überspannungsapparaten, die in ihrer Wirkungsweise und Bauart auf die ausgesprochen hohen Spannungen zugeschnitten sein müßten. Die günstigere Spannungsverteilung bei Nullpunkterdung läßt vielleicht einen Rückgang in der Zahl der Isolatorenüberschläge infolge Gewitterüberspannungen erhoffen. Zum Teil wendet man auch den gegenwärtigen Stand der Fabrikations- und Prüfeinrichtungen der herstellenden Firmen gegen die Nichterdung des Nullpunktes ein, da diese nicht für ausreichend erachtet werden, eine ordnungsmäßige Prüfung zu ermöglichen. Diese Bedenken sind heute jedenfalls nicht mehr stichhaltig.

Beide Gruppen sind sich aber darüber einig, daß die von ihnen vertretenen Anschauungen teilweise durch Beobachtungen und Ergebnisse des praktischen Betriebes gestützt werden, teilweise lediglich auf Grund theoretischer Überlegungen zustande gekommen sind, und daß deshalb letzten Endes nur der Versuch mit einer nullpunktgeerdeten Anlage darüber entscheiden kann, welche der beiden zur Diskussion stehenden Betriebsweisen den Vorzug verdient.

Da in Deutschland vorgenommene Versuche obiger Art bislang nicht bekannt geworden sind, gewinnen zwei Veröffentlichungen aus der amerikanischen Praxis für uns besondere Bedeutung, nicht so sehr deshalb, weil die Versuche amerikanischen Ursprungs sind, sondern weil sie aus einem Lande stammen, in dem von jeher die Erdung des Nullpunktes als erster Grundsatz einer gesicherten Betriebsführung gilt. Verfasser der Aufsätze sind zwei hervorragende Vertreter der amerikanischen Elektrotechnik, nämlich die Ingenieure J. H. Cox (Westinghouse Electric & Mfg. Co.) und F. W. Peek jr. (General Electric Co.). Die Untersuchungen des letzteren dehnen sich über das Gebiet des Freileitungsschutzes auch auf Blitz-

schutzvorrichtungen allgemeiner Art aus; unter dem Titel „Protection from lightning"[1] wird etwa folgendes ausgeführt:

Die Untersuchungen dienten der Bestimmung der Spannung, des Stromes, der Energie und anderer Eigenschaften von Blitzschlägen, insbesondere in Verbindung mit Freileitungen; ferner wird der Wert von Schutzvorrichtungen, die Widerstandsfähigkeit von Isolatoren und Isolation der Anlage unter Überspannungseinwirkungen besprochen. Beobachtungen im Freien wurden im Laboratorium nachgeahmt. Die künstliche Erzeugung von Überspannungen erfolgte durch Entladung eines mit Wechselstrom (60 Hz) aufgeladenen Kondensators (Abb. 1). Der

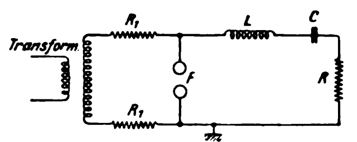


Abb. 1. Schaltung der Versuchsanordnung.

Spannungsanstieg vollzog sich in 0,04 μs, nach 5 μs war die Spannung auf den halben Wert abgeklungen; der Kopf einer solchen Welle würde nach dieser Zeit 1,5 km gewandert sein. Die erzielten Höchstwerte betragen:

Spannung . . .	$2 \cdot 10^6$ V	Arbeit	2 kW
Strom	10 000 A	Leistung	mehrere Mill. kW

Die Wirkungen derartiger Entladungen sind denjenigen von Blitzschlägen ähnlich, z. B. wurden bei den Versuchen brennbare Stoffe entzündet, Metallkörper geschmolzen, Holzstangen zersplittert, ebenso konnten Wasser- und Ölexplosionen hervorgerufen werden. Die auf Freileitungen gemessenen Überspannungen betrugen bis zu $1,8 \cdot 10^6$ V. Zur Ermittlung desjenigen Bruchteils der Wolkenspannung, welcher als elektrisch übertragene Überspannung auf der Leitung erscheint, wurden Modelle von Leitung und Wolken praktischen Verhältnissen nachgebildet und dabei festgestellt, daß der Wert 1 % ausmacht, woraus man eine Wolkenspannung von größenordnungsmäßig 100 000 kV findet. Die Feldstärke in der Nähe der Erde beträgt etwa 330 kV/m, welcher Wert näherungsweise mit Messungen an Nadelfunkenstrecken, welche 450 kV/m ergaben, übereinstimmt. Weiterhin wurde festgestellt, daß Blitzschläge selten oszillatorisch vor sich gehen, die Dauer ist in der Regel mehrere Mikrosekunden, manchmal weniger; das Arbeitsvermögen wird auf 4 kWh bei einem Strom von 80 000 A geschätzt (ermittelt aus einem Blitzschlag in eine Antennenanlage, bei welchem eine Stahlfeder gerade geschmolzen wurde).

Es folgt eine in der deutschen Literatur bereits seit vielen Jahren bekannte Erläuterung über das Zustandekommen der elektrisch übertragenen Spannung und Bildung der Wanderwelle bei Blitzschlägen[2]. Von besonderem Wert ist das Ergebnis über die Untersuchung des Schutzwertes von Blitzseilen an Modellen. Es sei deshalb an dieser Stelle der Verfasser kurz wörtlich zitiert:

„Die Modellversuche zeigen, daß es wichtig ist, das Erdseil an jedem Mast zu erden. Wenn keine gute Erdung erzielt werden kann, ist das Erdseil weniger wirksam. Die Versuche zeigen ferner, daß der Erfolg derselbe ist, gleichgültig, ob der Systemnullpunkt geerdet ist oder nicht und unabhängig von der Art der Entladung. Es wird für zweckmäßig gehalten, das Erdseil aus nichtmagnetischem Material herzustellen oder wenigstens aus einem Leiter mit nichtmagnetischer Oberfläche. Im allgemeinen ist das Erdseil um so wirkungsvoller, je näher es dem Leiter ist." [Nur bei einem Erdseil und einem Leiter; leider ist nicht zu ersehen, ob Drehstrommodelle angewandt wurden.] „In Anbetracht unmittelbarer Einschläge ist es wünschenswert, das Erdseil oberhalb der Leiter anzuordnen. Außer der Herabsetzung der übertragenen Spannungen vermindert sich die übertragene Energie etwa auf die Hälfte, diejenige unmittelbarer Einschläge wird beträchtlich abgeschwächt. In praktischen Fällen dürfte ein Erdseil die übertragene Spannung bestenfalls auf ½, 2 Erdseile auf ⅓, 3 Erdseile auf ¼ herabsetzen." [Nach deutschen Anschauungen außerordentlich günstige Werte.]

Aus den Erörterungen über die Fortpflanzung der Wanderwelle längs Leitungen und über ihre Reflexionsgesetze dürfte die auch in Amerika hocheingeschätzte Brauchbarkeit widerstandüberbrückter Drosselspulen, deren Zweckmäßigkeit durch Gábor[3] oszillographisch nachgewiesen wurde, vor allem interessieren.

[1] F. W. Peek, El. World Bd. 90, S. 351 u. S. 408.
[2] Vgl. W. Petersen, Schutzwert von Blitzseilen, ETZ 1914, S. 1.
[3] D. Gábor, Elektrizitätswirtsch. Bd. 25, S. 310.

Besondere Beachtung verdienen die Feststellungen über den Schutzbereich geerdeter Körper gegen unmittelbare Blitzschläge. Es hat sich in Laboratoriumsversuchen herausgestellt, daß z. B. ein geerdeter Metallstab von einer darüber befindlichen Wolke stets getroffen wird, wenn seine Höhe 2,5 % der Wolkenhöhe oder mehr beträgt; darunter greift eine nahezu proportionale Abnahme der Treffer Platz. Weiter fand man, daß bei zehnfacher Wolkenhöhe (bezogen auf den Stab) der Radius des Stabumkreises, innerhalb dessen kein Einschlag erfolgt, etwa das Vierfache der Stabhöhe beträgt, bei höheren Wolken tritt eine geringfügige Erhöhung des Schutzumfanges (etwa 5,5fach), bei tiefer schwebenden eine etwa umgekehrt proportionale Abnahme ein. Diese Zahlen gelten zunächst für negativ geladene Wolken. Bei positiven Ladungen tritt an Stelle der zehnfachen Höhe die zwanzigfache. Der Ersatz des Stabes durch wagerecht gespannte Erdseile führt zu denselben Ergebnissen. Insbesondere wurde z. B. eine leitende Fläche, welche von geerdeten Leitern überspannt war, deren gegenseitiger Abstand das Vierfache des Flächenabstandes nicht überschritt, bei zehnfacher Wolkenhöhe niemals getroffen, ebensowenig die Grundfläche eines Kreiszylinders, dessen Höhe mindestens ein Zehntel des Durchmessers betrug. Bemerkenswert ist weiterhin, daß in 100 Fällen das Erdseil einer Freileitung 98mal, die Leiter zweimal vom Blitz unmittelbar getroffen wurden. Diese Versuche sind mit positiven und negativen Gleichspannungen (bis 350 kV), Wechselspannung von 60 Hz und Wanderwellen durchgeführt worden; die Gestalt der Wolken war punktförmig, kugelförmig und eben. Die Ergebnisse waren hierbei im wesentlichen konstant.

Weitere Modellversuche zeigten, daß von zwei einander eng benachbarten Stäben, von denen der hölzerne den metallischen um ein Vielfaches überragt, stets der letztere getroffen wird. Die Erscheinung ändert sich, sobald der hölzerne Stab angefeuchtet wird und somit seine Leitfähigkeit steigt, dahin, daß der Einschlag vorzugsweise den hölzernen Stab trifft; infolge der dabei auftretenden Verdampfung und Herabsetzung der Leitfähigkeit vermag derselbe die Entladung auf die Dauer nicht zu führen, die Folge ist Überschlag zum Metallstab unter Zersplitterung des Holzstabes. Umgekehrt wird häufig ein Baum in der Nähe eines viel höheren Gebäudes, dessen Holzkonstruktion als trocken gelten kann, getroffen. Die Erklärung liegt nach obigem auf der Hand.

Von Interesse sind die Meßverfahren für Wanderwellen. Einmalige Stoßspannungen müssen bei 10 μs Dauer mindestens das 2,25fache von Wechselspannungen betragen, um eine Nadelfunkenstrecke zu durchschlagen. Der Wert erhöht sich mit abnehmender Zeitdauer. Bei Kugelfunkenstrecken ist die Erscheinung nicht wahrnehmbar, jedoch geht ihre Eigenschaft sofort in die der Nadelfunkenstrecke über, sobald der Vorschaltwiderstand der Kugelfunkenstrecke einen kritischen Wert überschreitet, und die an sich verzögerungsfreie Meßeinrichtung wird somit geeignet, die Dauer von Wanderwellen anzuzeigen, während ein Maß für Wanderwellenstirnen durch die an Drosselspulen auftretenden Spannungen gegeben ist. Die Zeitverzögerung beim Durchschlag gasförmiger, flüssiger oder fester Isolierstoffe erklärt Peek aus dem Energieaufwand, welcher zur Durchbrechung des Isoliermittels nötig ist. Die Energiezufuhr erfolgt nicht plötzlich, sondern nach und nach, insbesondere bei Einschaltung eines Widerstandes (vgl. Vorschaltwiderstand für Kugelfunkenstrecke). Bei der Nadelfunkenstrecke wird diese Wirkung durch den infolge Koronabildung gleichsam eingeschalteten Luftwiderstand selbsttätig erzielt. Übrigens soll man atmosphärische Überspannungen von weniger als 1 μs Dauer infolge Koronabildung deutlich sehen und an der Art derselben unterscheiden können, ob eine negative oder positive Überspannung vorliegt. Ähnliche Wahrnehmungen sind auch in Deutschland des öfteren gemacht worden.

Bezüglich der Isolatorenprüfung ist bemerkenswert, daß sich die mittels der eingangs erwähnten, zu diesem Zweck benutzten Wanderwelle (Anstieg der Stirn in 0,04 μs) erzielten Überschlagswerte mit Meßergebnissen an 4- und 14gliedrigen Isolatorenketten, welche während schwerer Gewitter gewonnen wurden, genau zur Deckung bringen ließen. Diese Werte lagen naturgemäß oberhalb der Überschlagspannungen bei Betriebsfrequenz. Hinsichtlich der atmosphärischen Überspannungen wird die Anordnung der Leiter in einer wagerechten Ebene als besonders günstig erachtet, da hierbei sämtliche Leiter nicht nur die gleiche, sondern auch die niedrigste Überspannung führen, welche bei der gewählten Spannweite möglich ist. Neuerdings gewinnt auch in Deutschland die wagerechte Anordnung wegen ihrer vielfachen Vorteile

mehr Anhänger; neben den bereits genannten sind die Vermeidung des Zusammenschlagens der Leiter bei Eislast, Seitenwind und Seilbruch, ferner die geringere Beanspruchung und damit das geringere Gewicht der Maste, falls Schwenktraversen benutzt werden, besonders hervorzuheben. Erdseile werden vor allem bei höheren Betriebspannungen für wirksam gehalten, weil hier die Überspannungen der ungeschützten Leitung in der Mehrzahl nur wenig oberhalb der Überschlagspannung der Isolatoren liegen, und durch eine prozentual geringe Herabsetzung der Überspannung meistens der Überschlag verhindert werden kann. An einer 66 kV-Anlage von rd. 2000 km Länge, welche je zur Hälfte ohne und mit Erdseilschutz betrieben wurde, konnte man die bemerkenswerte Feststellung machen, daß die Isolatorüberschläge auf den ungeschützten Strecken etwa den fünffachen Betrag derjenigen auf den geschützten Strecken ausmachten. Der Einbau eines Erdseiles wird sich demnach selbst dann, wenn man die Gliederzahl der Isolatoren nicht vermindert, in kurzer Zeit bezahlt machen. — Schaltüberspannungen u. ä. sind in der Regel so niedrig, daß sie sehr selten zu Isolationsdurchbrüchen innerhalb der Apparate Veranlassung geben.

Die Arbeit schließt mit einer Betrachtung über den Blitzschutz von Öltanks u. dgl. Aus diesem Abschnitt wäre vor allem bemerkenswert, daß geerdete Drahtnetze oberhalb der Tanks nicht für zweckmäßig gehalten werden, da Seitenentladungen vom Netz unmittelbar zur Erde bzw. zum Tank nur dann mit Sicherheit vermieden werden, wenn das Netz hoch genug ist. Peek hält die Anordnung von mehreren geerdeten Blitzstäben, die den Tank ringförmig umgeben, für geeigneter. Die Höhe derselben ist so bemessen, daß keine Stelle der zu schützenden Anlage weiter als das Vierfache der Stabhöhe vom Stab entfernt ist und jeder Stab selbst von jedem der zu schützenden Anlageteile einen Mindestabstand gleich der Stabhöhe hat.

Bezüglich der anschließenden Erörterung der Coxschen Veröffentlichung „Lightning and its effects on transmission lines"[4] sei vorausgeschickt, daß im Vergleich zu der vorhergehenden eine teilweise Überlappung namentlich in den uns interessierenden Endergebnissen besteht. Aus Gründen der Sachlichkeit läßt sich eine gelegentliche Wiederholung von Ergebnissen und Vermutungen, welche bereits im vorhergehenden erwähnt sind, nicht umgehen. Dieselben mögen als gegenseitige Bestätigungen gewertet werden.

Die Entladung einer Wolke zur Erde ist dem Überschlag zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Körpern im Laboratorium ähnlich; es besteht nur eine Ähnlichkeit und keine Gleichheit, weil im ersten Falle die Gesamtheit der Ladung an einzelne Tröpfchen gebunden ist, in letzterem sich dagegen über die Gesamtoberfläche des meist gleichmäßig leitenden Körpers verteilt. Von den verschiedenen Theorien des Entladungsvorganges führt der Verfasser die von Simpson[5] aufgestellte und mit den Ergebnissen von klydonographischen Messungen übereinstimmende an. Danach vergrößert sich ein Wolkenteil, bei welchem die den Beginn der Ionisation kennzeichnende kritische Feldstärke erreicht ist, kanalartig in Richtung zur Erde. Die hierbei durch die Ionisation gebildeten Elektronen streben mit beträchtlicher Geschwindigkeit zur positiven Wolke zurück, während die positiven Ionen unter Vergrößerung der Feldstärke zurückbleiben und den weiteren Vortrieb des Kanals bewirken. Dieser Vorgang wird durch die Abb. 2a bis c zur Anschauung gebracht. Die Wachstumsgeschwindigkeit des Kanals ist von der Aufnahmefähigkeit der Wolken hinsichtlich der Elektronen bestimmt. Beim Durchlaufen des Kanals und der Verteilung innerhalb der Wolke gelangen die Elektronen gelegentlich in Bereiche geringerer Feldstärke; die hierdurch bedingte Geschwindigkeitsverminderung ermöglicht in Verbindung mit neutralen Molekülen die Bildung negativer Ionen unter gleichzeitiger weiterer Herabsetzung der Geschwindigkeit, welche Erscheinungen in Gestalt von Stauungen auf den im Entstehen begriffenen Blitzkanal zurückwirken. Die Entladung einer positiven Wolke geht somit verhältnismäßig langsam vor sich unter vielfacher Verzweigung und Verästelung.

In anderer Weise spielt sich der Vorgang bei der Entladung einer negativen Wolke ab, wenngleich der Auftakt, nämlich das Vorhandensein der kritischen Feldstärke und die dementsprechende kanalartige Erweiterung des betreffenden Wolkenteiles derselbe ist. Der Unterschied setzt mit der größeren Trägheit der nun zur Wolke zurückstrebenden positiven Ionen ein, welche sie befähigt, die negativen Elektronen in der Umgebung des Kanalkopfes anzusammeln und festzuhalten. Hierbei findet zum Teil eine Neutralisation negativer, aus der Wolke austretender Elektronen und freier positiver Ionen statt, während die in der Umgebung befindlichen, auf größeren Raum verteilten Elektronen die elektrische Beanspruchung unter den kritischen Wert herabsetzen. Diese Vorgänge sind in den Abb. 3a bis c zur Darstellung gebracht. Der Entladungsvorgang ist damit vorerst zum Stillstand gebracht, bis die weitere Ladungserhöhung der Wolke imstande ist, den gesamten Abstand derselben bis zur Erde zu überbrücken. Dieser abschließende Vorgang wird nun aber vor allem von der Erde aus gefördert, indem, ähnlich wie oben erläutert, ein positiv geladener Kanal der Wolke entgegenstrebt. Wesentliche Abweichungen gegenüber dem vorhergehenden sind darin zu erblicken, daß erstens die zur Erde zurückstrebenden Elektronen in dem zusammenhängenden, gut leitenden Erdreich kein Hindernis finden und zweitens infolge der punkt- oder kugelförmigen Gestalt der Wolke (im Vergleich zur Erde) die elektrische Feldstärke mit zunehmender Höhe wächst und infolge dieses konzentrierenden Einflusses jede Verästelung bis zur Wolke unterbindet. Eine solche setzt erst innerhalb der Wolke ein, gewissermaßen als Zubringerstraße für die Ladung der verschiedenen Wolkenteile wirkend.

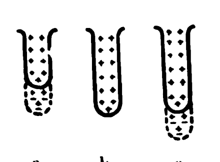


Abb. 2. Entladung einer positiven Wolke.

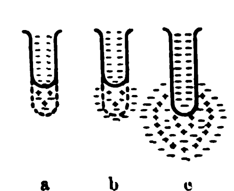


Abb. 3. Entladung einer negativen Wolke.

Hieraus folgt, daß der Entladungsvorgang einer negativen Wolke unter möglichster Wahrung eines einzigen Blitzkanals bei Vermeidung irgendwelcher Verästelungen weit heftiger ist als derjenige einer positiven. Die Entladungszeit negativer Wolken wird in der Größenordnung von 10^{-6} s angenommen, während diejenige einer positiven Wolke zu Hundertteilen von Sekunden angegeben wird. In Übereinstimmung mit Peek unterstellt der Verfasser gleichfalls den aperiodischen Entladungsvorgang als wahrscheinlich und meistvorkommend.

Bezüglich der Ausbreitungsvorgänge freier Ladungen längs Leitungen sei auf die oben erwähnten deutschen Veröffentlichungen hingewiesen; für uns bemerkenswert ist dagegen, daß nach Versuchen der Beeinflussungsbereich üblicher Entladungsvorgänge unterhalb 10 km liegt, und daß zur Erzielung nennenswerter Überspannungen der Entladungsvorgang der Wolke sich innerhalb weniger Mikrosekunden vollziehen muß. Ebenso gibt der Verfasser für die Gewitterfeldstärken dieselben Werte an, wie oben aufgeführt. Durch Messungen wurden elektrisch übertragene Spannungen von 1200 kV festgestellt, bei unmittelbaren Einschlägen sogar solche von 1800 kV. In gleicher Weise wird hier die Beobachtung bestätigt, daß der Überschlag z. B. an Isolatoren bei um so höherer Spannung einsetzt, je steiler die Spannungstirn ist. Interessant ist die Ansicht des Verfassers über den Schutzwert der Erdseile, die neben der zahlenmäßigen Übereinstimmung mit anderen Autoren dahin geht, daß die verhältnismäßige Schutzwirkung bei ausgesprochenen Hochspannungsanlagen größer ist als die prozentuale Herabsetzung der Spannung, da angenommen werden kann, daß viele Überschläge in ungeschützten Anlagen nur wenig oberhalb der Isolationsfestigkeit derselben liegen und daher bei nur unwesentlicher zahlenmäßiger Herabsetzung der Überspannung durch etwaige Erdseile gänzlich vermieden werden.

Der für uns wichtigste Teil der Arbeit[6] ist eine umfangreiche Zusammenstellung von klydonographischen Messungen an 27 verschiedenen Freileitungen mit Betriebspannungen von 6,6 ÷ 220 kV. Die Beobachtungszeit schwankt zwischen 1,5 und 8,5 Monaten, ebenso die Zahl der eingebauten Klydonographen zwischen 1 und 4. Es sind nur solche Überspannungen in eine Tafel aufgenommen, welche einwandfrei als von Blitzschlägen herrührend erkannt wurden. Zur Erleichterung des Vergleichs wurden die Beobachtungswerte auf gleiche Basis gebracht, d. h. es wurden sämtliche Zahlen auf zehnjährige Beobachtungsdauer mit einem dreipoligen Klydonographen für

[4] J. H. Cox, The Electric Journ. Bd. 24, S. 364.
[5] G. C. Simpson, Proc. Roy. Soc. Bd. 3, Serie A, S. 56.

[6] Über diese Messungen, die von Cox gemeinschaftlich mit Mc. Auley und Huggins ausgeführt wurden, ist ein Bericht im J. Am. Inst. El. Engs. erschienen, über den wir auf S. 68 berichten.

1 Anlage umgerechnet und in der genannten Tafel zusammengestellt.

Die größte Zahl der Überspannungen ist auf negative Wolken zurückzuführen, sei es nun, daß es sich um elektrisch übertragene positive Überspannungen oder durch unmittelbaren Blitzschlag bewirkte negative Überspannungen handelt. Bei diesen Messungen hat sich herausgestellt, daß hohe Überspannungen sich infolge Dämpfung durch Ohmschen Widerstand und Korona nicht über lange Strecken ausbreiten, meistens nur über wenige Kilometer, etwa in der Größenordnung von 15 km. In je einer Meßstelle wurden selten mehr als 2 Überspannungen vom 7fachen Betrage der Normalspannung während eines Gewitters festgestellt, dies ist hinsichtlich der Beanspruchung von Überspannungsschutzapparaten beachtlich. Unter Normalspannung ist der Scheitelwert der Phasenspannung verstanden. Vereinzelte Anwendung von Überspannungschutzapparaten kann gelegentlich Veranlassung zu Fehlurteilen über deren Wirksamkeit geben, weil eine Leitung infolge örtlicher oder baulicher Verschiedenheiten häufiger von Überspannungen heimgesucht wird als eine andere der gleichen Anlage. Die Tafel bestätigt, daß die große Überzahl (79 %) der Überspannungen aperiodisch ist.

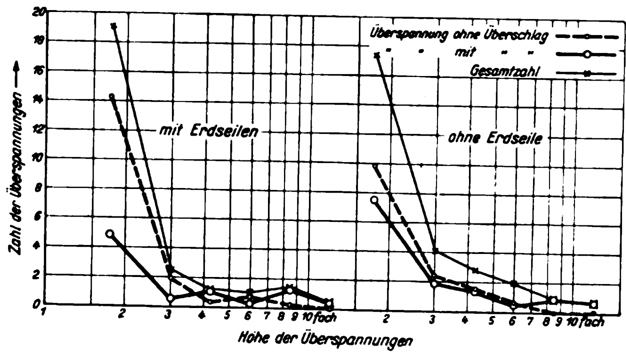


Abb. 4. Zahl der Überspannungen im Betriebsjahr und Beobachtungsstelle in Abhängigkeit von der Höhe der Überspannungen (bezogen auf den Scheitelwert der Betriebs-Phasenspannung).

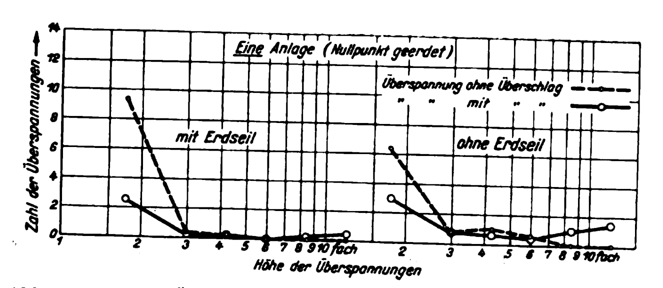


Abb. 5. Zahl der Überspannungen im Betriebsjahr und Beobachtungsstelle in Abhängigkeit von der Höhe der Überspannungen (bezogen auf den Scheitelwert der Betriebs-Phasenspannung) für eine nullpunktgeerdete Anlage, welche im Jahre 1925 ohne und im Jahre 1926 mit Erdseilschutz betrieben wurde.

Im Originalaufsatz sind die Meßergebnisse nur nach der prozentualen Verteilung der Überspannungen, abhängig von ihrer Höhe ausgewertet. Man kann aber auch noch einige weitere interessante Ergebnisse aus der Zusammenstellung herauslesen, welche insbesondere für den deutschen Standpunkt von Wert sind. Teilt man nämlich die Gesamtzahl der Anlagen in zwei Gruppen nach dem Kennzeichen des Vorhandenseins oder Fehlens von Erdseilen, so ergibt eine kurvenmäßige Zusammenstellung der aperiodischen Überspannungen die Abb. 4, woraus zu entnehmen ist, daß durch das Erdseil die hohen, zu Überschlägen ausartenden und daher gefährlichen Überspannungen auf solche geringerer, und zwar unschädlicher Größe herabgesetzt werden. Man erkennt nämlich, daß erstens die Zahl der Überschläge in Anlagen mit Erdseilen geringer ist als in solchen ohne Erdseile; die Zahl der nicht zum Überschlag führenden und harmlos verlaufenden Überspannungen muß naturgemäß bei Anlagen mit Erdseilen eine entsprechende Zunahme erfahren. Zweitens zeigen die Bilder, daß die Gesamtzahl der Überspannungen in Anlagen mit Erdseilen in dem Gebiet niederer Überspannungen höher ist als in den Anlagen ohne Erdseile, während es sich in dem Gebiet hoher Überspannungen umgekehrt verhält. Mit anderen Worten: Durch das Erdseil wird einmal eine bestimmte Anzahl von Überspannungen aus dem Gebiete hoher Werte in dasjenige niedriger Werte abgedrängt, sodann auch die absolute Gesamtzahl aller Überspannungen um einen geringen Prozentsatz heruntergesetzt. Außerdem darf man gemäß den Peekschen Versuchen den Schutzwert gegen unmittelbare Blitzschläge nicht außer acht lassen. In diesen Diagrammen sind die oszillatorischen Überspannungen nicht berücksichtigt, da aus den Klydonogrammen hervorgeht, daß sie sich meistens als Folgeerscheinung eines Überschlages einstellen und somit nicht ausgesprochen atmosphärischer Herkunft sind; zudem ist ihre Anzahl an sich sehr gering. Die gleiche Tendenz läßt Abb. 5 erkennen, welche sich auf eine Anlage bezieht, die während einer achtmonatigen Beobachtungszeit ohne Blitzseil betrieben und später nach Verlegung eines Erdseiles nochmals 8½ Monate beobachtet wurde. Nach Angabe des Verfassers waren die atmosphärischen Verhältnisse in den beiden Beobachtungszeiten schätzungsweise dieselben, während die Genauigkeit der klydonographischen Aufzeichnungen im zweiten Falle infolge Verbesserung der Meßeinrichtungen etwas höher einzuschätzen ist. Beide Bildergruppen sprechen eindringlich für die Verwendung bzw. die Verstärkung des Erdseilschutzes vor den Stationen, da an diesen Stellen besonderer Wert auf die Herabsetzung von Überspannungen zu legen ist.

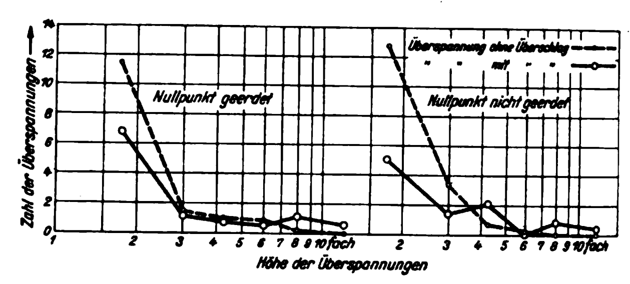


Abb. 6. Zahl der Überspannungen im Betriebsjahr und Beobachtungsstelle in Abhängigkeit von der Höhe der Überspannungen (bezogen auf den Scheitelwert der Betriebs-Phasenspannung).

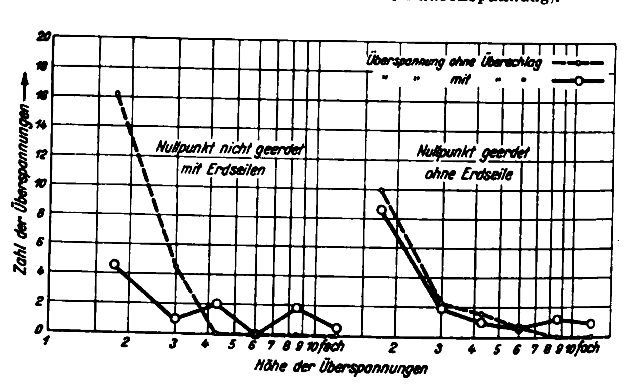


Abb. 7. Zahl der Überspannungen im Betriebsjahr und Beobachtungsstelle in Abhängigkeit von der Höhe der Überspannungen (bezogen auf den Scheitelwert der Betriebs-Phasenspannung).

Noch nach einem zweiten und in Anlehnung an die einführenden Betrachtungen dieses Berichtes für uns besonders wichtigen Gesichtspunkt läßt sich die gegebene Aufstellung zergliedern, nämlich nach Anlagen mit freiem und fest geerdetem Nullpunkt. Unter der letzten Gruppe wurden auch solche Anlagen eingeordnet, deren Nullpunkte über Widerstand, jedoch nicht mehr als 100 Ω geerdet sind. Das kurvenmäßige Ergebnis dieser Zergliederung ist Abb. 6, aus der hervorgeht, daß die Art der Erdverbindung des Nullpunktes auf die Gesamtzahl der Überspannungen offenbar wenig Einfluß hat, was durchaus verständlich ist, wenn man bedenkt, daß die Entladungen der Wolken auf die Nullpunktschaltung von Freileitungsanlagen keine Rücksicht nehmen und daß daher zunächst die übertragene Spannung in voller Höhe wirksam wird. Eine Unterscheidung nach harmlos verlaufenen Überspannungen und solchen, welche Überschläge zeitigten, spricht zugunsten des freien Nullpunktes.

In der Abb. 4 sind die Anlagen lediglich nach dem Gesichtspunkt des Vorhandenseins oder Fehlens von Erdseilen getrennt, ohne Rücksicht auf die Erdverbindung des Nullpunktes, so daß in jeder der beiden Kurvenscharen sowohl geerdete als auch ungeerdete Anlagen enthalten

sind. Entsprechendes gilt für Abb. 6. Ersichtlich erfährt das Ergebnis hierdurch eine Beeinflussung in der einen oder anderen Richtung. Um diese auszuschalten, sind für die Abb. 7 nur solche Anlagen verwertet, welche einerseits mit Erdseilen ausgerüstet und deren Nullpunkte nicht geerdet sind, anderseits solche, die mit fester Nullpunkterdung ohne Erdseilschutz fahren. Die Unterschiede im Überspannungsverhalten sind hier am deutlichsten und anschaulichsten zu erkennen.

Wurden seinerzeit in Danzig Versuche mit geerdeten und ungeerdeten Anlagen von allen Seiten lebhaft begrüßt, so dürfte nunmehr in Gestalt dieser amerikanischen Untersuchungen ein umfangreiches Erfahrungsmaterial vorliegen, auf Grund dessen man einen bedeutsamen Einblick in die in Betracht kommenden Erscheinungen und Verhältnisse gewinnt. Zieht man die Schlußfolgerungen aus diesem Erfahrungsmaterial, so kommt man zu dem Ergebnis, daß wir in Deutschland auf dem richtigen Wege sind, wenn wir die bisher übliche Betriebsweise mit freiem Nullpunkt beibehalten. Diese Erkenntnis beginnt sich offenbar auch in anderen Ländern durchzusetzen, ist man doch namentlich in einigen nordischen Ländern, welche anfangs der amerikanischen Praxis folgten, dazu übergegangen, die Nullpunkterdung oft unter kostspieliger Steigerung der Isolationsfestigkeit der Anlagen zu verlassen. Daß auch in Amerika die starre Nullpunkterdung nicht so allgemein angewandt wird, wie man auf Grund amerikanischer Berichte oft anzunehmen geneigt ist, beweist die genannte Statistik, gemäß welcher von 27 untersuchten Anlagen 9 mit freiem Nullpunkt betrieben werden, darunter zwei mit einer Betriebspannung von 140 kV bei einer Gesamtlänge von 670 km.

Als wirksamer und vorbeugender Überspannungschutz sind außer einer hohen Isolationsfestigkeit vor allem Erdseile unter gleichzeitiger Anwendung von Mastkonstruktionen mit möglichst niedrigen Leiterhöhen anzusehen, also solche, bei denen die Leiter in wagerechter Lage nebeneinander angeordnet sind. Etwaige unvermeidliche Überschläge und Lichtbogen werden durch Erdschlußspulen augenblicklich gelöscht, ehe sie Zeit finden, auf andere gesunde Teile der Anlage überzuspringen und wirkliche Schäden und Störungen herbeizuführen.

Die Bestimmung der Trocknungs- und Tränkzeiten bei der Herstellung von Höchstspannungskabeln.

Von Dr. **P. Junius**, Hannover.

Übersicht. **Die Herstellung von Höchstspannungskabeln ist bisher schwierig und unrationell gewesen. Denn eine einwandfreie Methode, den Herstellungsprozeß exakt zu verfolgen, war noch nicht bekannt. Nachstehend wird ein Verfahren erläutert, das gestattet, mittels elektrischer Messungen den jeweiligen Zustand des Kabels während der Trocknung und Tränkung genau zu erfassen und den Herstellungsverlauf zu leiten.**

Die Entwicklung der Höchstspannungs-Kabeltechnik wird davon abhängen, in welchem Maße es gelingen wird, wissenschaftliche Sorgfalt in das Herstellungsverfahren hineinzutragen. Denn die Durchschlagfestigkeit des Kabels ist lediglich eine Angelegenheit der Exaktheit; handelt es sich doch darum, Feuchtigkeit und Luft aus dem Kabel bis auf den letzten Rest zu entfernen und die Öldurchtränkung der Papierisolation bis zur völligen Sättigung durchzuführen. Nach den bekannten Verfahren wird ein Höchstspannungskabel in der Weise hergestellt, daß man die Kabelseele nach Auflegen der Papierisolation in einem Kessel trocknet und dann heißes Kabelisolieröl einströmen läßt. Man kontrolliert das Verfahren, indem man neben der selbstverständlichen Überwachung der Temperatur und des Vakuums beobachtet, wie beim Trockenprozeß der an den Schaugläsern kondensierte Wasserdampf allmählich verschwindet, und wie beim Tränkverfahren die Oberfläche der Imprägnierflüssigkeit spiegelklar und blasenfrei wird[1]. Das Kabel wird dann nach seiner Fertigstellung untersucht. Ergibt sich dabei auf Grund von Durchschlagversuchen und Verlustmessungen, daß das Kabel eine zu geringe elektrische Festigkeit oder einen zu großen Verlustfaktor besitzt, so untersucht man die getränkten Papierschichten auf Fabrikationsfehler: zu geringe Imprägnierung oder Übertrocknung.

Die nachträgliche Untersuchung kann auf die Güte des Kabels nur noch einen bedingten Einfluß haben. Freilich sucht man ihre Erfahrungen bei der nächsten Gelegenheit nutzbar zu machen. Doch gelingt das naturgemäß nur in beschränktem Grade, weil man die Rohstoffe niemals in gleichmäßiger Qualität erhalten kann. Aus diesem Grunde gestaltet sich die Herstellung von Höchstspannungskabeln noch kostspielig und unsicher. Denn die optimalen Trocknungs- und Tränkzeiten werden erst an Probekabeln ermittelt, deren elektrische Eigenschaften auf Grund von Durchschlagversuchen und Verlustmessungen festzustellen sind, ehe man die eigentliche Fabrikation aufnehmen kann. Überdies ergibt dieser kostspielige Umweg keineswegs eine unbedingte Gewähr für ein befriedigendes Ergebnis.

Diesen Schwierigkeiten könnte man grundsätzlich begegnen, wenn es möglich wäre, sich dauernd während der Behandlung über den Zustand des Kabels zu unterrichten. In der Tat liegt hier das akute Problem der Höchstspannungs-Kabeltechnik. Der Verfasser hat bei seinen Arbeiten im Dienste der Hackethal Draht- und Kabelwerke einen Weg zu seiner Lösung gefunden und ein Verfahren entwickelt, das den Verlauf der Trocknung und Imprägnierung in exakter Weise zu überwachen gestattet, und das von vornherein ein zuverlässiges Bild über die Güte des Kabels liefert. Es beruht auf folgender Überlegung: Der Zustand des Kabels ist während dessen Trocknung und

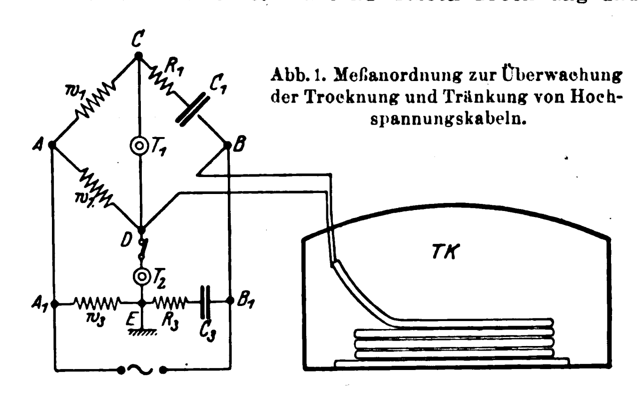


Abb. 1. Meßanordnung zur Überwachung der Trocknung und Tränkung von Hochspannungskabeln.

Tränkung bis zur völligen Durchtränkung der Papierschichten einer dauernden Veränderung unterworfen. Die Papierschichten geben während der Trocknung beständig Wasser ab. Infolgedessen verringert sich der Verlustfaktor des Dielektrikums. Während der Imprägnierung nimmt das Papier Öl bis zu einem ganz bestimmten Maße auf. Die Dielektrizitäts-„Konstante", die für gewöhnliches Papier $1,8 \div 2,6$ und für getränktes Papier $3,4 \div 4,3$ beträgt, steigt daher bis zu einem ganz bestimmten Werte an, und zwar nur so lange, als die Papierschichten noch nicht restlos durchtränkt sind. Die Veränderung des Verlustfaktors und der Dielektrizitätskonstanten läßt sich genau durch elektrische Messungen verfolgen und gibt also ein genaues Maß für die Zustandsänderungen des Kabels. Natürlich müssen die üblichen Voraussetzungen erfüllt sein, daß die äußeren Bedingungen, unter denen das Kabel sich befindet, konstant bleiben, d. h. die Temperatur und das Vakuum dürfen nicht zu großen Schwankungen unterliegen, und die Messungen müssen bei geschlossenem Kessel vorgenommen werden. Das läßt sich wie bisher ohne Schwierigkeit erreichen, denn die Konstanz der Temperatur und des Vakuums werden ja ständig überwacht, und es macht keine Mühe, eine Meßleitung vakuumdicht in den Kessel einzuführen.

Die Messungen selbst werden mit Rücksicht auf eine möglichst große Genauigkeit vorteilhaft an der von

[1] Vgl. z. B. Klein, ETZ 1913, S. 850 u. 874.



K. W. Wagner angegebenen Brücke ausgeführt, und zwar mit mittelfrequentem Wechselstrom ($\omega = 5000$), wie er zu den Messungen an Schwachstromkabeln benutzt wird. Gleichstrommessungen hätten keinen Zweck; in Anbetracht der hohen Isolationswerte würden sie kein brauchbares Ergebnis liefern. Die Abb. 1 zeigt schematisch die Meßanordnung. Das in dem Tränkkessel *TK* befindliche Kabel ist durch Zuleitungen mit der Wagnerschen Brücke verbunden. Es kann an dieser Stelle wohl von einer eingehenden Erläuterung der Brückenanordnung abgesehen werden, denn sie hat wiederholt in dieser Zeitschrift den Gegenstand ausführlicher Erörterungen gebildet[2]. Wir möchten nur beiläufig erwähnen, daß brauchbare Resultate davon abhängen, wieweit man die sonst bei der Benutzung der Wagnerschen Brücke üblichen Maßnahmen, wie Schutzbespinnung der Zuleitungen und Schutzerdung der Apparate, berücksichtigt. Hierzu gehört außerdem eine ausreichende Isolierung des Meßobjektes gegen den Tränkkessel, wenn, wie im Falle eines Höchstädter-Kabels, der äußere Metallbelag der Adern mit dem Brückenpunkt *D* verbunden wird. Sonst könnte der Brückenpunkt *D* nicht mittels des Hilfszweiges A_1B_1 auf Erdpotential gebracht werden, da er durch den Tränkkessel schon an Erde liegen würde. Wir haben zum Zwecke der Isolierung die Wandung und den Boden des Tellers, in den das Kabel eingelegt wird, mit Holzrosten bedeckt. Sie reichen für eine genügende Isolierung des Kabels gegen Erde völlig aus.

Die Brückenmessungen ergeben bei Stromlosigkeit in beiden Telephonzweigen den Verlustfaktor des Kabels aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \delta = R_1 \, \omega \, C_1,$$

wenn die Widerstände w_1 und w_2 einander gleich sind. Die jeweiligen Werte der Kapazität *C* geben für den Fall der Stromlosigkeit in den Telephonzweigen die Werte der Kapazität des Kabels, sie zeigen also die Änderungen der Dielektrizitätskonstanten an.

Messungen bei der Herstellung von Probekabeln lieferten recht befriedigende Ergebnisse. Sie wurden im Betriebe erstmalig bei der Herstellung von rd. 850 m langen 30 000 V-Dreileiterkabeln ausgeführt. Die Abb. 2 bis 4 zeigen den Verlauf einiger dabei erhaltener Kurven. Die Temperatur und der Luftdruck im Kessel waren konstant. Abb. 2 stellt allgemein die auf Grund unserer Meßmethode

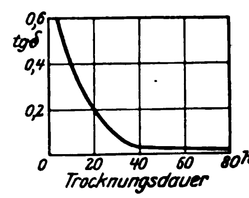


Abb. 2. Verlustfaktor, abhängig von Trocknungsdauer.

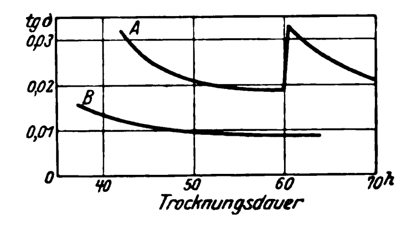


Abb. 3. Verlustfaktor bei Beendigung der Trocknung.

zu beobachtende Abhängigkeit des Verlustfaktors von der Dauer der Trocknung dar. Man erkennt den außerordentlichen Einfluß der im Papier enthaltenen Feuchtigkeit auf die Höhe des Verlustfaktors. Dieser ist von dem Wert 0,600 bis auf den Wert 0,008 gesunken. Der letzte, hauptsächlich interessierende Teil der in Abb. 2 wiedergegebenen Kurve, der das Zeitintervall der letzten 30 h umfaßt, ist in Abb. 3 in anderem Maßstabe wiederholt. Die Kurven *A* und *B* gehören zwei zu verschiedenen Zeiten hergestellten Kabeln an. Die Kurve *A* ist als Erfahrungsbeispiel besonders bemerkenswert, denn der Knick ließ uns, da Temperaturänderung nicht in Frage kam, einwandfrei darauf schließen, daß in das Kabel feuchte Luft eingedrungen sein mußte. Der Wärter gab schließlich zu, daß er tatsächlich den Deckel geöffnet hatte, um ein vergessenes Maximalthermometer in den Kessel einzulegen. Also lehrt der Verlauf der Kurve, daß man die durch äußere Einflüsse hervorgerufenen Zustandsänderungen kontrollieren kann. Außerdem geht aus der Kurve hervor, daß bei der kurzen Öffnung des Deckels das Kabel so viel Feuchtigkeit aufgenommen hat, daß es selbst nach zehnstündiger Trocknung den ursprünglichen Zustand noch nicht wieder erreicht hat. Man könnte hiergegen allerdings einwenden, daß die starke Änderung der Kurve auf die durch die einströmende Luft hervorgerufene Abkühlung zurückzuführen sei. Dieser Einwand würde aber allen bisher gesammelten Erfahrungen widerstreiten. Denn diese besagen, daß der Verlustfaktor eines Dielektrikums mit steigender Temperatur in dem hier in Betracht kommenden Temperaturintervall zunimmt. Und beim Einströmen der Luft in den Kessel hat die Temperatur des Kabels sicherlich nicht zugenommen.

Die Kurve *B* gibt die tg δ-Kurve bei ungestörtem Verlauf der Trocknung wieder. Beide Kurven sind insofern noch beachtenswert, als sie zeigen, wie verschieden der Feuchtigkeitsgehalt sein kann. Das Kabel *A* enthält nämlich viel mehr Feuchtigkeit als das Kabel *B*. Das geht daraus hervor, daß die entsprechenden Werte des tg δ im Falle *A* höher liegen als im Falle *B*. Nach den Beobachtungen im Betriebe hätte man zu der irrigen Annahme verführt werden können, daß das Kabel schärfer getrocknet worden sei als im Falle *B*. Denn die in der Vakuumleitung aufgefangene Wassermenge war im Falle *A* um rd. 15 l größer. Man erkennt an diesem Beispiel, daß es geradezu falsch gewesen wäre, die aufgefangene Wassermenge zum Maßstab für die Trocknung zu machen. Denn die Papiere können ja je nach der äußeren Luftfeuchtigkeit mehr oder weniger Wasser aufnehmen. Da die Durchschlagfestigkeit eines Kabels mit von der Trocknung abhängt, so wird man einen Vergleich der Qualitäten verschiedener Kabel mit Erfolg nur dann anstellen können, wenn man sich über den jeweiligen durch die tg δ-Messung bestimmten Trocknungsgrad unterrichtet hat. Der oben beschriebene Fall dürfte besonders glücklich vor Augen führen, wie wichtig es für eine systematische Weiterentwicklung der Höchstspannungskabel sein wird, den Verlauf des Herstellungsprozesses durch exakte Messungen zu verfolgen.

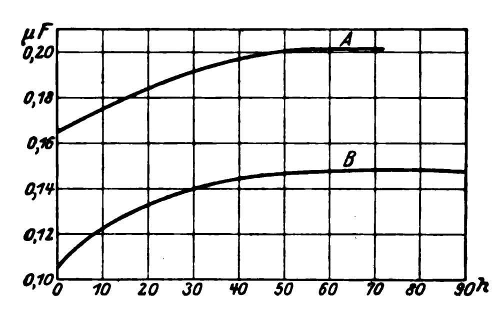


Abb. 4. Kapazitätszunahme des Kabels während der Tränkung.

Abb. 4 gibt die Kapazitätszunahme des Kabels im Verlauf des Tränkprozesses wieder. Die Kapazitätswerte steigen bis zu einem ganz bestimmten Punkte an und bleiben dann konstant. Von diesem Zeitpunkt an nehmen die Papierschichten bei der bestimmten Temperatur kein Öl mehr auf. Es wäre also zwecklos, die Imprägnierung durch längeres Kochen in Öl weitertreiben zu wollen. Es wäre nun falsch, zu schließen, daß das Kabel ohne Abkühlung aus dem Öl herausgenommen werden darf. Denn auch während der Abkühlung erfährt der Zustand des Kabels durchaus beachtenswerte, durch unser Verfahren kontrollierbare Änderungen.

Was man von dem neuen, zum Patent angemeldeten Verfahren zu erwarten hat, läßt sich abschließend dahin zusammenfassen, daß es geeignet ist, die Qualität und Festigkeit der Kabel für höchste Spanungen zu steigern, und daß es überdies eine rationelle Fabrikation sichert, weil es die bisherigen, unsicher tastenden und daher kostspieligen Versuche überflüssig macht.

Beleuchtung von Flugzeug-Landungsplätzen.

Von T. Spooner (Westinghouse Electric Co.) wird eine bereits erprobte selbsttätige Beleuchtung von Flugzeug-Landungsplätzen angegeben. Die Einrichtung nutzt das Surren des Propellers zur Betätigung von Lichtschaltern aus, indem das Geräusch von einem auf dem Landungsplatze aufgestellten Lautsprecher aufgenommen wird, dessen elektromagnetische Schwingungen das Gitter einer Elektronenröhre steuern. Der Anodenstrom wird in üblicher Weise verstärkt. In der zweiten Verstärkerstufe findet eine Abstimmung auf die Schwingungszahl des Propellergeräusches statt. Der auf das 18⁸fache verstärkte Anodenstrom betätigt ein Relais, in dessen sekundärem Stromkreise die Elektromagnete der Hauptschalter für die Scheinwerfer und anderen Lichtquellen des Flugplatzes liegen. Die Beleuchtungseinrichtungen können natürlich in beliebiger Weise angeordnet sein. Die Einrichtung reagierte auf die Flugzeuggeräusche schon bei einer Flugzeughöhe von etwa 350 m. *Lr.*



[2] K. W. Wagner, ETZ 1912, S. 635. — E. Fischer, Tel. und Fernspr. Techn. Bd. 10. — H. Jordan, ETZ 1922, S. 10. — J. Kühle, ETZ 1922, S. 1205. — K. Küpfmüller u. P. Thomas, ETZ 1922, S. 461.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das Vermuntwerk und das Lünerseewerk in Vorarlberg. — Der erste Teil der großen 220 kV-Leitung vom Goldenbergwerk nach Vorarlberg ist bis Mannheim fertiggestellt, der zweite Teil von Mannheim über Stuttgart nach den Anlagen der Vorarlberger Illwerke G. m. b. H., dem Lünersee- und Vermuntwerk, ist im Bau und soll zur selben Zeit wie die beiden Kraftwerke dem Betrieb übergeben werden. Da dieser Zeitpunkt nicht mehr fern ist, dürfte es für die deutsche Fachwelt von Interesse sein, Genaueres über die hier ihrer Vollendung entgegengehenden Wasserkraftanlagen zu erfahren.

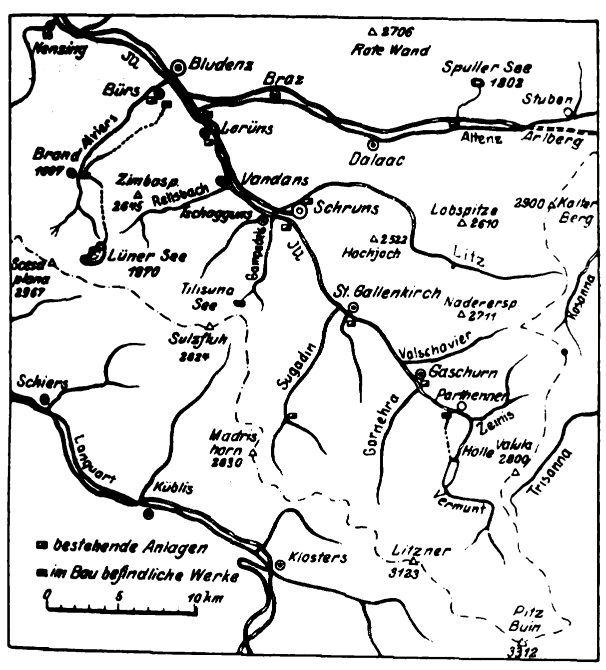


Abb. 1. Der Oberlauf der Ill.

Das Vermuntwerk liegt oberhalb der Ortschaft Parthennen im hinteren Montafon und nutzt die Wasserkräfte des Vermuntbaches aus (Abb. 1). Dessen Einzugsgebiet mißt rd. 57 km² und ist größtenteils von Gletschern bedeckt, so daß die maximale Wasserführung zur Gletscherschmelze im Sommer auftritt. In 1740 m ü. M. wird direkt auf dem anstehenden und völlig wasserundurchlässigen Gneis eine Staumauer errichtet und dadurch im Vermunttal ein Staubecken von rd. 100 000 m³ gebildet (Abb. 2). Am Ende der Staumauer beginnt der 2,5 km lange Druckstollen mit 2,7 m Dmr., welcher zum Wasserschloß auf der anderen Seite des Berges führt. Von hier aus fällt das Wasser in zwei Druckrohren, die 1,4 km lang sind und, entsprechend einer Betriebswassermenge von 15 m³/s, 1,75 bis 1,35 m Dmr. besitzen, zum Vermuntkraftwerk in der Nähe von Parthennen hinab. Bei einem Rohgefälle von 714 m erzeugen die vier Maschinensätze von je 19 000 kW (insgesamt 76 000 kW) jährlich 130 Mill. kWh. Für die recht umfangreichen Bauarbeiten wurde in Fortsetzung der Montafoner Bahn eine rd. 19 km lange Schmalspurbahn von Schruns nach Parthennen erstellt. Eine leistungsfähige Seilbahn führt von der Endstation über eine Winkelstation bis zur Staumauer hinauf.

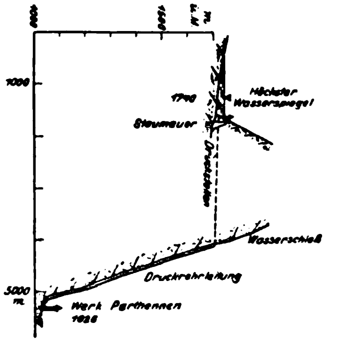


Abb. 2. Vermuntwerk, Längenprofil.

Die größtenteils im Sommer anfallende Kraft des Vermuntwerkes erhält eine wertvolle Ergänzung durch das nur etwa 35 km entfernt liegende Lünerseewerk (Abb. 1), für das zwei Projekte, ein einstufiger und ein zweistufiger Ausbau, vorgesehen sind. Besonderes Interesse verdient der letztere.

Der Lünersee, in 1940 m Höhe ü. M. gelegen, besitzt eine Oberfläche von 1,1 km² und faßt 51 Mill. m³ Wasser, von denen durch Absenkung des Seespiegels um 50 m 40 Mill. m³ für die Stromerzeugung nutzbar gemacht werden. Zur Ergänzung dieser Wassermengen innerhalb eines Jahres reichte das nur 8,8 km² umfassende Einzugsgebiet des Lünersees nicht aus. Daher sollen zunächst die Schmelzwasser des oberhalb vom Lünersee gelegenen und nur durch einen Berg von ihm getrennten Brandner Ferners (Abb. 3) in einem 1,5 km langen und 2400 m ü. M.

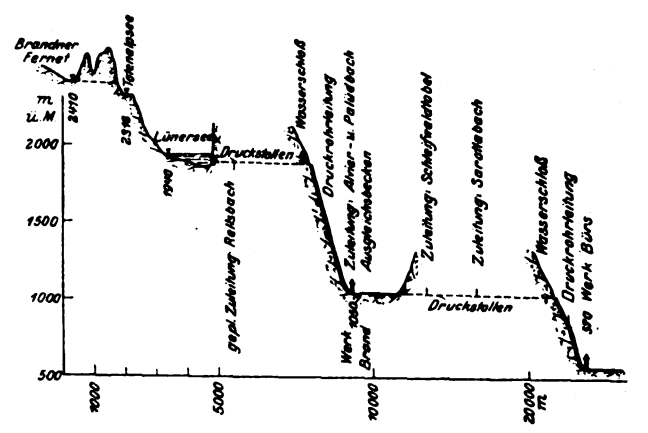


Abb. 3. Lünerseewerk, Längenprofil des Zweistufenprojektes.

liegenden Stollen dem Lünersee zugeleitet werden. 50 m unterhalb des normalen Wasserspiegels beginnt an der Nordwand des Sees ein 4 km langer Druckstollen, in welchen die Wasser des Rellsbaches über eine Pumpenanlage von 480 m Förderhöhe zur Verstärkung der Gesamtwassermenge direkt eingeführt werden. Vom Wasserschloß auf der anderen Seite der Nordwand fällt die 1,4 km lange und für eine Wasserführung von 10 m³/s bemessene Druckrohrleitung zum Kraftwerk bei der Ortschaft Brand hinab, dessen installierte Leitung 63 000 kW beträgt. Aus dem Rohgefälle dieser ersten Stufe von rd. 890 m lassen sich jährlich 52 Mill. kWh, und zwar in 850 Betriebstunden während der Winterszeit, erzeugen. Unmittelbar neben dem Kraftwerk Brand ist ein Tagesausgleichsbecken vorgesehen, in das die Wasser des Alvierbaches und des Palüdbaches einmünden.

Sodann folgt die zweite Stufe, deren 5,2 km langer Druckstollen zunächst die Wasser des Schleifwaldtobelbaches, der vorher mittels eines Dükers unter dem Alvierbach hindurchgeführt wurde, und des Sarotlabaches aufnimmt. Daran schließt sich die 1 km lange Hangrohrleitung an, welche, für eine Wasserführung von 12 m³/s vorgesehen, zum Kraftwerk Bürs hinunterführt. Ein Rohgefälle von 480 m ermöglicht hier bei einer Maschinenleistung von 40 000 kW rd. 75 Mill. kWh jährlich zu erzeugen.

Beide Werke, das Vermunt- und das Lünerseewerk, werden also jährlich etwa 257 Mill. kWh produzieren, wovon ungefähr die Hälfte auf die Wintermonate entfällt. Im Jahre 1926 wurden bereits, auf den Kopf des Einwohners gerechnet, in Vorarlberg 550 kWh erzeugt. Nach Inbetriebnahme der beiden hier beschriebenen Anlagen erhöht sich diese Zahl auf 2000 kWh. Der überwiegende Teil dieser neuanfallenden Energiemengen wird auf der 220 kV-Leitung nach Württemberg ausgeführt und wird den mit der Jahreszeit stark schwankenden Leistungen der württembergischen Wasserkraftwerke einen wertvollen Ausgleich bieten können. (Anton Fürst, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 774.) *De.*

Zur Frage der Mehrfachtarife. — Einen bemerkenswerten Fingerzeig gibt R. Krutina, Zug (Schweiz), für die jüngste Entwicklung des elektrischen Tarif-



wesens auch in Deutschland, indem er als Zählerfachmann auf die Nachteile hinweist, welche in bezug auf die Meß- und Verrechnungsfrage aus einer Überspannung des Mehrfachtarifprinzipes erwachsen. Krutina trennt die Mehrfachtarife in solche, die nach dem Verwendungszweck, in solche, die nach der Verwendungszeit, und schließlich in solche, die nach beiden Gesichtspunkten unterscheiden. Für die erste Gruppe kommt entweder Messung mittels gesonderter Zähler oder mittels Anzapfzähler in Frage. Anzapfzähler sind dadurch gekennzeichnet, daß z. B. der Lichtstrom alle Windungen der Stromspule, der Kraft- oder Wärmestrom aber nur einen bestimmten Teil derselben durchfließt. Das gemeinsame Zählwerk zeigt einen komplexen Verbrauchswert, nicht den tatsächlichen Verbrauch in gesetzlichen Einheiten, an, der mit dem Lichtpreis in Rechnung zu stellen ist. Zur Unterscheidung nach Verwendungszeit hält Krutina Doppel- oder Dreifachtarifzähler mit Zählwerkumschaltung (Kuppelungstrieb) durch eine Uhr für zweckmäßiger als Teiltarifzähler, die jedoch ebenfalls in der Schweiz in gewissem Umfange benutzt zu werden scheinen[1]. Mit Teiltarifzählern bezeichnet Krutina Zähler, welche je nach der an einer Schaltuhr eingestellten Tageszeit innerhalb einer immer gleichbleibenden Periode von beispielsweise 100 s nur eine bestimmte Teilzeit, also etwa stets 10 oder 20 oder 50 s lang und allein während der Geltungsdauer des höchsten Tarifes (Lichtspitze) ununterbrochen auf das für die Verrechnung maßgebende Zählwerk arbeiten. Die Lücken können entweder durch Abschaltung der Spannung oder durch Schwenkung auf ein zweites Zählwerk, beides mittels der Schaltuhr, erzeugt werden. Das im ersteren Falle durch Stromvor- bzw. -rücktrieb des Zählers jedesmal nach Unterbrechung der Spannung stattfindende Nach- bzw. Rücklaufen der Triebscheibe bis in die Hemmstellung kann besonders bei kleinerer Last hohe prozentuale Meßfehler bewirken, weshalb die zweite Anordnung trotz der höheren Anschaffungskosten entschieden vorzuziehen ist, zumal man dabei auf beiden Zählwerken in Summe den tatsächlichen Verbrauch mißt und den unleugbaren Nachteil der Messung nur einer komplexen Größe vermeidet, wodurch eine wirtschaftliche Überwachung überhaupt erst ermöglicht wird. Der am Hauptzählwerk abgelesene komplexe Verbrauchswert ist mit dem höchsten Tarifpreise (Lichtpreis) in Rechnung zu stellen. Trotz genauester Arbeitsweise des Teiltarifzählers hängt es ganz von der Stetigkeit der Belastung ab, inwieweit der wirkliche Verbrauch durch die Verrechnung erfaßt wird; im allgemeinen werden sich die nicht berücksichtigten Belastungstäler gegen die nicht berücksichtigten Belastungsspitzen nicht genau ausgleichen.

Mit der Unterscheidung nach der Verwendungszeit wird insofern ohne weiteres auch eine gewisse Unterscheidung nach dem Verwendungszweck erzielt, als während der Zeit des höchsten Tarifes in der Regel nur Lichtstrom verbraucht wird. Der Hinweis erscheint angebracht, daß vom Standpunkt der Gestehungskosten aus eine Unterscheidung nach Verwendungszweck überhaupt nur durch eine damit von selbst erzielte Unterscheidung nach Verwendungszeit gerechtfertigt ist. Ermöglicht der Teiltarifzähler ohne Unterschied in den Anschaffungskosten eine nahezu unbegrenzte Unterteilung des Tages in Tarifabschnitte mit verschiedener Preishöhe lediglich durch entsprechende Einstellung der Schaltuhr, während der Mehrfachtarifzähler mit Zählwerkumschaltung durch Hinzufügung jedes neuen Zählwerks teurer wird und überhaupt nur eine sehr beschränkte Zahl von Zählwerken fassen kann, so ist der Teiltarifzähler eben doch gegenüber dem Mehrfachtarifzähler mit Zählwerkumschaltung durch die oben angedeuteten Mängel im Nachteil. Hieraus wird die Folgerung gezogen, daß man sich zugunsten der Verwendung von Zählern mit Zählwerkumschaltung in der Anzahl der Tarifstaffeln Beschränkung auferlegen möchte. Daß drei verschiedene Staffeln, nämlich für die Lichtspitze, die Tageshauptbelastungszeit und die Nachtzeit einschließlich Mittagsabsenkung, auch den tarifpolitischen Anforderungen in der Regel voll genügen, wird begründet. Für deutsche Verhältnisse kann wohl in allen Fällen, wo es sich nicht um Werke mit ausgesprochener Lichtspitze handelt, auch der Doppeltarif als ausreichend bezeichnet werden. Hiermit soll nicht der Berücksichtigung der Benutzungsdauer vorgegriffen werden, die auf jeden Fall — sei es durch Verrechnung eines Leistungspreises (einer Grundgebühr) oder durch entsprechende Staffelung des Durchschnittspreises — im Vordergrund der Tarifgestaltung auch für Kleinabnehmer stehen muß. Von diesem Standpunkt aus hätte allerdings Krutina nicht zu dem Urteil kommen können, daß Doppeltarif mindestens Anwendung zu finden habe; denn der Arbeitspreis bei Gebührentarifen kann auch während der Hauptbelastung u. U. so niedrig sein, daß sich eine weitere Ermäßigung für die Freizeit erübrigt. (R. Krutina, Bull. SEV Bd. 16, S. 451.) *Rl.*

[1] L'Industrie électrique 1925, H. 20, Elektrizitätswerk Neufchâtel.

Elektromaschinenbau.

Berechnung des elektrischen Feldes in Hochspannungstransformatoren. — Beim Entwurf von Transformatoren und Apparaten für sehr hohe Spannungen wird man oft vor die Aufgabe gestellt, das elektrische Feld im Inneren derselben zu berechnen. Gewöhnlich handelt es sich darum, die elektrische Feldstärke an einigen wichtigen Stellen anzugeben, um die Beanspruchung des Öles festzustellen. Die konforme Abbildung gibt uns nun ein Mittel an die Hand, diese Aufgabe auf die Berechnung des Feldes eines Plattenkondensators, der sich beiderseits ins Unendliche erstreckt, zurückzuführen. Die Feldstärke berechnet sich dann einfach mit $\frac{E}{d}$, wenn E die Spannungsdifferenz und d der Abstand der Belegungen des Kondensators sind. Betrachtet man den Bereich eines elektrischen Feldes, der zunächst beliebig begrenzt sei, und der an zwei Stellen der Berandung

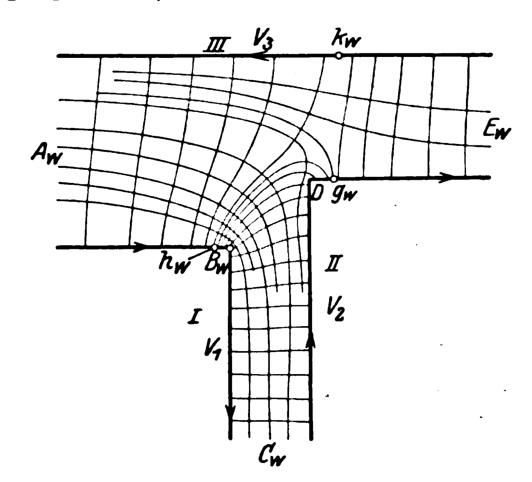


Abb. 4. Transformatorbereich mit 3 verschiedenen Randpotentialen.

leitende Belegungen mit den Potentialen 0 und V besitzt, so ersieht man aus dem Vergleiche mit dem erwähnten Plattenkondensator, daß in beiden Fällen die Kraft- und Niveaulinien senkrecht zueinander verlaufen. Durch eine geeignete Transformation kann man nun den betrachteten Bereich in den Bereich dieses Plattenkondensators überführen, so daß diese Eigenschaft gewahrt bleibt. Diese Aufgabe leistet die konforme oder winkeltreue Abbildung und stellt somit einen besonderen Fall einer Transformation dar. Die Abbildung des gegebenen Bereiches auf den Bereich des Plattenkondensators erfolgt in zwei aufeinanderfolgenden Schritten: Zunächst bildet die analytische Funktion $w(z)$ den Bereich w auf die obere Halbebene z ab. Dann erfolgt die Transformation der oberen Halbebene auf den Bereich des Kondensators (ζ). Bei Transformatoren ist nun der gegebene Bereich geradlinig begrenzt. Die Abbildungsfunktion von polygonalen Bereichen ist durch das Integral

$$w = \int \frac{C_1\,d z}{(z - x_1)^{\gamma_1}(z - x_2)^{\gamma_2}(\,.\,.\,.\,)} + C_2$$

(Formel von Schwarz) gegeben. $x_1, x_2, \ldots$ sind Punkte auf der reellen z-Achse, die den Ecken des Polygons entsprechen, $\gamma_1, \gamma_2 \ldots$ sind die Winkel, um welche man eine Polygonseite drehen muß, um in die Richtung der nächst folgenden zu gelangen; schließlich sind C_1 und C_2 Integrationskonstante, die sich aus der Größe und Lage des Polygons ergeben. Über die Anwendung dieser Formel sei auf die betreffende Literatur hingewiesen[1].

J. Labus geht nun einen Schritt weiter. Es werden Bereiche betrachtet, bei welchen Teile der Berandung von Leitern begrenzt sind (Potential längs derselben konstant), die nicht zwei, sondern mehreren Potentialen an-

[1] Dreyfus, Arch. El. Bd. 13, S. 123. — Weber, Arch. El. Bd. 17, S. 174.



gehören, wie z. B. der Bereich in Abb. 4 mit den drei Randpotentialen V_1, V_2 und V_3. Die Ränder *I*, *II* und *III* stellen zwei Wicklungen und den Mantel eines Transformators dar, wobei $V_1 > V_2$ und $V_3 = 0$ sein soll. Bewegt man sich längs des oberen Randes der Begrenzung *I* gegen die Ecke *B* hin, so bemerkt man zunächst, daß die von *I* ausgehenden Kraftlinien auf *III* enden. Im Punkte h_w findet jedoch ein Wechsel statt: die Kraftlinie jenseits dieses Punktes endet auf der Berandung *II*, und verfolgt man die übrigen Kraftlinien, die rechts von *h* und unterhalb der Ecke *B* die Wicklung *I* verlassen, so sieht man, daß sie alle nach *II* hin gerichtet sind. Es sieht also so aus, als ob sich in h_w ein Hindernis in den Weg der Kraftlinien gestellt hätte, das sie gegen den Rand *II* abschirmt. Ähnliches kann man beobachten, wenn man die Kraftlinien verfolgt, die von *II* oder *III* ausgehen. Mit Rücksicht auf diese Tatsache denke man sich nun im Bereiche des Plattenkondensators, auf welchen die Abbildung erfolgen soll, einen zu den Kondensatorplatten, welche die Abbildung der Ränder *I* und *III* sind, parallelen Leiter. Längs dieses Leiters muß man sich den Parallelstreifen bis zum Punkte g_ζ aufgeschnitten denken, so daß der Bereich in der ζ-Ebene durch den mit Pfeilen versehenen Linienzug umgrenzt ist (Abb. 5). Damit aber die Homogenität des Feldes durch die Anwesenheit des Leiters *II* nicht gestört wird, muß man ihn an diejenige Stelle bringen, in welcher das Potential des Kondensators vorher den Wert V_2 besessen hatte. Auf diese Weise läßt sich in jedem Punkte der ζ-Ebene die elektrische Feldstärke leicht angeben. Vergleicht man

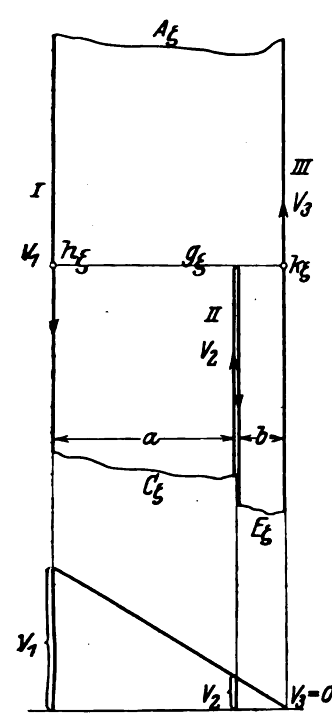


Abb. 5. Bereich des homogenen Feldes.

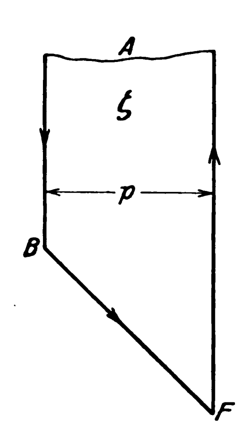


Abb. 7. Bereich des homogenen Feldes zu Abb. 3.

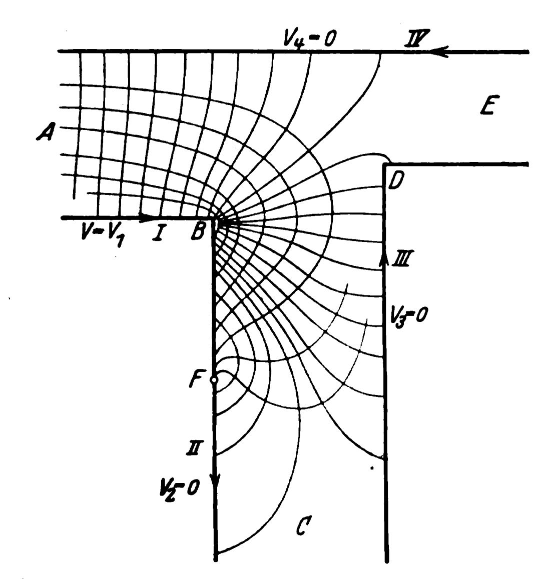


Abb. 6. Längs der Wicklung *BF* nimmt das Potential stetig ab.

die Abb. 4 und 5 miteinander, so erkennt man leicht, daß dem Bereiche $h_\zeta\, C_\zeta\, g_\zeta$ das elektrische Feld zwischen *I* und *II*, dem Bereiche $g_\zeta\, E_\zeta\, k_\zeta$ das Feld zwischen *II* und *III* und schließlich dem Bereiche $k_\zeta\, h_\zeta\, A_\zeta$ das Kraftlinienbild zwischen den Kanten *I* und *III* der Abb. 4 entspricht. Die Gerade $h_\zeta\, g_\zeta\, k_\zeta$ ist die Abbildung der drei Kraftlinien $h_w\, g_w$, $g_w\, h_w$ und $h_w\, k_w$ der w-Ebene. Die Rechnung wird so durchgeführt, daß man zunächst wie gewöhnlich den Bereich der w-Ebene (Abb. 4) auf die obere Halbebene abbildet. Dann erfolgt die Abbildung der oberen Halbebene auf den Bereich des Kondensators (Abb. 5). Der in Abb. 5 gezeichnete Bereich ist ein besonderer Fall eines Polygons, und die Transformation auf die obere Halbebene erfolgt daher ebenfalls mit Hilfe der Schwarzschen Formel. Diese Rechnung ist deswegen sehr einfach, weil alle γ die Werte ± 1 besitzen. Auf genau dieselbe Art kann man vorgehen, wenn die Berandung des gegebenen polygonalen Bereiches mehr als drei verschiedenen Potentialen angehört, welche längs Teilen derselben konstant sind. Die Möglichkeit der einfachen Lösung dieser Aufgabe ist aber dadurch begrenzt, daß man bei der Abbildung von komplizierten Bereichen auf die obere Halbebene mit Hilfe der Schwarzschen Gleichung Integrale erhält, die man in geschlossener Form nicht mehr lösen kann. In diesen Fällen muß man zu numerischen Methoden greifen.

Es wird noch der Fall untersucht, bei welchem das Potential längs einer Wicklung des Transformators von der Ecke *B* zum Punkte *F* abfällt, wie es auch eigentlich der Wirklichkeit entspricht. Abb. 6 stellt die Hoch- und Niederspannungswicklung sowie einen Teil des geerdeten Transformators dar. Die Hochspannungswicklung erstreckt sich zwischen *B* und *F*, wobei *B* das höhere Potential besitzt. Die Kraftlinien verlassen die Wicklung nicht mehr unter 90°, sondern sie besitzen eine Komponente parallel zur Wicklung, die durch die Kapazität zwischen den Windungen bedingt ist. Soll der Bereich des homogenen Feldes wieder geradlinig begrenzt sein, so muß man annehmen, daß die Kraftlinien unter demselben Winkel γ auf die Kante *BF* auftreffen. Dieser Bereich ist in Abb. 7 gezeichnet unter der Annahme, daß $V_2 = V_3 = V_4 = 0$. (J. Labus, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 82.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine handliche Meßbrücke zur Bestimmung von Induktivitäten und Kapazitäten. — Die experimentelle Bestimmung von Kapazitäten und Induktivitäten ist eine Aufgabe, die im Laboratorium und in der Praxis außerordentlich häufig vorkommt. Und zwar handelt es sich meistens um Messungen von geringerer Genauigkeit, wobei aber schnelle Ausführbarkeit wesentliche Bedingung ist. Für derartige Kapazitätsmessungen gibt es bereits eine Reihe kleiner, handlicher Brückenkonstruktionen, die von verschiedenen Firmen auf den Markt gebracht werden. Für analoge Messungen einer Selbst- oder Gegeninduktion fehlte bisher ein derartiger Apparat. Eine von Zickner beschriebene Meßanordnung gestattet es, in kürzester Zeit eine Selbstinduktion zwischen 10^4 cm und 10^8 cm zu messen. Die Messung macht nicht wesentlich mehr Schwierigkeit als eine Messung mit einer der gebräuchlichen Kapazitätsmeßbrücken und erreicht die gleiche relative Genauigkeit von etwa $1 \div 2$ %. Ferner gestattet derselbe Apparat auch die Messung von Kapazitäten von ungefähr 50 μμF an bis zu 1 μF. Durch Betätigung eines Umschalters läßt sich nämlich die Selbstinduktionsmeßbrücke in eine Kapazitätsmeßbrücke verwandeln.

Der Apparat ist eine Anwendung der bekannten Maxwellschen Brückenschaltung. Zwei einander gegenüberliegende Zweige enthalten nur Widerstände, während im dritten ein Drehkondensator mit parallel geschaltetem, im vierten die Spule mit in Reihe geschaltetem Widerstande liegt. Der Drehkondensator umfaßt einen Kapazitätsbereich von etwa $50 \div 1200$ μμF. Der Apparat besitzt vier Meßbereiche, von denen jeder einer der vier Dekaden zwischen 10^{-5} und 10^{-1} H entspricht. Als Wechselstrombrücke erfordert die Brücke die Erfüllung zweier Bedingungen. Die eine wird durch Einstellung des Drehkondensators, die andere durch Abgleichung des ihm parallel geschalteten Widerstandes erfüllt. Da man aber betriebsichere, kontinuierlich veränderliche Hochohmwiderstände nicht besitzt, so ist ein stufenweise veränderlicher Widerstand verwandt, mit welchem grob eingestellt wird. Die Feineinstellung geschieht alsdann mit dem kleinen Widerstand im Selbstinduktionszweige, wel-

cher seinerseits noch mit einer besonderen Feinregelung versehen ist. Man hat daher abwechselnd den Kondensatorgriff und den Widerstandsgriff zu betätigen, bis ein völliges Schweigen im Brückentelephon erreicht ist.

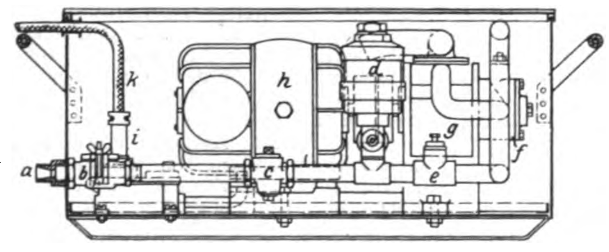
Bei der Berechnung und der experimentellen Prüfung des Apparates zeigte sich, daß man auf folgendes zu achten hat: Der Widerstand r im Kondensatorzweige muß praktisch völlig kapazitätsfrei sein, da er sonst die Einstellung des Kondensators fälscht. Der Widerstand im Induktionszweige muß möglichst selbstinduktionsfrei sein, da sich andernfalls seine Selbstinduktion l zu der der Spule addiert und mitgemessen wird. Bei kleinen zu messenden Selbstinduktionen muß infolgedessen gegebenenfalls eine Korrektion angebracht werden. Für die Widerstände in den übrigen Zweigen ergibt sich, daß ihre Zeitkonstanten Θ und Θ' in die Brückenbedingungen eingehen. Die Brückenhauptgleichung lautet:

$$L + l = R R' \left(C + \frac{\Theta + \Theta'}{r} \right).$$

Man hat also durch besondere Wickelungsverfahren die Zeitkonstanten dieser Widerstände so klein zu halten, daß die Korrektion $\frac{\Theta + \Theta'}{r}$ gegen C nicht in Frage kommt, was man auch dadurch begünstigen kann, daß man r nach Möglichkeit groß wählt. Dadurch erreicht man gleichzeitig eine kleine Korrektion l. — Der Apparat wird durch einen Summer erregt, welcher, da die Brücke einen hohen Widerstand darstellt, auf einen Transformator arbeitet. Die Anordnung ist so zu wählen, daß ein eventuell vorhandenes Streufeld des Transformators die Leiterschleifen der Brücke möglichst wenig beeinflussen kann. Da die Eichkurve des Kondensators praktisch geradlinig verläuft, so sind auch die Eichkurven der Brücke gerade Linien. Durch Betätigung eines Umschalters können zwei Zweige miteinander vertauscht und dadurch der Apparat in eine normale Kapazitätsmeßbrücke nach Art der bekannten Seibtschen Brücke verwandelt werden. Der zu messende Kondensator wird in diesem Falle an die sonst für die Prüfspule vorgesehenen Klemmen angeschlossen. Die Herstellung des Apparates ist von der Firma Dr. Georg Seibt, Berlin-Schöneberg, übernommen worden. (G. Zickner, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 49.)

Beleuchtung.

Verbesserung der Beleuchtung im Steinkohlenbergbau untertage. — Für Gruben, die kein elektrisches Leitungsnetz untertage besitzen, bewähren sich transportable Beleuchtungsanlagen, bei denen Lampen und Stromerzeuger räumlich getrennt und durch ein Lichtkabel verbunden sind. Abb. 8 zeigt eine derartige von der Maschinenfabrik



a Lufteintritt, *b* Siebkasten, *c* Luftabsperrhahn, *d* Drucköler, *e* Druckregler, *f* Geschwindigkeitsregler, *g* Preßluftmotor, *h* Gleichstromgenerator, *i* Kabelstecker, *k* Lichtkabel

Abb. 8. Transportable Beleuchtungsanlage.

Westfalia A.-G., Gelsenkirchen, gebaute Vorrichtung. Die Drehzahl des Druckluft-Antriebsmotors wird, um ein Durchbrennen der Lampen zu verhüten, durch einen Druckluftregler dauernd so eingestellt, daß sie bei einem Luftdruck zwischen 3 und 6 at annähernd 3000 min betragt. Die Hauptangaben sind folgende:

Gewicht nebst Schutzkasten	121 kg
Länge des Kastens	105 cm
Breite „ „	39,5 cm
Höhe „ „	41,5 cm
Generatorleistung	0,4 kW
Spannung	32 V
Lampenzahl	12 von je 25 W oder 10 von je 35 W.

Sogenannte „Reinlichtglocken" aus blaugrünlich gefärbtem Glase verleihen dem ausstrahlenden Lichte eine dem Tageslicht ähnelnde Färbung. Auf diese Weise wird Blendung vermieden und eine gute Unterscheidung von Kohle und Berge ermöglicht. Auch gegen Verwendung in Schlagwettergruben bestehen keine Bedenken. Bei der bergtechnischen Prüfung einer auf Zeche Zollverein III/IV im Betriebe befindlichen Anlage wurde festgestellt, daß nur die Zugänglichkeit des Filtersiebes verbesserungsbedürftig war. Die Regelungsfähigkeit prüfte man durch plötzliches Abschalten von 9 der vorhandenen 10 Lampen, wobei nur ein kurzes Hellerwerden der einen noch brennenden Lampe zu beobachten war. In Flözen mit einer Mächtigkeit von weniger als 1 m kommt mit Rücksicht auf die Bauhöhe (30 cm) der Reinlichtlampen entweder schräge Aufhängung an einem besonderen Haken oder Ausbildung der Lampen in Röhrenform in Betracht. (W. Matthias, Glückauf, Bd. 63, S. 1549.) *Ka.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Berechtigung elektrischer Zugförderung. — Die Einnahmen der englischen Eisenbahnen, namentlich aus dem Güterverkehr, sind in der letzten Zeit stark zurückgegangen, was in den beteiligten Kreisen große Besorgnis und das Bestreben auslöst, Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Die Zeitschrift Engineering gibt den englischen Eisenbahngesellschaften den Rat zu weitergehender Einführung elektrischen Betriebes. Am weitesten sei in dieser Beziehung die englische Südbahn vorgeschritten. Ihre elektrisch betriebenen Strecken sind 360 km lang, und sie werden noch verlängert. Bei der Großen Westbahn beträgt die Länge derartiger Strecken nur 15 km, und diese werden noch dazu gemeinsam mit der Metropolitan-Eisenbahn betrieben, bei der der elektrische den Dampfbetrieb weit überwiegt. Die London-, Midland- und Schottische Eisenbahn hat vier Einzelstrecken von zusammen 175 km Länge mit elektrischer Zugförderung, und bei der London und Nordostbahn sind es nur 80 km. Von den vier großen Gruppen, zu denen die englischen Fernbahnen jetzt zusammengeschlossen sind, ist die letztgenannte die einzige, die elektrische Zugförderung auch im Güterzugdienst anwendet, allerdings nur auf einer 30 km langen Strecke mit schwerem Kohlenverkehr. Andere Länder sind in dieser Beziehung schon viel weiter. Schuld am Zurückbleiben der englischen Eisenbahnen auf diesem Gebiete ist der Umstand, daß die englischen Eisenbahngesellschaften mit Ausgaben zur Zeit stark zurückhalten, aber auch der, daß an die Einführung elektrischen Betriebes übertriebene Hoffnungen geknüpft worden sind, die sich nicht erfüllt haben. Wo aber immer der Übergang zur Elektrizität als Triebkraft gemacht worden ist, hat man damit gute Erfolge erzielt, und es ist daher nötig, auf dem so beschrittenen Wege weiterzugehen. Bei einer Versammlung von Fachleuten der Elektrotechnik ist kürzlich darauf hingewiesen worden, daß es eine ihrer Hauptaufgaben sei, die Eisenbahnbeamten zur Erkenntnis der Vorzüge elektrischer Zugförderung zu erziehen. Dieser Aufgabe hat sich denn auch der Vorsitzende des Institute of Transport unterzogen, indem er bei der Eröffnungsitzung für den Winter 1927 eingehend die elektrische Zugförderung bei den Schweizer Bundesbahnen behandelte und sie so seinen Zuhörern als Vorbild hinstellte.

Die Schweizer Bundesbahnen, bei denen sich der elektrische Betrieb seit sechs Jahren bewährt hat, haben eine Netzlänge von rd. 3000 km, von denen Mitte 1927 1230 km elektrisch betrieben wurden. Im weiteren Verlauf soll diese Betriebsform bis Ende 1928 auf insgesamt rd. 1600 km ausgedehnt werden. Außer im Simplontunnel dient dazu Einphasen-Wechselstrom von 15 kV und $16^2/_3$ Hz. Er wird meist mit 60 kV übertragen, an einer Stelle besteht eine 225 km lange Fernleitung mit 135 kV. Sechs von den acht Kraftwerken, die den Bahnstrom liefern, gehören den Bundesbahnen. Sie leisten 195 000 kW und haben gegen 150 Mill. Fr. gekostet. Die 1100 km Hauptleitungen haben weitere 54,6 Mill. erfordert. Beide Beträge zusammen machen etwa ein Drittel der gesamten Kosten für die Einführung elektrischen Betriebes aus. In England würden diese Kosten viel niedriger sein, weil die Eisenbahnen wie in Frankreich in die Elektrizitätswirtschaft des Landes eingeschaltet werden könnten, während in der Schweiz die sechs bahneigenen Werke lediglich den Zwecken der Bundesbahnen dienen. Bei 213 Mill. kWh im Jahre 1926 hat 1 kWh 3,9 cts. gekostet, und bei voller Ausnutzung hofft man, diesen Betrag noch auf 2 cts. herunterzubringen. In



England würden die Kosten etwa 50 % höher als der letztgenannte Betrag sein, bei Zunahme des Stromverbrauches würden sie aber niedriger werden. In der Schweiz hat die Einführung des elektrischen Betriebes eine Erhöhung der Zuglast hinter der Lokomotive von 212 t auf 312 t ermöglicht. Dabei sind die Unterhaltungskosten für ein Lokomotivkilometer von 22,7 cts. auf 18,5 cts. gesunken. Ein wesentlicher Vorteil ist dabei aber noch, daß die elektrische Lokomotive 24 h am Tage im Dienst bleiben kann. Die Kosten für die Unterhaltung des Oberbaus sind bei elektrischem Betrieb dieselben wie bei Dampfbetrieb geblieben.

Die Schweizer Bundesbahnen haben bei überwiegendem Dampfbetrieb vor dem Kriege ihr Anlagekapital mehr als angemessen verzinst. Im Kriege gelang ihnen das nicht; hohe Löhne und die Einführung des achtstündigen Arbeitstags beeinflußten das Betriebsergebnis weiter ungünstig. 1921 begann die Einführung des elektrischen Betriebes, und 1923 überstiegen zum ersten Male wieder die Einnahmen die Ausgaben. 1926 trat allerdings wieder ein Rückschlag ein. Um einen gesetzmäßigen Zusammenhang zu ermitteln, ist die Zeit, während der der Zugverkehr in größerem Umfang elektrisch bedient worden ist, noch zu kurz; soviel kann aber gesagt werden, daß die Schweizer Bundesbahnen in der letzten Zeit einen um 34 % vermehrten Verkehr ohne Erhöhung ihrer Betriebskosten haben bewältigen können.

Besondere Vorteile der elektrischen Zugförderung sind die erhöhte Anfahrbeschleunigung, die höhere Zuglast und die höhere Durchschnittsgeschwindigkeit. Gleiche Fahrgeschwindigkeit aller Züge bedeutet eine erhebliche Erleichterung für den Betrieb, und dieses Ziel kann bei elektrischer Zugförderung zwar nicht ganz erreicht werden, man kann ihm aber nahe kommen. Auf der schwierigen Strecke Basel—Chiasso können heute täglich 21 800 t Kohle gegen früher 11 200 t befördert werden, und die leer zurückkehrenden Wagen brauchen nur drei Viertel der früher nötigen Zeit zu ihrer Fahrt. Güterzüge werden jetzt mit 40 km Stundengeschwindigkeit betrieben, und diese Geschwindigkeit könnte mit durchgehenden Bremsen noch gesteigert werden. Die Personenzüge fahren heute über die Gebirgstrecken mit einer gegen früher um 24 % erhöhten Geschwindigkeit.

Diese Folgen der Einführung elektrischer Zugförderung, so schloß der Vortrag vor dem Institute of Transport, müßten der englischen Fachwelt zu denken geben. Engineering knüpft an den Bericht über den Vortrag die Bemerkung, die englischen Eisenbahnen seien eine Antwort auf diese Darstellung schuldig; sie müßten ihre Stellung: non possumus aufgeben. Sie können ihre gegenwärtige Lage nicht verbessern, ohne erhebliche Geldbeträge aufzuwenden. Die Frage sei, ob es nicht letzten Endes wirtschaftlicher ist, eine wohlüberlegte, grundlegende Änderung vorzunehmen, als in einer Weise vorzugehen, die als behelfsmäßig bezeichnet werden muß. (Engg. Bd. 124, S. 491.) *We.*

Bergbau und Hütte.

Einführung des elektrischen Antriebes für die Walzwerke der Minnequa Steel Works. — Die Minnequa Steel Works in Pueblo, Col. der Colorado Fuel & Iron Co. haben angefangen, ihre Dampfantriebe für die Walzwerke durch Motoren zu ersetzen und dadurch bisher 75 Kessel in fünf Kesselhäusern stillegen können. Nach Fertigstellung der Anlage werden insgesamt 118 Kessel entbehrt werden können. Die neue Kraftanlage besteht aus dem Kraftwerk, Kesselhaus, Kohlenstaubmühle und Gasreinigung. Zur Verbrennung gelangen Kohlenstaub und Hochofengas. Im Kraftwerk sind bisher 2 Turbinen für je 10 000 kW und 6600 V dreiphasigen Drehstrom aufgestellt, eine dritte Turbine befindet sich in Montage. Außerdem befinden sich in diesem Gebäude (Abb. 9) 4 Turbogebläse für eine Leistung von je 1556,5 m³ Luft bei 1,75 at. Die Windleitungen sind so eingerichtet, daß jedes Gebläse irgendeinen der drei Hochöfen mit Wind versorgen kann.

Das Kesselhaus von 87,23 m Länge und 20 m Breite enthält 7 Stirling-Wasserrohrkessel ohne Economiser für 23 at und 93° Überhitzung. Bis alle Dampfantriebe durch elektrische ersetzt sind, wird ein Kessel, zuweilen auch zwei, mit 10,5 at betrieben, um den Dampf für die noch in Betrieb befindlichen Dampfmaschinen zu liefern. Das Kesselspeisewasser wird aus den Kondensatoren der Turbogebläse und Turbogeneratoren entnommen, dem rohes Wasser zugesetzt wird. Die Kondensatpumpen fördern das Wasser in einen Speisewasser-Vorratsbehälter, von dem es zu einem Entlüfter gelangt, der mit dem Evaporator für das Rohwasser verbunden ist. Im Evaporator wird das den Kesselstein bildende Material entfernt, und im Entlüfter wird der Sauerstoffgehalt unter 0,05 cm³/l gebracht. Von dem Evaporator und dem Entlüfter wird das Wasser mit ungefähr 95° C abgesogen. Geheizt werden zwei Kessel lediglich mit Hochofengas und fünf Kessel mit Hochofengas und Kohlenstaub (Abb. 10). Jeder Kessel hat 4 horizontale Gasbrenner für 56 600 m³/h Gas. Das Gas gelangt an die Kessel mit einer durchschnittlichen Temperatur von 190° C. Kohlenstaub wird nur verfeuert, wenn Gasmangel eintritt. Die Kessel haben acht Kohlenstaubbrenner, die 5,18 m über den Gasbrennern einmünden. Ungefähr 30 % der benötigten Verbrennungsluft wird unter Druck mit dem Kohlenstaub eingeblasen. Die weitere Luft wird durch 3 Reihen Luftklappen an der Vorderseite der Verbrennungskammer eingeführt. In jedem Kessel können bis zu 6 t/h Kohlen bei einer Belastung von über 300 % verfeuert werden.

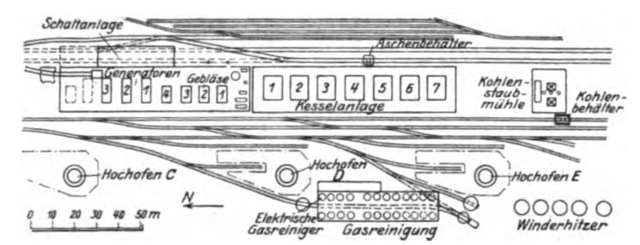


Abb. 9. Lageplan der Minnequa Steel Works.

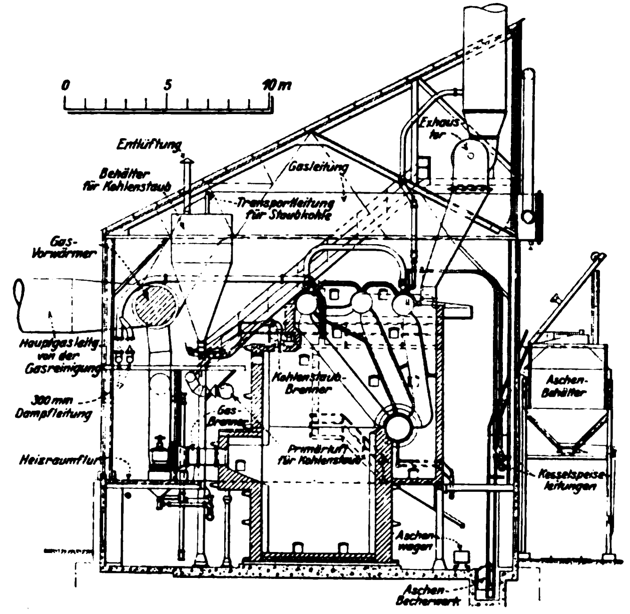


Abb. 10. Schnitt durch das Kesselhaus.

In der Verbrennungskammer wird sehr wenig Asche abgesetzt, die meiste geht mit den Abgasen durch den Schornstein. Die Asche wird wöchentlich einmal abgezogen. Es ist kein Wasserrohrsystem vorgesehen, weil die Verbrennungskammer so groß ist, daß der Boden genügend kühl bleibt, um Verstopfungen zu vermeiden. Die Schornsteine sind kurz, die Abgase werden durch Exhaustoren abgesogen. Augenblicklich liefern die Hochdruckkessel stündlich 136 200 kg Dampf mit Spitzen von 154 300 kg oder durchschnittlich für jeden Kessel 27 240 kg/h. In den Niederdruckkesseln werden durchschnittlich 22 700 kg/h Dampf für jeden Kessel erzeugt.

Die Kohlenstaubanlage hat nur eine Leistung von 18 t/h. Da Kohlenstaub nur als Hilfsbrennstoff benutzt wird, wird verhältnismäßig wenig Kohle im Laufe der Woche verbraucht, aber bei Gasmangel kann plötzlicher großer Bedarf eintreten. Durch die zentrale Kohlenstaubaufbereitung und die Vorratsbehälter an den Kesseln kann demselben schnell entsprochen werden. Es sind 3 Kohlenstaubmühlen von je 6 t stündlicher Leistung, ein Drehtrommel-Trockenofen, zwei 6"-Fuller-Kinyon-Pumpen, ein 50 t-Rohkohlenbehälter und ein 40 t-Kohlenstaubbehälter vorhanden.

Jeder Hochofen erzeugt ungefähr 1556,5 m³ Gas/min unter normalen Bedingungen bei 15,5° C und 360 mm Hg. Das Gas verläßt den Ofen mit ungefähr 205° C und ent-



hält ungefähr 9,25 g/m³ Staub, zuweilen auch bis zu 13,85 g. Dieser Staub besteht aus 42 % Eisen und 11 % Kohlenstoff aus dem Koks, der Rest aus Kalk und Schmutz aus dem Erz. Wegen seines hohen Eisengehalts wird dieser Staub wiedergewonnen, gesintert und wieder in den Ofen eingesetzt. Ungefähr 30 % des gesamten Gases wird nach der Reinigung in den Winderhitzern verbraucht, der Rest für Kesselfeuerung. Das Gas wird in einem Gasreiniger System Cottrell gereinigt. Die ursprüngliche Anlage, die seit einem Jahr in Betrieb ist, bestand aus 16 Einheiten, von denen jede eine Leistung von 283,6 m³/min oder eine Gesamtleistung von 4537 m³ bei 193° C hat. Mit dieser Anlage wird das Gas von zwei Hochöfen gereinigt, aber eine Erweiterung ist in Bau, so daß nach Fertigstellung rd. 10 000 m³ gereinigt werden können. Jede Einheit besteht aus 90 Rohren von 150 mm Dmr. Das gereinigte Gas enthält ungefähr 0,95 g/m³ Staub; der Staubgehalt kann aber noch durch langsames Durchströmen verringert werden. Die Gastemperatur wird durch die Reinigung nicht vermindert. Der Stromverbrauch der Gasreinigungsanlage beträgt 80 kW. (The Iron Age Bd. 119, S. 1205 u. S. 1443.) *Ill.*

Fernmeldetechnik.

Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen. — E. F. W. Alexanderson behandelt in einer Arbeit die Ausbreitungsvorgänge von dem Gesichtspunkte, wie die drei großen Probleme der atmosphärischen Störungen, der gegenseitigen Störungen und der Schwunderscheinungen auf die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie gewirkt haben bzw. wie die neue Erscheinung der Wellenpolarisation die Entwicklung beeinflussen könne.

Die atmosphärischen Störungen sind zunächst als ein Vorgang, der von den Zeichen der drahtlosen Telegraphie verschieden ist, angesehen worden. Man hat ohne Erfolg versucht, die Zeichen und Störungen durch Filtersysteme zu trennen, die durch Selektivität wohl eine Herabdrückung der Wirkung auf die Empfangsanordnungen, jedoch keine Beseitigung gebracht haben. Die Theorie, welche die Störungen als eine elektromagnetische Wellenbewegung ansieht, führte zum Richtempfang, der die Unterdrückung eines großen Teils der Störungen ermöglicht. In der Polarisation der Wellen haben wir ein weiteres Unterscheidungsmittel zu sehen.

Die gegenseitigen Störungen sind durch die allgemeine Einführung der ungedämpften Wellen und durch den Richtempfang fast beseitigt worden. Die Verwendung des Richtsendens und der Wellenpolarisation ergab neue Möglichkeiten zur Vermeidung von gegenseitigen Beeinflussungen.

Zu den Schwunderscheinungen sind zu zählen: die Unterschiede zwischen Tag und Nacht, die Abnahme der Lautstärke während der Dämmerung und die periodischen Schwankungen im Rundfunkwellenbereich. Diese periodischen Schwankungen kommen durch das Zusammentreffen einer Boden- und einer Luftwelle (schräg aufwärts gerichtete und reflektierte Welle) zustande. Die Bodenwelle bleibt vertikal polarisiert, die Luftwellen schreiten in der Art eines Korkziehergewindes fort und drehen dabei kontinuierlich die Polarisationsebene. Eine Luftwelle von 40 ÷ 50 m Länge erleidet auf 10 Meilen Entfernung eine Drehung von 20 ÷ 30°, bei 100 Meilen etwa 180°. Das Zusammentreffen von Bodenwellen und Luftwellen ergibt in etwa 100 Meilen Entfernung vom Sender die stärksten Schwunderscheinungen, weil hier die beiden Wellen fast gleich stark sind und in entgegengesetzter Phase schwingen. Diese Erkenntnis könnte möglicherweise zu einem Heilmittel gegen die Schwunderscheinungen ausgenutzt werden.

Im Anschluß an die Erscheinung und zur Erklärung der Wellenpolarisation gibt Alexanderson eine neue Theorie über die physikalischen Vorgänge der Wellenausbreitung, in der von dem Vorhandensein eines magnetischen Feldes abgesehen und dieses als eine der Bewegung des elektrischen Feldes entgegenwirkende Kraft betrachtet wird. Das magnetische Feld einer Spule zeigt keine elektrostatischen Wirkungen, auch nicht ein vom Strom durchflossener Leiter. Nach den Anschauungen der heutigen Physik ist der Strom als Bewegung von Elektronen aufzufassen, die der Brennpunkt eines Kraftfeldes sind, das sich durch den Raum ausbreitet. Das die Elektronen umgebende Feld muß man sich als eine dünn verteilte Substanz, die eine Masse hat, vorstellen. Sendet man Wechselstrom durch eine Spule, so wird die Bewegung des Feldes, welches die Elektronen begleitet, immer wieder geändert. Die Geschwindigkeitsänderung der elektrischen Masse erfordert eine Kraft, und das ist die elektromotorische Kraft. Auf die drahtlose Telegraphie übertragen, bedeutet dies, daß sich mit den in dem Luftleiter bewegenden Elektronen das sie umgebende Raumfeld ebenfalls bewegt. Dieses Raumfeld ist physikalisch vorhanden, hat eine Masse und kinetische Energie, die in der Bewegung aufgespeichert ist, und besitzt Elastizität. Dieser elastische Körper muß sich in Wellen bewegen. Das magnetische Feld ist also die kinetische Energie dieser Bewegungsform. Die induzierten elektromagnetischen Kräfte sind nichts anderes als die elastischen Kräfte, die gegen die Trägheit dieses elektrischen Körpers wirken.

Ein gewöhnlicher Luftleiter strahlt vertikal polarisierte Wellen aus. Der Strahler horizontal polarisierter Wellen besteht aus einer geschlossenen Schleife in der horizontalen Ebene. In diesem Leiter laufen die Elektronen und das sie begleitende Raumfeld erst in der einen und dann in der anderen Richtung. Das an die Elektronen gebundene Medium wird mit ihnen herumbewegt, und die so geschaffene Verschiebung ruft elektromotorische Kräfte hervor. Die schwingende Kreisbewegung wird so durch Wellen weitergegeben, bei denen alle Geschwindigkeiten und Kräfte horizontal sind. (E. F. W. Alexanderson, Ingeniörs Vetenskaps Akademien Handlingar 1926, Nr. 48.) *Blr.*

Elektrisches Nachrichtenwesen in Amerika. — Ein von H. P. Charlesworth veröffentlichter Überblick über die letztjährigen Fortschritte auf dem Gebiet der elektrischen Nachrichtenübermittlung ergibt folgendes Bild:

1. Telegraphie. Hervorgehoben wird das Permalloy-Kabel New York — Bay Roberts — Penzance (Cornwall) für unmittelbaren Vielfachverkehr New York—London. In großen Telegraphenämtern sind selbsttätige, kostensparende Hilfseinrichtungen in großem Maßstabe eingeführt (Telegrammverteilung). Den bei der Messung telegraphischer Zeichenübertragung zu lösenden Problemen dienten Arbeiten von Nyquist, Shank und Cory.

2. Fernsprechen. Durch Schaffung von 500 000 neuen Fernsprechanschlüssen stieg ihre Gesamtzahl bis zum 1. I. 1927 auf etwa 2 400 000; die halb- und vollselbsttätigen Ämter haben wertvolle Verbesserungen erfahren.

3. Fernsprechkabel und -verstärker. Im Dezember 1926 wurde durch Inbetriebnahme des 250 Fernsprech- und 500 Telegraphenverbindungen zu gleicher Zeit ermöglichenden Kabels Chicago—St. Louis die Fernkabelverbindung New York—St. Louis hergestellt. Es bildet einen Teil des Netzes zwischen Chicago, Detroit, Toledo, Cleveland, Pittsburgh und den atlantischen Küstenstädten. Die längste Strecke darin mißt etwa 2415 km, Verstärker haben 81 km Abstand. Echosperrer und selbsttätige Kompensationseinrichtungen der Einflüsse von Temperaturschwankungen bewähren sich. 1926 wurden 3215 km (643 000 Fernsprechverbindungen) derartiger Kabel verlegt.

4. Trägerfrequenzsystem. Dieses hat auf Freileitungen stark zugenommen (etwa 161 000 km Fernsprech- und 402 000 km Telegraphenverbindungen). Eines der nach Catalina Island führenden Einleiterkabel enthält insgesamt sieben Fernsprechkanäle und einen Telegraphenkanal (Aufsatz von Hitchcock). Die Hochfrequenztelephonie auf Starkstromleitungen bis 220 kV und auf Längen bis zu 484 km hat ebenfalls an Bedeutung gewonnen; Koppelungskondensatoren werden Paralleldrähten vorgezogen, das Bedürfnis nach Vielfachverbindungen steht im Vordergrund.

5. Transkontinentales Fernsprechen. Die neue Linie Chicago—Minneapolis—Bismarck, Helena, Spokane enthält 3 Fernsprech- und 14 überlagerte Telegraphenkanäle. Diese Verbindung stellt die dritte transkontinentale dar; ausführlich ist dieses Thema von H. H. Nance und O. B. Jacobs behandelt.

6. Pupinisierung. Massekurven aus Permalloy gestatten Verkleinerung der Belastungsspulen und merkliche Kostenverminderung.

7. Verstärker. Der erreichbare Verstärkungsgrad hängt vorzugsweise von der inneren Charakteristik der die schwachen Ströme führenden Leiter ab. Thermische Vorgänge im Leiter werden bei hoher Verstärkung als Geräusche hörbar und flauen sofort ab, wenn der Leiter mit flüssiger Luft gekühlt wird. Thermodynamische Untersuchungen liegen vor von Johnson und Nyquist.

8. Sprachübertragungsgüte. Begonnene Forschungen wurden u. a. mit phonographischen und oszillographischen Hilfsmitteln erfolgreich fortgesetzt (Sacia u. Beck).



9. Radiotelegraphie. Charakteristisch ist der Übergang zu den kurzen, mit Röhrensendern erzeugten Wellen. Mit 15 m-Wellen wird ein regelmäßiger Tagesverkehr New York—Buenos Aires und mit 25÷75 m-Wellen ein Nachtverkehr über den Atlantik und den Pazifik bewältigt. Zwischen den V. S. Amerika und Brasilien besteht Radio-Duplexverkehr (wissenschaftliche Beiträge zur Wellenausbreitung siehe Peters).

10. Transatlantische Radiotelephonie. Im Januar 1927 wurde die Verbindung New York—London eröffnet. Der Betrieb findet in den sich überdeckenden Geschäftstunden beider Kontinente statt und ist im Wachsen begriffen.

11. Bildübertragung. Der vor zwei Jahren begonnene telephotographische Erkennungsdienst für Polizeizwecke wurde erheblich ausgedehnt. Verbesserungen betrafen den Zweiwegebetrieb und die Schaffung von Einrichtungen, um Fernsprechkabel auch für diese Zwecke geeignet zu machen.

12. Fernsehen. Es gelingt, das Gesicht einer Person am Fernsprecher dem andern Teilnehmer in einer Bildgröße von etwa 5 × 6 cm vorzuführen. Das Abtasten des gesamten Gesichtsfeldes geschieht in $^1/_{15}$ s in ständiger Wiederholung mittels photoelektrischer Zellen; als Empfänger wirkt eine von Röhrengleichrichtern gespeiste Neonleuchtröhre, von deren Leuchtfläche dem Beobachter in jedem Augenblick durch eine Synchronisiervorrichtung nur ein kleiner Ausschnitt gezeigt wird. Zur Erzeugung großer Bilder dient eine sehr lange, vielfach hin- und zurückgebogene, ein Gitter bildende Röhre; 2500 Elektroden bilden die Leuchtelemente, die vom Sender in entsprechender Gruppierung erregt werden.

13. Gleichrichter. Gleichrichter aus oxydierten *Cu*-Scheiben dienen zur Batterieladung; physikalische und chemische Veränderungen sind dabei nicht festzustellen.

14. Hinweise auf Fortschritte in der *Cu*-Draht-Fabrikation, in der Holzkonservierung, im Feuermeldewesen und in der polizeilichen Verkehrsregelung beschließen den Jahresbericht. (H. P. Charlesworth, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 712.) *Eg.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Gittertheoretische Berechnung der elektrolytischen Leitfähigkeit des Steinsalzkristalls. — Die Ionenleitfähigkeit der Kristalle, zunächst vom *NaCl*-Typ, wird auf Grund der Platzwechselanschauung auf die Sprungwahrscheinlichkeit der *Na*-Ionen im Gitterverband zurückgeführt. Für diese Sprungwahrscheinlichkeit erhält man ohne äußeres elektrisches Feld durch statistische Überlegungen den Wert

$$\frac{2kT}{c\varphi_0\tau}e^{-\frac{\varphi_0}{kT}},$$

wo k die Boltzmannsche Konstante, T die abs. Temperatur, c und φ Potentialgrößen des Gitters und τ die Schwingungsdauer der *Na*-Ionen im Gitter bedeuten. Besteht ein äußeres elektrisches Feld, so wird die Wahrscheinlichkeit eines Sprungs in Richtung des Feldes größer als die eines Sprungs in entgegengesetzter Richtung, und zwar im Verhältnis $\left(1+\frac{aEe}{6kT}\right):\left(1-\frac{aEe}{6kT}\right)$, worin a den Gitterabstand des *NaCl*-Gitters, E die äußere Feldstärke, e die Elementarladung bedeuten. Dies liefert für die Ionenleitfähigkeit die Formel

$$\ln \varkappa = \ln \frac{2e^2}{3\tau a c \varphi_0} - \frac{\varphi_0}{kT}.$$

Entnimmt man den Wert der Potentialgröße φ, die die Höhe der Energieschwelle bedeutet, die beim Sprung eines *Na*-Ions überwunden werden muß, früheren Betrachtungen des Verfassers[1], die φ_0 in Zusammenhang mit der Schmelztemperatur bringen, so wird das Ergebnis der Theorie für *NaCl* zahlenmäßig:

$$\ln \varkappa = 27{,}7 - \frac{10\,400}{T} \quad (\varkappa \text{ in elektrostat. CGS-Einh.}),$$

während sich die Meßergebnisse v. Seelens, die die Ionenleitfähigkeit des Steinsalzes in einem Temperaturbereich von 20 ÷ 500° C umfassen, durch die Formel

$$\ln \varkappa = 25{,}9 - \frac{10\,700}{T}$$

darstellen lassen. Es ist also, besonders für die Temperaturabhängigkeit, eine gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment vorhanden. (W. Braunbek, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 115.)

[1] W. Braunbek, Z. Phys. Bd. 38, S. 549.

Strebt der Widerstand eines ferromagnetischen Kreises für einen gegebenen Fluß einem Minimum zu? — Es ist bekannt, daß sich die magnetische Energie eines eisenfreien Kreises bei gegebenem Fluß Φ durch die Beziehung

$$W = \frac{1}{8\pi}\int \mathfrak{H}\,\mathfrak{B}\,d v = \frac{1}{8\pi}\Phi^2 S$$

darstellen läßt, wenn unter S der magnetische Gesamtwiderstand des Kreises verstanden wird. Da nach W. Thomson die potentielle Energie W eines Feldes für den Beharrungszustand ein Minimum wird, so muß auch der Widerstand S für diese Feldverteilung ein Minimum sein. Um die Frage zu klären, ob diese Gleichläufigkeit auch für Felder mit Eisen erhalten bleibt, geht Th. Lehmann vom Gesamtwiderstand des ferromagnetische Körper enthaltenden Kreises aus, den er analog der obigen Beziehung anschreibt zu

$$S = \frac{1}{\Phi^2}\int \mathfrak{H}\,\mathfrak{B}\,d v,$$

wobei aber in diesem Fall wegen der Abhängigkeit der Permeabilität μ vom Feld $\mathfrak{H}$ und wegen der Hysteresis, also der Vorgeschichte des Feldes,

$$W \neq \frac{1}{8\pi}\int \mathfrak{H}\,\mathfrak{B}\,d v.$$

Strebt dieser Widerstand einem Minimum zu, so muß die Funktion $\int \mathfrak{H}\,\mathfrak{B}\,d v$ die Eigenschaft haben, in einem mehr oder weniger gesättigten Raum ein Minimum zu sein. Diese Untersuchung wird durchgeführt für magnetische Kreise, die von einer einzigen Spule erregt sind und ganz oder teilweise aus ferromagnetischen Körpern bestehen, deren magnetische Charakteristik eine eindeutige Funktion des Feldes ist. Die am Punkte A ($\mathfrak{H}$, $\mathfrak{B}$) der Magnetisierungskurve durchgeführte Variation des Widerstandes δS wird mit Hilfe eines Ergänzungsvektors $\mathfrak{H}_0$, der mit $\mathfrak{H}$ gleichgerichtet ist und $\mathfrak{H}$ dem Betrag nach zur Subtangente des Punktes A der Magnetisierungskurve ergänzt, in zwei Teile zerlegt:

$$\delta\int \mathfrak{H}\,\mathfrak{B}\,d v = 2\int \mathfrak{B}''\,\mathfrak{H}\,d v + \int \mathfrak{B}''\,\mathfrak{H}_0\,d v = \delta g + \delta h.$$

Durch die Einführung des Vektorpotentials $\mathfrak{A}''$

$$\mathfrak{B}'' = \mathrm{rot}\,\mathfrak{A}''$$

und Anwendung des Gaußschen Integralsatzes wird gezeigt, daß der erste Term $\delta g = 0$ wird, weil $\delta\Phi = 0$ ist. Dagegen wird

$$\delta h = \int \mathfrak{B}''\,\mathfrak{H}_0\,d v$$

nur in speziellen Fällen verschwinden, wenn nämlich $\mathfrak{H}_0 = 0$ ist, also an einem einzigen Punkte der Magnetisierungskurve (bei Eisen etwa bei einer Induktion von 6000 CGS-Einheiten), oder wenn die magnetische Charakteristik eine Ursprungsgerade ist, was bei Eisen allgemein nicht der Fall sein kann. Damit aber der Widerstand ein Minimum wird, müßte auch δh für alle mit den Bedingungen $\mathfrak{B} = f(\mathfrak{H})$ und $\mathrm{div}\,\mathfrak{B} = 0$ verträglichen Variationen verschwinden. Mit anderen Worten: Der Verfasser weist nach, daß die den Widerstand des Eisenkreises definierende Funktion nur dann ein Minimum haben kann, wenn im gesamten betrachteten Felde die räumlichen und Flächenwirbel des Feldvektors verschwinden. Da bei Eisen (allgemein bei ferromagnetischen Körpern) der Flächenwirbel, von speziellsten Ausnahmen abgesehen, nicht zu Null werden kann, ist mit dieser Untersuchung der Nachweis geliefert, daß in einem ferromagnetischen Kreis für einen gegebenen Fluß zwar die Energie, nicht aber der Gesamtwiderstand zu einem Minimum wird.

An dem praktischen Beispiel einer Wechselstromdynamo im Stillstand, bei der allein die Feldspule von Strom durchflossen ist, wird durch eine unendlich kleine Veränderung des Streufelds gezeigt, daß δh unendlich klein von erster Ordnung bleibt, wenn entweder der Anker oder das Eisen des Feldes gesättigt sind. — Abgesehen von der etwas störenden Schreibweise und einigen Ungenauigkeiten in den Voraussetzungen (die aber die weiteren Überlegungen nicht beeinflussen) ist die Lösung des Problems nach Prinzip und Rechnung sehr elegant und

übersichtlich. Eine allgemeinere Fassung bietet keine Schwierigkeiten. (Th. Lehmann, Rev. Gén. de l'El. Bd. 21, S. 243.) *Krz.*

Über den Einfluß der Anzahl von Überschlägen bei Beregnung sowie der Beregnungszeit auf die Überschlagspannung. — Durch Versuche im Laboratorium von BBC in Baden sollte der Einfluß der Beregnung auf die Überschlagspannung von Isolatoren geprüft werden. Es wurden zur Prüfung sechs Isolatorentypen (Hänge- und Stützisolatoren) herangezogen, welche unter einer künstlichen Beregnungsvorrichtung an die Prüfspannung gelegt wurden. Die Regenmenge betrug entsprechend den schweizerischen Vorschriften 2,5 mm/min. Als „Regenwasser" wurde einmal Leitungswasser benutzt, sodann drei verschiedene Sorten destillierten Wassers, deren reinste eine Leitfähigkeit von nur rd. 10 µS/cm gegenüber 300 µS/cm des gewöhnlichen Leitungswassers aufwies. Es wurde nun immer nach Verlauf von 60 s die Überschlagspannung gemessen; dabei wurde der Regen zwischen den einzelnen Versuchen nicht abgestellt, während die Spannung jedesmal vollständig abgeschaltet wurde. Es zeigte sich, daß die Überschlagspannung mit der Anzahl der Überschläge zunächst sank, um sich schließlich einem unteren Grenzwert zu nähern. Insbesondere trat diese Erscheinung bei Verwendung des stark kalkhaltigen Leitungswassers zutage. Eine Erklärung für dieses eigenartige Verhalten wird darin gesehen, daß auf die zunächst reine Isolatoroberfläche durch den Überschlag geringe Kalkmengen niedergeschlagen werden, die imstande sind, kleine Wassertröpfchen festzuhalten und dadurch die feuchte Oberfläche des Isolators zu vergrößern. Dieser Deutung zufolge ist der schließlich beobachtbare stationäre Wert der Überschlagspannung Ausdruck einer Art Sättigungsvorganges, indem die bei einem Überschlag niedergeschlagene Kalkmenge durch den nachfolgenden Regen gerade wieder fortgespült wird. Einzelne Objekte wurden nach der Überschlagprüfung mikroskopisch untersucht, wobei in der Tat feine Kalkniederschläge in kristallinischer Struktur festgestellt werden konnten. — Ein merklicher Einfluß der Regendauer auf die Höhe der erstmaligen Überschlagspannung konnte nicht beobachtet werden. (E. D. Lienhard, Bull. SEV. Bd. 8, S. 420.) *Oldff.*

Hochspannung.

Überspannungs-Beobachtungen[1]. — Über mehrjährige Messungen mit dem Klydonographen an einer ganzen Reihe von Hochvoltnetzen berichten J. H. Cox, P. H. McAuley und L. G. Huggins. 26 Dreifach-Klydonographen wurden auf die wichtigsten Stellen eines Netzes verteilt und fortlaufende Registrierungen zumal während der Gewitterzeit vorgenommen. Die nachstehend angegebenen Überspannungshöhen bezeichnen Spitzenwerte der Spannung gegen Erde, z. T. bezogen auf den Spitzenwert der Betriebspannung.

Freileitungsnetze. — Die meisten Überspannungen durch Blitz sind gleichgerichtet positiv, entsprechend negativer Polarität der Wolke. Die Wellenfronten liegen zwischen einigen und 200 µs, bei hohen Wellen ist die Dämpfung sehr groß (auf 56 km Entfernung sank die Wellenhöhe von über 1000 kV auf 150 kV). Die Höhe der aufgezeichneten Überspannungen liegt durchschnittlich so, daß die Isolation einer 220 kV-Leitung durch sie nicht gefährdet erscheint, abgesehen von direkten Blitzschlägen. Im allgemeinen wurden während schwerer Gewitter nur je zwei Überspannungen am gleichen Ort beobachtet, deren Höhe der Überschlagspannung der Isolatoren entsprach. Die Messungen bestätigen eine günstige Einwirkung von Erdseilen: In den mit diesen ausgerüsteten Netzen waren die Überspannungen weniger hoch. Schaltwellen können als wenig gefährlich betrachtet werden, weitaus die meisten lagen unter der dreifachen (und 99,2 % unter der 4,5fachen) Höhe der Betriebspannung. Sie sind meist gleichgerichtet, die wenigen oszillierenden werden sehr rasch gedämpft. Wenig Unterschied war festzustellen zwischen Schaltüberspannungen in Netzen mit geerdetem bzw. ungeerdetem Nullpunkt. Von allen Schaltvorgängen brachte das Abschalten leerlaufender Leitungen die schwersten Überspannungen. Die Umschaltung von Transformatoren-Anzapfungen ergab keine Überspannungen. Die durch Lichtbogenüberschläge erzeugten Wanderwellen ließen einen Unterschied zwischen geerdeter und nichtgeerdeter Neutrale zugunsten der ersteren erkennen. Namentlich waren in den geerdeten Netzen die gefährlichen oszillierenden Überspannungen nicht vorhanden.

Kabelnetze. — Eine zweijährige Untersuchung ergab in reinen Kabelnetzen als höchste Überspannung den 4,6fachen Wert der Betriebspannung (über 99 % weniger als dreifach). Schaltwellen erwiesen sich wieder als ungefährlich, hingegen erzeugten durch Isolationsdurchbruch entstandene Kurzschlüsse oszillierende Wellen gefährlicher Höhe. Ganz interessant ist die Beobachtung, die in 26- und 33 kV-Netzen mit geerdeter Neutrale gemacht wurde, daß 3 ÷ 6 h vor einem Kabeldurchbruch auf den beiden gesunden Phasen in kurzen Zeitabständen Überspannungen von etwa 1,7 facher Höhe auftraten. Netze, die an Freileitungen angeschlossen sind, wiesen naturgemäß etwas höhere Überspannungen auf als reine Kabelnetze. Es wurden schließlich noch Überspannungsableiter (Ventiltype) auf ihre Wirksamkeit untersucht; durch den Spannungabfall an einem eingeschalteten Widerstand konnte auch der Strom registriert werden. Die Messungen zeigten, daß die Ableiter ihren Dienst zufriedenstellend erfüllen, jedoch nur selten dazu in Anspruch genommen werden und gegen Überschläge an entfernteren Stellen keinen Schutz bieten. — Die vorstehend kurz geschilderten Ergebnisse der Messungen sind in der Originalarbeit in vier Zahlentafeln wiedergegeben[2]. (J. H. Cox, P. H. McAuley u. L. G. Huggins, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, Nr. 5, S. 459.) *Wi.*

[1] Vgl. a. ETZ 1927, S. 1815.

Allgemeiner Maschinenbau.

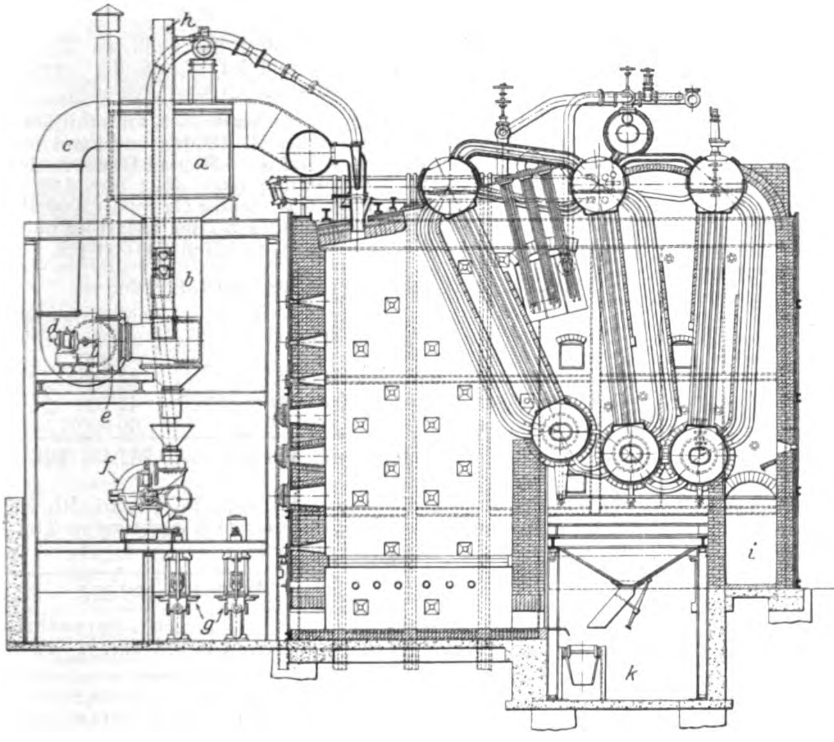
Rauchlose Kohlenstaubfeuerung. — Die Zeitschrift „Engineering" berichtet über eine Kesselanlage mit Kohlenstaubfeuerung und Mahlanlage, in der Halbkoks zur Verfeuerung gelangt. Der Aufsatz bezieht sich auf eine frühere Veröffentlichung der gleichen Zeitschrift über eine Anlage für Tieftemperatur-Verkokung, in welcher lediglich die fühlbare Wärme anderweitig erzeugten Gases in einer geneigten Drehtrommel zur Halbverkokung von Kohle benutzt wird. Aus einem solchen Verfahren gewonnener Halbkoks wird zur Beheizung der Kohlenstaub-Kesselanlage verwendet. Der Kessel ist ein Steilrohrkessel nach Art unserer Garbe-Kessel, nur mit dem Unterschied, daß außer den geraden in die Garbeplatte mündenden Wasserrohren auch noch gebogene Rohre vorhanden sind, welche radial in die Trommel eingewalzt sind. Der Kessel hat 6 Trommeln, von denen je 2 paarweise durch Rohrbündel zusammengefaßt sind. Das letzte Trommelpaar arbeitet mit seinen Rohren lediglich als Rauchgasvorwärmer. Die Kennwerte des Kessels sind: Heizfläche 480 m², Economiser-Heizfläche 225 m², Dampfdruck 17,6 atü. Die Dampfleistung soll normal 18 000 bis 23 000 kg stündlich betragen.

Dem Kessel ist eine Brennkammer für Kohlenstaubfeuerung vorgebaut ohne Kühlrost und ohne erkennbare Kühlung des feuerfesten Mauerwerkes. Die Mahlanlage usw. befinden sich gleichfalls direkt vor der Brennkammer. Da der Halbkoks anscheinend mit einem höheren Wassergehalt in den Kohlenbunker gefördert wird, ist eine Trockenanlage erforderlich, über deren Beheizung nichts gesagt wird. Aus dem Trockner gelangt die Kohle in die elektrisch angetriebene Mahlanlage, welche aus einer Schlägermühle mit Ventilator- und Siebanlage besteht, aus der der Brennstoff, soweit er genügende Feinheit besitzt, direkt in die beiden Brenner der Staubfeuerung geblasen wird. Ein zweiter elektrisch angetriebener Ventilator liefert Sekundärluft mit rd. 260° Temperatur, welche ringförmig um die Primärluftzuführung herum in die Brenner geblasen wird. Eine Verteilung der Sekundärluftzuführung auf die Vorderwand und die Seitenwände der Brennkammern ist nicht zu erkennen. Aus den aus Abb. 11 ersichtlichen Öffnungen in den Wandungen der Brennkammer ist zu entnehmen, daß lediglich durch den Unterdruck im Feuerraum kalte Sekundärluft durch die vorgesehenen Öffnungen angesaugt werden soll. Für die Schlägermühle, deren Bauart als besonders erfolgreich und zufriedenstellend hingestellt wird, wird ein Kraftbedarf von 14 kW für 1 h und 1 t Kohle angegeben bei einem Wassergehalt der letzteren von 15 %. Woher die Erwärmung der Sekundärluft kommt, ist dem Bericht nicht zu entnehmen. Es wird nur gesagt, daß bei einer Lufttemperatur von 260° die Leistungen des Trockners und der Mühle gegeneinander ausgeglichen sind. Die mitgeteilten Leistungsergebnisse der Anlage sind mit Vorsicht aufzunehmen, da sie sich lediglich auf zweistündige Versuche gründen.

[2] Eine weitergehende Auswertung der Meßergebnisse dieser Untersuchung ist auf S. 57 veröffentlicht.



Unter dieser Voraussetzung kann gesagt werden, daß bei einer Speisewasser-Eintrittstemperatur von 45°, einem Dampfdruck von 15,3 atü und einer Dampftemperatur von 280° hinter dem Überhitzer eine stündliche Dampfleistung von 12 700 kg erzielt wurde, was einer Heizflächenbelastung von 26,4 kg entspricht. Die stündlich verfeuerte Kohlenmenge war bei dem Versuch 1700 kg, so daß also mit dem Halbkoks von 5850 kcal Heizwert eine Verdampfungsziffer von 7,45 erzielt wurde. Der Kesselwirkungsgrad errechnet sich dabei einschließlich Vorwärmer zu 83,5 %. Die abgehenden Rauchgasverhältnisse werden gekennzeichnet durch die Temperatur von 200° und den Kohlensäuregehalt von 16,5 %. Dabei wird noch hervorgehoben, daß vor der Verfeuerung des Halbkokses in der Schwelanlage auf 1 t ursprünglicher Kohle noch 88,5 l Rohöl gewonnen wurden, von denen etwa 25 % als Maschinenöl bezeichnet werden. Außerdem lieferte jede Tonne der Originalkohle noch 200 m³ Gas von etwa 4300 kcal/m³ Heizwert. Die Schwelanlage hätte also bei einem Halbkoksanfall von 72,5 % eine Ölausbeute von 9,05 % und eine Gasausbeute von 11,7 % erbracht. Die mit dem Halbkoks nachher in der Staubfeuerung erzielten Ergebnisse entsprechen den oben mitgeteilten. Über die Haltbarkeit der Brennkammern, über die Frage der Schlackenbeseitigung usw. ist nichts gesagt, ebenso ist keine Andeutung darüber gemacht, ob der Halbkoks in der Schlägermühle zum Schmieren neigte, wie es wohl in Deutschland beobachtet wurde, oder nicht. Für die bisherige Gesamtbetriebezeit der Anlage bringt der Bericht gleichfalls keine Anhaltspunkte. (Engg. Bd. 122, S. 720.) *Eb.*



a Kohlenbunker
b Kohlentrockner
c Rohrleitung für Sekundärluft
d Ventilator *f*
e Ventilator für Trockner
f Pulvermühle
g Speisepumpen
h Elevator
i Fuchs
k Sohle des Aschenkanals

Abb. 11. Kesselanlage für Kohlenstaubfeuerung.

Werkstatt und Baustoffe.

Selbsttätiger elektrisch geheizter Ofen zur Warmbehandlung von Federn. — Auf dem Werk von L. A. Young Industries, Inc. Detroit, Mich., wurde kürzlich ein kontinuierlicher, elektrisch geheizter Rollherd-Ofen aufgestellt zur Warmbehandlung der Ventilfedern für Automobile und sonstiger kleiner Federn. Der Ofen, Abb. 12, besteht aus hochwertigen feuerfesten und Isolationsmaterialien, die Mauern sind außerhalb der feuerfesten Mauerung noch mit einer 350 mm-Lage von Sil-O-Cel-Steinen isoliert und der ganze Ofen mit einem Blechmantel umgeben. Die ganze Länge des Ofens beträgt 5,34 m und die Breite 1,22 m. Die ganze Einrichtung einschließlich selbsttätigem Ablöschbehälter, Schwerkraft-Transporteinrichtung und Becherwerk nimmt einen Raum von 7,93 × 3,05 m ein. Der Herd hat eine wirkungsvolle

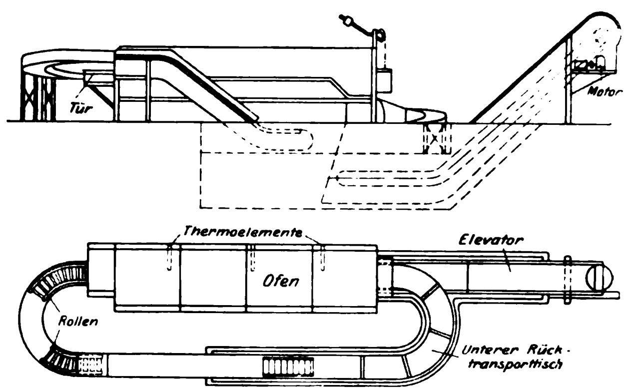


Abb. 12. Plan und Ansicht eines kontinuierlichen Wärmeofens mit elektrischer Heizung.

Heizzone von 500 mm Breite und 4,72 m Länge und wird aus Metallrollen aus wärmebeständigem Duralumin, die auf Kugellagern laufen, gebildet. Diese Rollen werden durch zwei Motoren durch Ketten und Schneckenräder angetrieben. Die Motoren laufen mit konstanter Drehzahl, aber durch veränderliche Geschwindigkeits-Übersetzungsgetriebe kann die Zeit des Durchganges durch den Ofen von 7 auf 35 min verändert werden. Zum Anzeigen der jeweiligen Geschwindigkeit dient ein Geschwindigkeitsanzeiger.

Die Heizelemente sind aus schweren Nickel-Chrom-Bändern gebildet, die unter dem Rollherd und am Gewölbe angebracht sind. Die Werkstücke befinden sich in Kästen, die auf den Metallrollen laufen. Die Heizelemente sind für eine Dreiphasenspannung von 55 V bestimmt und in drei Kontrollzonen geteilt, von denen jede Zone 33⅓ kW verbraucht, so daß der gesamte Stromverbrauch 100 kW beträgt. Die erste Zone wird auf 843° C, die zweite auf 870° und die dritte auf 880° gehalten. Zur Einstellung des Stromverbrauchs dienen drei Kontrollinstrumente (Leeds & Northrup).

Der selbsttätige Ablöschbehälter enthält ein endloses Transportband, welches mit Löchern zum Abtropfen versehen ist. Es läuft in Kugellagern und wird von einem 1 PS-Motor angetrieben. Das Öl wird mit 34 l/min ständig in Umlauf gehalten. Der mit Federn beladene Kasten wird am Ende des Ofens selbsttätig gekippt, wodurch die Federn über eine geschlossene Rutsche in den Ölbehälter fallen. Hierauf wird der Kasten durch eine Tür aus dem Ofen ausgestoßen und läuft auf dem Schwerkraft-Transporttisch wieder zur Beladestation. Die abgelöschten und gehärteten Federn werden mit dem obenerwähnten Transportband aus dem Ölbehälter herausgehoben und in Körbe verladen. (O. C. Trautmann, Fuel and Furnaces Bd. 5, S. 895.) *Ill.*

Verschiedenes.

Elektrische Parlamentsabstimmung. — Dem finnischen Reichstage wurde vor einigen Jahren von einem einheimischen Erfinder der Vorschlag gemacht, die Abstimmungen auf elektrischem Wege vor sich gehen zu lassen. Der Vorschlag fand allgemeinen Beifall, und es wurde beschlossen, der Frage näherzutreten. Das vom Erfinder erdachte System erschien nicht einfach genug, aber wo die Anregung einmal gegeben, traten neue Bewerber auf. Der Reichstag beschloß daraufhin, die Firma L. N. Ericsson, Stockholm, mit der endgültigen Ausarbeitung und



Ausführung des Projektes zu beauftragen. Genannte Firma hat den Auftrag nunmehr ausgeführt und einen neuen Apparat konstruiert, der eine zuverlässige Zählung der bei einer Wahl abgegebenen Stimmen in sehr kurzer Zeit ausführt. Der neue Apparat ist im Sitzungssaal des finnischen Reichstages aufgestellt und seit September 1927 in Betrieb. Mit demselben wird die Abstimmung binnen 1½ min ausgeführt, wodurch viel Zeit erspart wird.

Auf dem Pult vor jedem Reichstagsabgeordneten befindet sich eine weiße Signallampe und zu jeder Seite derselben ein Druckknopf mit der Aufschrift „Ja" bzw. „Nein". Durch Niederdrücken eines oder beider Druckknöpfe werden die in einem besonderen Schrank aufmontierten zugehörigen Relais betätigt, welche die entsprechenden drei Stromkreise schließen. Es können also von dem ebenfalls im Schrank untergebrachten elektrisch angetriebenen Rechenwerk vier Gruppen nach dem Prinzip der Gesprächszähler gezählt werden, nämlich Ja, Nein, Stimmenenthaltung und Nichtanwesende. Das Resultat erscheint in vier Reihen untereinander in großen erleuchteten Buchstaben und Zahlen an der Wand. Da die Schlußsumme stets 199, entsprechend der gesamten stimmenden Mitgliederzahl, ergeben muß, ist eine Kontrolle erreicht. Ein wiederholtes Niederdrücken der Knöpfe ist zwecklos, da von jedem Platz nur eine Stimme abgegeben werden kann. Auf dem Tisch des Vorsitzenden ist eine kleine Kopiereinrichtung nebst Kommandoapparat vorgesehen. Soll eine Abstimmung vorgenommen werden, drückt der Vorsitzende auf die Signaltaste und eine grüne an seinem Tisch angebrachte Signallampe leuchtet auf zum Zeichen, daß die Abstimmung beginnt. Durch Druck auf eine zweite Taste gibt der Vorsitzende das Rechenwerk frei. Im selben Augenblick erlöschen die weißen Signallampen auf den Pulten der Reichstagsmitglieder. Nunmehr abgegebene Stimmen werden nicht registriert. Gleichzeitig wird die Lichttafel an der Wand erleuchtet zur Kontrolle, daß das Rechenwerk auf Null steht.

Die Zusammenzählung geschieht nun selbsttätig in Reihenfolge und Ordnung, und das Resultat erscheint nach erfolgter Zählung an der Lichttafel und im Apparat beim Vorsitzenden. Der Vorsitzende stellt nun die Vorrichtung ab und auf Null, wonach eine neue Abstimmung stattfinden kann. Die Feststellung des Wahlergebnisses erfordert bei 200 Stimmunterlagen nur etwa 90 s. *Klst.*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die vom Statistischen Reichsamt[2] berücksichtigten 122 Elektrizitätswerke haben im Oktober 1927 (26 Arbeitstage) 1164,2 Mill. kWh selbst erzeugt, d. s. 85 Mill. kWh mehr als im Vormonat (1079,2 Mill. kWh[3]), 208,8 Mill. kWh mehr als im gleichen Monat von 1926 (955,4 Mill. kWh) und je Arbeitstag 44,778 Mill. kWh (41,506 i. Vm.[3] und 36,744 i. V.). Die arbeitstägliche Meßziffer ist gegen den Monatsdurchschnitt 1925 auf 132,62 gestiegen, gegen den gleichen Monat des Vorjahres aber auf 121,86 gefallen. Der Anschlußwert der von 103 Werken unmittelbar belieferten industriellen und gewerblichen Abnehmer stellte sich im September (26 Arbeitstage) auf 3,777 Mill. kW (3,756 i. Vm.[3], 3,546 i. V.) und der Verbrauch dieser Konsumenten im ganzen auf 436,8 Mill. kWh (423,1 i. Vm.[3], 335,5 i. V.), also auf 16,801 Mill. kWh je Arbeitstag (15,670 i. Vm.[3], 12,905 i. V.). Auf 1 kW Anschlußwert entfielen arbeitstäglich 4,45 kWh (4,17 i. Vm., 364 i. V.). Als Meßziffern ergeben sich gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 115,30, gegen den gleichen Monat des Vorjahres 122,22.

Die bayerischen Wasserkraftanlagen zu Beginn des Jahres 1927[4]. — Gemäß Anordnung des bayerischen Staatsministeriums des Innern vom 6. II. 1926 hat im Lauf des Jahres 1926 eine allgemeine Zählung sämtlicher in Bayern vorhandenen und im Bau begriffenen Wasserkraftanlagen stattgefunden, welche durch Wasserräder oder Turbinen Arbeitsmaschinen bzw. elektrische Generatoren antreiben. Durch diese Erhebungen sind zum erstenmal in Bayern auch die kleinen und kleinsten Wasserkraftanlagen festgestellt worden, über deren Anzahl und Größe man bisher auf ziemlich vage Schätzungen angewiesen war. Als Leistung war die Ausbauleistung (größte Leistung) in PS in den Fragebogen angegeben. Die in der hier besprochenen Schrift enthaltenen Angaben über die mittleren Leistungen und die noch erschließbaren Ausbauleistungen sind dem schon früher von der Obersten Baubehörde herausgegebenen Werk „Wasserkraftausnützung in Bayern" entnommen. Durch eine besondere Verfügung des Staatsministeriums des Innern wurden alle im Lauf des Jahres 1926 noch eingetretenen Änderungen (Neubauten, Erweiterungen, Stilllegungen) erfaßt, so daß die Schrift den Stand vom 1. I. 1927 wiedergibt. Die gleiche Bekanntmachung sichert auch eine entsprechende Fortschreibung der gewonnenen Ergebnisse.

Abschnitt I gibt einen interessanten Einblick in die „Entwicklung des Wasserkraftausbaues in Bayern". Den Aufschwung, den dieser während und nach dem Kriege infolge des empfindlichen Kohlenmangels genommen hat, und welche Kräfte anderseits noch erschließbar sind, zeigen folgende Zahlen des Abschnittes II „Stand der Wasserkrafterschließung in Bayern am 1. Januar 1927":

	Anfang 1914	Anfang 1927	Zunahme %	noch erschließbar Mill. PS
Zahl der Anlagen	11 400	11 941		
Ausbauleistung in PS	299 000	939 710	313	2,717
Mittlere Leistung „ „	220 000	594 000	270	1,569

Die bayerischen Wasserkräfte sind hiernach zu 25,7 % der möglichen Ausbauleistung und zu 27,5 % der erzielbaren gesamten mittleren Leistung nutzbar gemacht.

Bei der Eingliederung der Anlagen in 8 verschiedene Werkgrößen, beginnend mit 1 bis 10 PS und endigend mit mehr als 5000 PS ergibt sich, daß die kleinste Gruppe, der Anzahl nach 67,55 %, der Leistung nach aber nur 3,95 % aller Anlagen umfaßt, während die letzte Gruppe (5000 PS und mehr) der Anzahl nach nur 0,14 %, der Leistung nach aber 63,91 % aller Werke enthält, nämlich 600 600 PS.

Die z. Z. fünf größten Werke sind folgende:

	Ausbau	mittl. Leistung
Walchenseewerk	168 000 PS	30 000 PS
Mittlere Isar	110 000 „	82 200 „
Innwerk (Töging)	100 000 „	76 000 „
Kachletstufe	60 000 „	44 200 „
Alzwerk (Holzfeld)	40 000 „	30 000 „
Zusammen	478 000 PS	262 400 PS.

Weiter werden die vier Flußgebiete Donau, Rhein, Elbe und Weser einzeln besprochen. Die wichtigsten Zahlen des Endergebnisses sind folgende:

Flußgebiet	Zahl der Anlagen	Ausgebaute Leistung PS	Ausgebaute Leistung in % der erschließbaren Gesamtleistung
Donau	7 639	861 350	28,2
Rhein	3 904	69 543	11,9
Elbe	396	8 808	52,7
Weser	2	9	.
Summe	11 941	939 710	25,7

Es folgt hieraus, daß die bayerischen Wasserkräfte sich der Zahl nach hauptsächlich über Donau und Rhein verteilen, das Gebiet der Donau aber der Ausbauleistung nach 91,66 % der gesamten bayerischen Wasserkraftleistungen umfaßt.

Abschnitt III behandelt „Die bayerischen Wasserkraftanlagen nach ihren Verwendungsarten". Nach den in der früheren Schrift „Wasserkraftausnützung in Bayern" bereits angestellten Untersuchungen ist eine Umstellung des jetzigen und des künftigen Energiebedarfs auf Wasserkraft in folgendem Umfange möglich:

für allgemeine Licht- und Kraftversorgung bis zu 85 %
„ die Bahnstromversorgung . . . . . . „ „ 70 %
„ industrielle Wärmeausnützung . . . . „ „ 5 %
„ Hausbrand und Wärmebedarf des Kleingewerbes . . . . „ „ 5 %.

Interessant ist ferner folgende Zusammenstellung, welche die einzelnen Verwendungszwecke angibt, denen, nach Zahl und Ausbauleistung geordnet, die bayerischen Wasserkräfte dienen:

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1821
[2] Wirtsch. u. Stat. Bd. 7, 1927, S. 970.
[3] Nachträglich geänderte Angabe.
[4] Heft 107 der Beiträge zur Statistik Bayerns. Herausgegeben vom Bayer. Statistischen Landesamt München 1927, J. Lindauersche Universitäts-Buchhandlung (Schöpping). Vgl. auch ETZ 1926, S. 963, 103.



	Zahl der Anlagen	Ausbau-leistung PS
Elektrizitäts- und Bahnstromversorgung	969	532 659
Elektrochemische u. elektrometallurgische Großindustrie . . .	8	185 310
Mühlen und Sägen	8 197	104 845
Papier- u. Holzstoffindustrie (mit Vervielfältigungsgewerbe) . .	146	38 316
Textilindustrie	134	37 427
Sonstige gewerbliche und rein landwirtschaftliche Betriebe .	2 487	41 153
Zusammen	11 941	939 710.

Die elektrochemische und elektrometallurgische Großindustrie hat sich im Flußgebiet des Inn (5 Anlagen), der Alz (2 Anlagen) und des Lech (1 Anlage) angesiedelt. Von diesen 8 vorhandenen Kraftwerken sind die weitaus größten das Innwerk, Bayer. Aluminium A. G. mit einer Ausbauleistung von 100 000 PS und das Kraftwerk Holzfeld der Alzwerke G. m. b. H. mit einer Ausbauleistung von 40 000 PS. Die übrigen 6 Werke verfügen zusammen über 35 310 PS, leisten also durchschnittlich nur 7550 PS. Nach den Schätzungen der obersten Baubehörde könnten für diese Großindustrien noch etwa 396 000 PS mittlere Leistung freigehalten werden, selbst wenn für eine auf zehn Millionen angewachsene Bevölkerung die für die allgemeine Landes- und Bahnversorgung benötigte elektrische Energie zurückgestellt werden würde.

Welch stattlicher Anteil der Erzeugung elektrischer Energie bei der Ausnutzung der Wasserkräfte zukommt, geht aus folgenden Zahlen hervor. Von den 11 437 vorhandenen Wasserkraftanlagen dienten 3501 oder 30,6 % der Erzeugung elektrischer Energie. Von der Ausbauleistung von 934 214 PS aber wurden 823 636 PS bzw. 88,2 % für diesen Zweck verwendet.

Dem eigenen Bedürfnisse dienten	1939	Anlagen mit	61 370 PS.
Für Eigenbedarf mit Versorgung von nicht weniger als 5 Anwesen arbeiteten	289	„ „	6 252 PS.
Für Eigenbedarf u. Stromabgabe im größeren Umfange	1273	„ „	756 014 PS.
Zusammen	3501	Anlagen mit	823 636 PS.

Abschnitt IV gibt Auskunft über Art, Anzahl und Größe der vorhandenen „Wassermotoren":

in 7571 Anlagen befanden sich Wasserräder mit 59 658 PS Leistung,
in 4002 Anlagen befanden sich Turbinen mit 871 278 PS Leistung,
in 368 Anlagen befanden sich Wasserräder und Turbinen mit 8774 PS Leistung.

Es waren also der Anzahl nach doch noch in 67 % aller Anlagen Wasserräder eingebaut. Diese finden sich aber natürlich nur in der Gruppe der kleinen Anlagen; in Anlagen von 500 PS und mehr Leistung kommen sie überhaupt nicht mehr vor. Die Durchschnittsleistung eines Wasserrades betrug 8 PS, die einer Wasserturbine 218 PS.

Von den wirtschaftlich so überaus wichtigen „Wasserspeicheranlagen und Kraftreserven" werden in Abschnitt V die 10 größten aufgeführt. Sieben hatten einen Nutzinhalt von mehr als 1 Mill. m³. Das weitaus größte Staubecken besitzt das Walchenseewerk mit 78 Mill. m³ Inhalt. Über die kleinen Speicheranlagen und vor allem über die Reserven an Dampfmaschinen, Explosionsmotoren, Fremdstrombezug usw. liegen keine erschöpfenden Angaben vor.

Wertvoll sind auch die Angaben des Abschnittes VI über die „Benützungsdauer der Wasserkraftanlagen nach Jahresbetriebsstunden" in den verschiedenen Erwerbszweigen. Die größte Benutzungsdauer weist natürlich die elektrochemische und metallurgische Industrie auf, die im Durchschnitt auf 8670 Jahresbenutzungsstunden kommt, also praktisch ununterbrochen arbeitet. Die kleinsten Benutzungsstunden, nämlich 2532 h, haben die Mühlen und Sägen. Die allgemeine Landes- und Bahnversorgung bringt es auf 4624 h, die Papier- und Holzstoffindustrie, einschließlich des Vervielfältigungsgewerbes, sogar auf 5695 h.

Auch die Zahl der Arbeitskräfte ist von der Erhebung erfaßt worden, soweit letztere invalidenversicherungspflichtig sind. Nach Abschnitt VII wurden in 7796 Betrieben 88 131 versicherungspflichtige Arbeiter beschäftigt. Es entfallen also auf einen Betrieb im Durchschnitt 11 Arbeiter. Die 13 Großbetriebe mit mehr als 5000 PS beschäftigten durchschnittlich 155 Arbeiter; in den kleinsten Betrieben (1 bis 10 PS) waren dagegen durchschnittlich nur 2 versicherungspflichtige Arbeiter tätig.

Im Schlußabschnitt VIII werden die „Besitzverhältnisse" untersucht. Hiernach gehören dem bayerischen Staate unmittelbar nur 17 Wasserkraftanlagen mit einer Ausbauleistung von 1749 PS, da ja die Großunternehmungen, wie Walchenseewerk, Mittlere Isar usw., in die Form von Gesellschaften des Handelsrechts gebracht sind. Ferner gehören der Reichspost und der Reichsbahn-Gesellschaft 4 Anlagen mit 8383 PS, Gemeinden, Genossenschaften, Verbänden, Verwaltungen usw. 624 Anlagen mit 66 933 PS, privaten Einzelbesitzern 10 760 Anlagen mit 181 922 PS, Aktien- und sonstigen Handelsgesellschaften 536 Anlagen mit 680 723 PS.

Man ersieht hieraus, daß der Anzahl nach der Privatbesitz weit überwiegt, der Leistung nach die Aktien- und sonstigen Handelsgesellschaften.

Dem textlichen Teil der Schrift folgt ein ausführliches Tabellenwerk, in welchem die in jenem generell erörterten Feststellungen einzeln aufgeführt werden, getrennt nach den Flußgebieten, den Verwendungsarten der Krafterzeugung und den Größengruppen der Anlagen. Eine Übersichtskarte über die bayerischen Wasserläufe mit den Wasserkraftanlagen von 500 PS und mehr Ausbauleistung, aus welcher die Größenverhältnisse der einzelnen Anlagen aber leider nicht zu ersehen sind, beschließt die außerordentlich interessante und wertvolle Arbeit. Die Darstellung hat Reg.-Rat Lang verfaßt.

Es wäre äußerst wertvoll, wenn auch die übrigen deutschen Länder ähnlich ausführliche Darlegungen der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse ihrer Gebiete bekanntgeben würden. Die wichtigsten Unterlagen hierfür hat die allgemeine Volks-Berufs- und Betriebszählung 1925 beigebracht; denn von dieser sind bei der Feststellung der Antriebsmaschinen auch die Wasserräder und Wasserturbinen ihrer Anzahl und Leistung nach erfaßt worden[1]. Thierbach.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Eine Warnung des Reichspatentamtes. — Das Reichspatentamt legt seit kurzem den Bekanntmachungsbeschlüssen von Patentanmeldungen und den Urkunden von Gebrauchsmustern folgende Warnung vor den Gefahren bei, die erfahrungsgemäß an die Anmelder nach dem Bekanntwerden ihrer Erfindungen herantreten:

„Die amtliche Veröffentlichung einer Patent- oder Gebrauchsmusteranmeldung hat regelmäßig zur Folge, daß betriebsame Personen oder Firmen unaufgefordert dem Anmelder ihre Dienste zur Verwertung der Erfindung oder zum Erwerb ausländischer Patente anbieten.

Wer ohne sorgfältige Prüfung der Person und der Sache auf ein derartiges Angebot eingeht, setzt sich der Gefahr aus, in unübersehbare Verbindlichkeiten verstrickt zu werden und sieht in den seltensten Fällen seine Hoffnung auf Gewinn in Erfüllung gehen. Viele Erfinder sind durch schwindelhafte Vorspiegelungen zu Schaden gekommen und haben hinterher die Urheber ihrer Enttäuschung nicht zur Rechenschaft ziehen können, weil diese es verstanden hatten, ihre Unerfahrenheit oder Leichtgläubigkeit bei dem Geschäftsabschluß geschickt auszunutzen.

Dem Anmelder wird deshalb dringend die Beobachtung der allergrößten Vorsicht empfohlen, wenn ihm nach der Veröffentlichung dieser Anmeldung Angebote der bezeichneten Art zugehen."

Es ist zu hoffen, daß diese Warnung auf fruchtbaren Boden fallen und dazu beitragen wird, den Schwindel auf diesem Gebiet einzudämmen.

Bedeutung der mündlichen Verhandlung vor Patentprüfungsstellen. — Die Beschwerdeabteilung II des Reichspatentamtes hatte sich in einem Beschluß vom 21. X. 1927[2] mit einem Fall zu beschäftigen, in dem mündliche Verhandlung vor der Prüfungsstelle stattgefunden hatte. Im weiteren Verlauf des Prüfverfahrens trat ein Wechsel in der Person des Prüfers ein, weshalb der Anmelder noch einmal Antrag auf mündliche Verhandlung stellte. Dieser wurde von dem Prüfer mit dem Hinweis auf die Geschäftslage des Amtes abgelehnt und die Anmeldung zurückgewiesen. Die Beschwerdeabteilung stellte fest, daß die

[1] Vgl. auch: „Die Wasserkräfte des Berg- und Hügellandes in Preußen und benachbarten Staatsgebieten", ETZ 1915, S. 343.
[2] s. Blatt für Patentwesen 1927, S. 256.



Zurückweisung dem Grundgedanken der mündlichen Verhandlung widerspreche, die ein besonders wirksames Aufklärungsmittel im Patenterteilungsverfahren bilde. Die mündlichen Ausführungen des Anmelders könnten daher nur die vom Gesetz gewährleistete Bedeutung haben, wenn sie demjenigen Beamten gegenüber vorgetragen würden, der die Entscheidung über die Anmeldung treffe. Die Ablehnung der mündlichen Verhandlung war also als erheblicher Verfahrensmangel anzusehen und der zurückweisende Beschluß daher aufzuheben.

Dieser Beschluß wird der großen Bedeutung der mündlichen Verhandlung durchaus gerecht.

Bedeutung des Unteranspruchs bei Patenten. — Der I. Zivilsenat des RG. hat in seiner Entscheidung vom 17. IX. 1927[1] sich über die Stellung des Unteranspruchs wie folgt ausgesprochen: „Damit einem Unteranspruch Patentschutz zuerkannt werden kann, genügt es nach ständiger Rechtsprechung, daß die in ihm beschriebene Vorrichtung die Erreichung des Zwecks des Hauptanspruchs wesentlich unterstützt, den in diesem enthaltenen Erfindungsgedanken in besonders zweckmäßiger Weise verwirklicht. Nur dann allerdings verdient der Unteranspruch Schutz, wenn er einen Gedanken enthält, der im Rahmen des ganzen Patents noch als eine nicht ohne weiteres aus den Verhältnissen gegebene Überlegung zu bewerten ist. Es kommt danach nicht darauf an, ob das, was der Unteranspruch bringt, im einzelnen schon anderweitig bekannt war, sondern ob die durch ihn gegebene Ausgestaltung des Hauptanspruchs eine Überlegung der bezeichneten Art erforderte und nicht etwa nur technisch selbstverständliches brachte."

Versäumung der fünfjährigen Ausschlußfrist für Nichtigkeitsklagen. — Nach § 28 Abs. 3 PG. ist der Antrag auf Nichtigkeit eines Patentes, wenn er sich darauf stützt, daß der Gegenstand nach §§ 1 und 2 PG. nicht patentfähig war, nach Ablauf von fünf Jahren vom Tage der Bekanntmachung ab unstatthaft. Die Nichtigkeitsabteilung des Reichspatentamtes hatte in einer Entscheidung vom 9. VI. 1927[2] dazu Stellung zu nehmen, ob die Wiedereinsetzung in den vorigen Stand gegen die Versäumung dieser fünfjährigen Ausschlußfrist statthaft sei. Sie hat die Frage verneint mit der Begründung, daß Wiedereinsetzung nur gewährt werden könne, wenn der Antragsteller durch unabwendbare Zufälle verhindert worden sei, dem Reichspatentamt gegenüber eine Frist einzuhalten, deren Versäumung nach gesetzlicher Vorschrift einen Rechtsnachteil zur Folge habe, der unmittelbar für den einzelnen eintreten müsse. Ein solcher Rechtsnachteil für den einzelnen liege aber nicht vor, wenn die Allgemeinheit nach Ablauf von fünf Jahren verhindert sein solle, ein erteiltes Patent aus bestimmten Gründen anzugreifen. Diese Bestimmung sei vielmehr geschaffen, um den Besitzstand des Patentinhabers zu sichern. Mithin lägen die Voraussetzungen für die Wiedereinsetzung nicht vor.

[1] Blatt für Patentwesen 1927, S. 256.
[2] „ „ „ „ 1927, S. 234.

Gewerblicher Rechtschutz in China. — Nach einer neuen Bekanntmachung des chinesischen Ministeriums für Ackerbau und Handel können Angehörige der Vertragstaaten, solange ein chinesisches Patentgesetz nicht erlassen ist, für diejenigen Erfindungen, auf die ihnen von dem Patentamt ihres Staates oder anderer Staaten ein Patent erteilt ist, innerhalb der Dauer dieses Patentes die vorläufige Registrierung beantragen. Über die erfolgte Registrierung wird ein Ausweis erteilt, jedoch vorläufig nicht ein Patent eingetragen. Es soll jedoch später, wenn das Patentgesetz erlassen wird, die zeitliche Reihenfolge der Registrierungsanträge für die Priorität der dann erfolgenden Patentanmeldungen maßgebend sein. Bei Postsendungen ist das Datum des Poststempels des Absendeortes als Tag des Antrags anzusehen. (Es ist nicht klar, ob das nur für chinesische oder auch ausländische Orte gilt.) Registriert werden können Patente, Gebrauchsmuster und Geschmacksmuster. Die Anträge müssen in chinesischer Sprache abgefaßt, die Beschreibungen von einer Übersetzung in chinesischer Sprache begleitet sein. Der Antragsteller muß eine Bescheinigung über die Eintragung an einem anderen Patentamt sowie einen Nachweis seiner Nationalität beibringen und, soweit er in China keinen Wohnsitz hat, einen dort ansässigen Vertreter bestellen. Für die Registrierung werden Gebühren erhoben. Es handelt sich somit vorläufig nur um Sicherungen der Priorität, ein eigentlicher Schutz kann z. Z. noch nicht geltend gemacht werden.

Anmeldung britischer Patente in Irland. — Die bisherigen Berichte ließen Zweifel darüber zu, ob die Frist von sechs Monaten für die Anmeldung von britischen Patenten, die vor dem 1. X. 1927 erteilt waren, bei dem irischen Patentamt sich nur auf die Zahlung der ersten Gebühr bezieht oder ob auch die während der Laufzeit der Frist etwa fällig werdenden Erneuerungsgebühren gezahlt werden müssen. Nach einer Mitteilung des irischen Patentamtes an das deutsche Generalkonsulat in Dublin vertritt ersteres die Auffassung, daß das Gesetz keine Handhabe für die Ausdehnung der Frist auf die Erneuerungsgebühren bietet, so daß praktisch trotz der Fristbestimmung die Anmeldung vor dem Fälligwerden der Erneuerungsgebühr erfolgen muß. Wer also als Inhaber britischer Patente seine Patentrechte im irischen Freistaat wahren will, wird zweckmäßig seine Anmeldungen sofort in die Wege leiten. Die erwähnten Einschränkungen gelten hinsichtlich britischer Patente, aber nicht für die Anmeldung von Mustern und Warenzeichen, die bereits in Großbritannien eingetragen sind. Zwecks Vereinfachung der Formalitäten usw. dürfte aber auch für diese Anmeldungen nach Ansicht des Generalkonsulats das Verfahren zu wählen sein, wie es für vom britischen Patentamt eingetragene Muster und Warenzeichen vorgesehen ist, d. h. es wird auch hier zweckmäßig die Frist von sechs Monaten eingehalten werden.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle. Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur Jahresversammlung des Elektrotechnischen Vereins am Dienstag, dem 17. Januar 1928, abends 7.30 Uhr, pünktlich in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen — Vorlage des Kassenberichts für 1927 — Wahl der Kassenprüfer.
2. Neuwahl des Vorstandes und Ergänzungswahl des Ausschusses.
3. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. König (Frankfurt am Main) über „Darstellung von Schalt- und Überspannungs-Vorgängen in Bild und Film".

Inhaltsangabe:

I. Überspannungsvorgänge lassen sich durch Wiedergabe entsprechender Experimente im Bild und Film anschaulich erläutern. Folgende Erscheinungen werden gezeigt:
   1. Entstehung atmosphärischer Überspannungen in Hochspannungsnetzen.
   2. Auswirkung der Überspannungen.
   3. Bekämpfung der Überspannungen.

II. Experimentelle Untersuchungen des Wechselstrom-Ausschaltvorganges unter Öl, mit Hilfe der Momentphotographie des kinematographischen Aufnahmeverfahrens und der Zeitlupe bringen eine weitere Vertiefung der Kenntnis über diesen wichtigen Vorgang.
   Die Untersuchungen behandeln im wesentlichen:
   1. Die Wechselwirkung zwischen Lichtbogen, Gasblase und Öl.
   2. Lichtbogen-Bewegung.
   3. Das Löschkammer-Problem.
   4. Die Rolle des Öles im Ölschalter.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingange Gastkarten bereitgehalten werden.

Eingeführte Gäste willkommen!



Nachsitzung im „Hotel am Tiergarten", Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
Dr. Köttgen.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins E. V.

am Freitag, dem 13. Januar 1928.

Der in Heft 44 und 51 der ETZ angekündigte „Gesellige Abend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 13. I. 1928, wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;

8 bis 9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen);

hierauf: Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Die Mitglieder nebst ihren Angehörigen und eingeführten Gästen werden gebeten, der Einladung recht zahlreich Folge zu leisten.

Eintrittskarten zum Preise von 5 RM, die auch zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränk) berechtigen, sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Potsdamer Str. 118 a II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind schriftliche Bestellungen bis 10. I. unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftstelle des Vereins, in der ein Plan des Marmorsaalkomplexes ausliegt, entgegengenommen.

Sitzung

des Elektrotechnischen Vereins am 13. Dezember 1927 in der Technischen Hochschule.

Vorsitz: Herr Dr.-Ing. E. h. Köttgen.

Nach Bekanntgabe einiger geschäftlichen Mitteilungen in der stark besuchten Versammlung erteilte der Vorsitzende Herrn Dipl.-Ing. Rehmer, Mitglied des Vorstandes der Berliner Städt. Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (Bewag), das Wort zu seinem Vortrag:

Zur Zukunft der Berliner Elektrizitätsversorgung.

Der Vortragende sprach zunächst über die Möglichkeiten der Stromerzeugung für unsere Großstädte. Die Fachkreise interessierten seine Ausführungen um so lebhafter, als alle Probleme der Elektrizitätserzeugung im Großen in Berlin verschärft auftreten und hier am ehesten zu einer Lösung drängen. Der Vortragende betonte eingangs, daß er aus dem Arbeitsgebiete der Bewag nur die wichtigsten Punkte herausschöpfe und den demnächst zu erwartenden Beschlüssen der reichshauptstädtischen Werke zu den einzelnen Problemen nicht vorgreifen wolle. Die Bewag hat die Entwicklungstendenz der Stromversorgung außerordentlich sicher geschätzt. Der jährliche Zuwachs an Spitzenbelastung seit 1924 betrug etwa 40 bis 50 000 kW; an Grundlast etwa 25 000 bis 30 000 kW. Beide Zahlen liegen mehr nach der oberen Grenze des Bereiches hin, der von der Bewag vor drei Jahren mit 15- bis 25prozentiger Steigerung geschätzt worden war. Von 1923 bis 1926 hat sich die nutzbare Selbsterzeugung von 151,5 Mill. auf 412,1 Mill. vermehrt. Die in gleichen Abschnitten bezogenen Fernstrommengen sind von 329,2 auf 396,7 Mill. gesteigert worden. Immerhin vermehrte sich der Anteil der Eigenerzeugung an der Gesamtstrommenge von 31,5 % im Jahre 1923 auf 50,95 % im Jahre 1926 und ist immer noch im Steigen. 1926 wurden insgesamt 8088 Mill. kWh nutzbar erzeugt. Anfang Dezember 1927 wurde in der Berliner Stromerzeugung die erste Milliarde überschritten. Am 12. Dezember hatte Berlin schon eine Spitzenbelastung von 354 000 kW.

Daß diese Strommengen einer noch außerordentlichen Steigerung fähig sind, beweisen Vergleichsziffern zwischen den Berliner Stromverbrauchen und ausländischen. Ein Stromverbrauch von 194,7 kWh je Kopf der Bevölkerung in Berlin (1926) steht einem solchen von 700 kWh in der Schweiz, 612 in Kanada und 472 in den V. S. Amerika gegenüber. Diese Zahlen geben die mögliche Steigerung des Berliner Stromabsatzes wieder und müssen von einer vorausschauenden Elektrizitätsgesellschaft beachtet werden.

Im Winter 1926/27 betrug die Spitzenbelastung in Berlin rund 300 000 kW. Diese Leistung wurde über 19 sogenannte 30/6 kV-Abspannwerke von rund 398 000 kW geleitet. 25 000 kW etwa brauchten nicht zu 6 kV-Strom abgespannt zu werden. Der Rest wurde den Umformwerken und Stützpunkten zugeleitet. In den Umformwerken steht zur Erzeugung der Gleichstrommenge eine Leistung von rund 200 000 kW bereit. Eine Reihe von Umschaltarbeiten im Gleichstromnetz auf Drehstrom bezweckte die Verminderung der Gleichstrombelastung; auch im Drehstromnetz wurden Niederspannungsnetze von 3 × 120 auf 3 × 220 V umgeschaltet. Jeder Versorgungspunkt des Bewag-Stromnetzes wird heute von zwei Kraftquellen über zwei Zuleitungen hin gespeist, so daß Störungen möglichst vermieden sind.

Der Vortragende ging dann nach Schilderung der bisher erfolgten Maßnahmen in Berlin auf die Zukunftsmöglichkeiten ein, die den Berliner Elektrizitätswerken und wahrscheinlich den großstädtischen Elektrizitätswerken überhaupt erwachsen. Er wies darauf hin, daß ein Entwicklungstempo solchen Ausmaßes dazu führe, neue Wege der Stromversorgung beschreiten zu müssen. Wenn man auf Grund der jetzigen Entwicklungstendenz beispielsweise die Berliner Stromverhältnisse für 1932 vorausberechnet, und zwar unter sehr vorsichtiger Schätzung, komme man zu folgenden Zahlen: Von 1928 bis 1932 sind die Stromerzeugerwerke um 425 000 kW-Leistung zu vermehren. Das bringt eine Vermehrung der Leistungsfähigkeit der Abspannwerke um 408 000 kW mit sich. Auf Grund der heutigen Preisverhältnisse wären zu diesen Bauten rund 350 Mill. RM notwendig. Ganz eindringlich betonte Herr Rehmer, daß nicht nur etwa 250 bis 300 RM für 1 kW an Anlagekapital im Kraftwerk aufzubringen wären, sondern noch etwa 800 RM im Leitungsnetz dazu kämen. Der Herstellungswert für eine kW-Leistung insgesamt sei also rund 1100 RM. In diesem Preise seien allerdings etwa 25 % für Betriebsreserve enthalten. Immerhin stellten die genannten nur Mindestsummen dar.

Der Vortragende ging dann auf die Lösungsmöglichkeiten für diese Leistung näher ein. In eingehenden Preiskurven wurden die Vorzüge der verschiedenen Projekte erläutert, die in einer besonderen Spitzenkraftkommission der Bewag unter Heranziehung von Spezialingenieuren und -firmen durchgearbeitet wurden. Die Wirtschaftlichkeit aller Projekte mußte vom Standpunkte der Spitzenbelastung aus geprüft werden. Die ungünstigen Berliner Belastungsverhältnisse brachten es mit sich, daß 95 % der gesamten Strommenge von 50 % der vorhandenen Maschinenleistung schon erzeugt wurden. Die andere Hälfte der Maschinenleistung konnte infolge des Spitzencharakters der Belastungsverhältnisse nur noch 5 % der Jahresarbeit liefern. Die Kosten für eine solche Spitzen-kWh sind infolge des großen Einflusses des Kapitaldienstes außerordentlich hoch.

Man kann einerseits durch technische Mittel dem verteuernden Einfluß der Spitzenbelastung entgegenarbeiten. Anderseits ist es aber auch nötig, daß von der Tarifseite her auf eine günstigere Form hingearbeitet wird. Der Grundgebührentarif der Bewag macht allerdings keinen Unterschied in dem Preise der kWh für Lichtbeleuchtung. Jede kWh wird für 16 Pf abgegeben, was einem Verkauf weit unter Selbstkosten in der Spitze gleichkommt. Zur Hebung der Nachtbelastung ist seit 2 Jahren ein Tarif eingeführt, der einen Preis von 8 Pf für 1 kWh vorsieht. Am erstrebenswertesten wäre ein Dreifachtarif, der einen niedrigen Preis in der Nacht, einen mittleren am Tage und einen hohen kWh-Preis in der Spitze vorsieht. Wegen der komplizierten Zähler, die solch ein Tarif mit sich bringt, komme dies nicht in Frage. Nach Ansicht des Vortragenden dürfte es nicht die Aufgabe heutiger Elektrizitätsunternehmen sein, Strom unter allen Umständen zu verkaufen, sondern ihre Werbung planmäßig darauf zu richten, ganz bestimmte Strommengen zu erschaffen. Aus einer Vergleichskurve der Strombelastung Berlins und Hamburgs ging übrigens hervor, daß der Berliner Grundgebührentarif keinen ungünstigen Einfluß auf die Ausbildung der Spitzenbelastung ausübt. Für die reine Spitzenkrafterzeugung kommen in Großstädten künftig folgende Kraftquellen in Frage:

1. Die alten abgeschriebenen Werke, bei denen der Kapitaldienst von so geringem Einfluß ist, daß sie für eine Betriebszeit unter 1000 Stunden herangezogen werden können,
2. Dieselmotoren,



3. Ruthsspeicher in Verbindung mit neuen bzw. älteren Kraftwerken,
4. Wasserspeicherwerke,
5. Akkumulatoren,
6. Heizkraftwerke.

Wollte man mit Rücksicht auf die großzügigen Gasversorgungspläne in Deutschland prüfen, wie weit das Gas als Brennstoff in Elektrizitätsbetrieben verwendet werden könnte, so dürfte ein Kubikmeter Gas von 5000 kcal höchstens 1,7 Pf. kosten. Die Aufstellung von Gasmaschinen komme überhaupt nicht in Frage.

Die wirtschaftlich günstigsten Werte für die Spitzenkrafterzeugung weisen die Lösung auf, die eine Stromerzeugung nahe am Verbrauchsort gestattet. Zur Erzeugung von plötzlich auftretenden Spitzen großer Leistung, aber kurzer Dauer, seien Speicherwerke besonders geeignet. Kommt also hierfür als günstigste technische Lösung ein Ruthsspeicher bzw. ein Wasserkraftwerk in Frage, so müsse (nach Ansicht des Vortragenden) betont werden, daß aus Sicherheitsgründen wahrscheinlich die Aufstellung von Ruthsspeichern im Innern eng bebauter Städte an behördlichen Verboten scheitern werde. Das Wasserspeicherwerk könne gerade bei den Verhältnissen in Berlin nur außerhalb des eigentlichen Versorgungsgebietes aufgestellt werden, wobei erschwerend in Betracht falle, daß es einen außerordentlichen Kapitalaufwand an und für sich erfordere. Die elektrischen Speicher könnten ohne Schwierigkeiten dezentral aufgestellt werden, sie könnten allerdings nur Spitzen mit ganz geringem Ausmaß decken. Für Berlin ergebe sich bei Durchrechnung dieser Projekte folgende Möglichkeit, Strom in den nächsten 6 ÷ 8 Jahren zu erzeugen:

1. Bei Belastungsbereichen über 1600 Stunden gewährleistet das Großkraftwerk Klingenberg bzw. ein ähnliches neu zu erbauendes Werk die billigste Stromerzeugung.
2. Unterhalb dieser Belastungsdauer beginnen die älteren Werke Berlins wirtschaftlich zu arbeiten. Für niedrigere Belastungszeiten als 275 Jahresstunden könnten ein Wasserspeicherkraftwerk, Dieselmotoren und Dampfspeicher in Frage kommen.

Die vorstehenden Schilderungen über den Ausbau der Erzeugerwerke ergänzte der Vortragende durch Daten über die zweckmäßigsten Lösungsarten des Verteilungsnetzes. Berlin werde in einigen Jahren möglicherweise ein 100 000-Volt-Kabelringnetz erhalten, das alle Kraftwerke miteinander verbindet. Von diesem 100 000-Volt-Ringnetz sollen dann das 30 kV-Netz bzw. die 30/6 kV-Abspannwerke abzweigen. Sie würden nach den bewährten Erfahrungen der letzten Jahre weiter entwickelt werden. Die Abgrenzung der Kurzschlußströme und die Begrenzung der Erdschlußströme würden wichtige Teilaufgaben bilden. Die Leistung der Umformwerke brauche nicht erweitert zu werden, da nach Möglichkeit danach gestrebt werde, neue Anschlüsse niederspannungsseitig an das Drehstromnetz zu legen und auch das Straßenbahnnetz künftig nicht mit rotierenden Umformern, sondern durch automatische Gleichrichterstationen zu versorgen. Durch Verwendung gekapselten Schaltmaterials lasse sich eine Verbilligung und höchste Betriebsicherheit in der Anlage der 6 kV-Stützpunkte erreichen.

Demnächst werde geplant, in ähnlicher Weise die Arbeiten auf dem Gebiete des Städteheizwesens bekanntzugeben.

Die sehr interessanten Ausführungen des Vortragenden fanden reichen Beifall.

Vorsitzender: Bevor ich das Wort erteile, möchte ich Herrn Direktor Rehmer herzlichst für seinen Vortrag danken. Dieser Vortrag hat wie selten ein Vortrag aus den Erfahrungen geschöpft, nicht nur aus den wirtschaftlichen Ergebnissen, sondern aus dem, was das Wichtigste ist, aus den Betriebserfahrungen. Schon die große Zuhörerzahl beweist, wie aktuell das Thema ist, und ich glaube, daß keiner der Erschienenen in seinen Erwartungen enttäuscht war. Und alle diejenigen, die selbst gewohnt sind, zu entscheiden, haben an vielen Stellen das Gefühl eines direkten ästhetischen Genusses gehabt, mit wie einfachen und klaren Überlegungen Sie, Herr Rehmer, Ihre Entscheidungen gefällt haben, deren Größenordnung doch wirklich nicht klein ist. Ich danke Ihnen, Herr Direktor Rehmer, herzlichst und besonders dafür, daß Sie uns, unserem Verein, diese Überlegungen mitgeteilt haben. (Lebhafter Beifall.) — Ich eröffne die Diskussion.

Herr **Maas** (Ravensburg): Herr Direktor Rehmer hat mit seinen wertvollen Ausführungen selbst dem Hydrauliker soviel Interessantes geboten, daß ihm auch von dieser Seite voller Dank gebührt. Wenn ich hier kurz zur hydraulischen Speicherung spreche, so geschieht das deshalb, weil Herr Direktor Rehmer in seinem Vortrag wiederholt darauf hingewiesen hat, daß die Möglichkeit bestehe, auch für die Stadt Berlin zur Spitzendeckung die hydraulische Speicherung heranzuziehen.

Der große Erfolg der hydraulischen Speicherung in den letzten 10 Jahren ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß besonders der Nutzeffekt der hydraulischen Maschinen ganz wesentlich gehoben werden konnte. Das gilt in erster Linie von den Pumpen. Während man vor dem Kriege noch mit Nutzeffekten von 75 % rechnete, hat man heute Nutzeffekte von 85, 86 % und darüber. Ein Beispiel hierfür bieten die bekannten Schwarzenbach-Pumpen, die, obwohl sie in ihrer Größenordnung doch verhältnismäßig klein sind, Nutzeffekte von 85 % ergeben haben. Ähnlich ist es mit den Turbinen. Hier wurden früher Maximalwerte von 81, 82 % gewährleistet; heute kommt man bis auf 90 % und darüber. Das bedeutet, daß der Gesamtnutzeffekt einer hydraulischen Speicheranlage mit 65 % und darüber, je nach der Größe, einschließlich aller Verluste angesetzt werden kann.

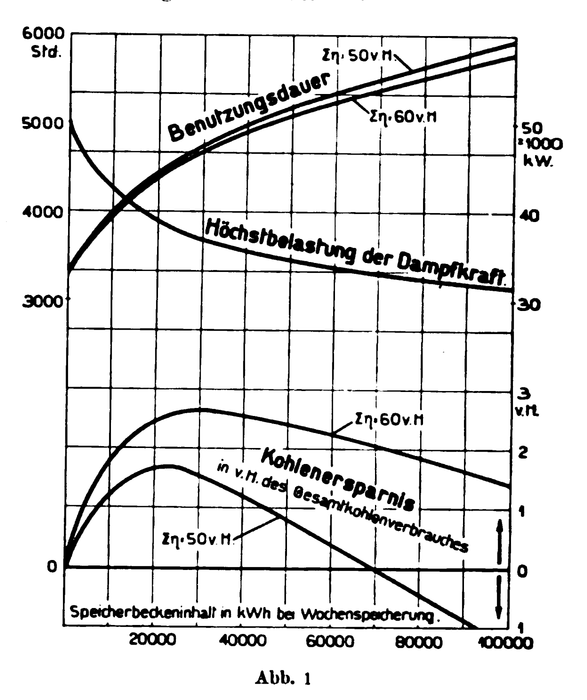


Abb. 1

Bezüglich der Gefällshöhe galten früher andere Anschauungen als heute. Während man früher die untere wirtschaftliche Grenze bei 50 bis 75 m suchte, sind heute Speicheranlagen im Bau, die wesentlich niedrigere Gefällsgrenzen haben. Ich erinnere an das große Speicherwerk, das bei Hemfurth für die Edertalsperre gebaut wird, bei dem für die Pumpen 37½ m Förderhöhe als Konstruktionshöhe vorgesehen sind. Aber noch kleinere Gefällswerte sind nach den Wirtschaftlichkeitsrechnungen zulässig. Das bedeutet, daß auch den Elektrizitätswerken, die in wenig günstigen geographischen Gegenden liegen und große Spitzen abdecken müssen, die Möglichkeit gegeben ist, sich der großen Vorteile solcher Speicheranlagen zu bedienen.

Noch auf der Weltkraftkonferenz in Basel war die Meinung vorhanden, daß die Wirtschaftlichkeit der hydraulischen Speicherung auf Dampfkraft unter Umständen nicht mehr tragbar sein könnte. Ich habe daraufhin im Wasserkraft-Jahrbuch 1926/27 eingehende theoretische Studien gemacht und dabei gefunden, daß je nach der Belastungsdauer und dem Wirkungsgrad der hydraulischen Speicherung nicht nur mehr Kohle verbraucht wird, sondern unter Umständen sogar an Kohle gespart werden kann.

Das Bild (Abb. 1) zeigt das Gesamtergebnis, das auch für die Stadt Berlin von großer Bedeutung sein dürfte. Bei einem Gesamtnutzeffekt der hydraulischen Speicherung, der hier im Maximum mit 60 % angegeben ist, kann unter allen Umständen an Kohle gespart werden. Über die Ausbaukosten einer solchen hydraulischen Speicherung kann man natürlich verschiedener Meinung sein, da sie in der Hauptsache von den örtlichen Verhältnissen abhängig sind. Immerhin ist unter günstigen Ausbaumöglichkeiten

einschließlich des Speichers, der Rohrleitung, der elektrischen und hydraulischen Maschinen, des Krafthauses usw. mit 150 ÷ 230 RM/kW auszukommen.

In bezug auf den Kapitaldienst steht die hydraulische Speicheranlage wesentlich günstiger da als eine Wärmekraftanlage. Herr Direktor Dr. Werner hat kürzlich in der ETZ darauf hingewiesen. Wenn ich den Kapitaldienst der Wärmekraftanlage nur um 50 % höher einschätze, komme ich beispielsweise im Vergleich zu einer Ruths-Speicherung zu folgendem Ergebnis:

Ruths gibt an, daß die Ausbaukosten sich auf etwa 140 ÷ 180 RM/kW belaufen. Das würde unter den gleichen Verhältnissen und bei gleicher Rentabilität für die hydraulische Speicheranlage 210 ÷ 270 RM/kW bedeuten. Ruths gibt den Dampfverbrauch pro Kilowattstunde mit 8,5 bis 9,4 kg an. Das sind bei dem geringst angegebenen Wert schon 65 % mehr als bei einer normalen Dampfkraftanlage. Die reinen Kohlekosten ohne Kapitaldienst belaufen sich hierbei, wenn man Kohle mit einem Wärmegehalt von 7000 kcal/kg annimmt und 20 RM/t ansetzt, auf 2,2 ÷ 2,4 Pf. Bei der hydraulischen Speicherung tritt, wie ich schon sagte, kein Mehrverbrauch an Dampf ein. Für sie also errechnen sich in diesem Falle die reinen Kohlekosten ohne Kapitaldienst auf $\frac{2,2}{1,65} = 1,35$ Pf.

Bei einer Dieselmaschine mit einem Brennstoffverbrauch von etwa 260 g/kWh belaufen sich die reinen Brennstoffkosten bei rund 13 RM/100 kg auf 3,4 Pf; also ganz wesentlich mehr. Die Ausbaukosten pro kW stellen sich hier auf rd. 300 RM.

Wie ich schon sagte, sind die Ausbaukosten pro kW je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden. Uns interessiert daher in erster Linie, wie hoch sich die Maxima belaufen dürfen, ohne die Wirtschaftlichkeit zu gefährden. Darüber hat uns Ministerialdirektor Professor Dr. Gleichmann vom Reichsverkehrsministerium in der Jahresversammlung in Kiel aufschlußreiche Angaben gemacht, indem er ein Wärmekraftwerk mit einem Wasserkraftwerk vergleicht und zu dem Ergebnis kommt, daß bei einer hydraulischen Speicheranlage noch ein Grenzwert von 590 RM/kW statthaft ist.

Beim Vergleich der verschiedenen Speichermöglichkeiten darf ein wichtiger Punkt nicht unberücksichtigt bleiben, d. i. die unbedingte Betriebsicherheit einer hydraulischen Speicheranlage, da diese bekanntlich, was Wasserkraftanlagen anbetrifft, auf Grund von Statistiken die wenigsten Störungen aufweist. Auch die Betriebsreserve einer hydraulischen Speicheranlage ist wesentlich größer als bei anderen Speicheranlagen, da sie vollkommen unabhängig vom Mutterwerk arbeitet. Als Momentanreserve kann die hydraulische Speicherung selbst bei den größten Speicheraggregaten — augenblicklich sind solche bis zu 30 000 PS und darüber im Bau — in wenigen Sekunden die Stromlieferung übernehmen; es kann also in kürzester Zeit vom Pumpen- auf den Turbinenbetrieb übergegangen werden.

Ich wollte diese Ausführungen hier nur machen, um zu zeigen, welche Wichtigkeit die hydraulische Speicherung unter Umständen auch für die Stadt Berlin haben kann. (Beifall.)

Herr **Werner:** Ich wurde soeben von dem Herrn Vorredner bezüglich meines Vortrages zitiert, den ich vor einem Jahr auf der Jahresversammlung des Zentralverbandes der Deutschen Elektrotechnischen Industrie gehalten habe. Ich habe mich damals mit der Lösung des Spitzenproblems befaßt und habe dem hydraulischen Speicher sehr stark das Wort geredet. Ich stimme mit Herrn Direktor Rehmer darin vollkommen überein, daß die Baukosten für das Speicherwerk nicht wesentlich höher sein dürfen als die eines Dampfkraftwerkes. Ich glaube aber nicht, daß man bei der von Herrn Rehmer genannten Zahl von 300 RM/kW auf jeden Fall stehen bleiben muß; denn bei diesen Betrachtungen spielt auch die Kapitaldienstquote eine große Rolle. Ich möchte den bekannten Gedankengang wiederholen: Ein Dampfkraftwerk kostet etwa 300 RM/kW. Man muß das Dampfkraftwerk nach meiner Ansicht mit 15 % Kapitaldienst bei etwa 10jähriger Lebensdauer ansetzen. Das heißt nicht, daß ein Dampfkraftwerk nach 10 Jahren nicht mehr betriebsfähig ist; die 10jährige Lebensdauer setze ich nur deshalb an, weil die Dampftechnik in den letzten 15 Jahren so vorgeschritten ist, daß wir damit rechnen müssen, daß ein Dampfkraftwerk nach 10 Jahren wirtschaftlich veraltet ist. Ich erinnere nur daran, daß die besten deutschen Elektrizitätswerke im Jahre 1900 etwa 10 000 Wärmeeinheiten pro Kilowattstunde verbraucht haben, im Jahre 1913 dagegen nur noch etwa 6000; jetzt sind wir beim Klingenberg-Werk und beim neu hergerichteten Kraftwerk Charlottenburg auf etwa 4000 heruntergekommen; bei höchstem Dampfdruck, z. B. mit dem Bensonsystem, hoffen wir, sogar bis auf 3000 zu kommen. Wenn man also später eine Kilowattstunde mit 3000 Wärmeeinheiten erzeugen kann, dann ist ein Werk mit 5000 Wärmeeinheiten veraltet. Ich rechne also sicherheitshalber 15 % Kapitaldienst bei 6 ÷ 7 % Zinsen und 8 % Abschreibung. Das macht bei 300 RM/kW Kapitalaufwand 45 RM Kapitaldienst pro Jahr. Das Wasserspeicherwerk hingegen, bei dem Speicherbecken, Rohrleitung, Betonbauten, Baulichkeiten usw. etwa 80 % der Gesamtkosten ausmachen, braucht man nur mit 2 ÷ 3 % abzuschreiben, weil diese Werte Dauerwerte sind. Herr Rehmer hat diese kleine Abschreibungsquote auch in seinen Tabellen angeführt. Wenn ich wieder eine Verzinsung von 6 ÷ 7 % zugrunde lege, komme ich für Wasserspeicher auf eine Kapitaldienstquote von nur 8 bis 9 %. Lege ich die gleiche Errichtungsziffer zugrunde (300 RM), so erhalte ich eine Kapitaldienstquote von 27 RM jährlich beim Wasserkraftwerk gegenüber 45 RM beim Dampfkraftwerk. Die Stromkosten spielen bei einem Wirkungsgrad der Speicheranlage von 55 ÷ 65 % keine ausschlaggebende Rolle. Es ist also wirtschaftlich sehr wohl möglich, ein Wasserspeicherwerk bei höheren Baukosten als 300 RM noch mit Vorteil zu verwenden. Die Schwierigkeit liegt allerdings in der Kapitalbeschaffung; diese Frage ist jedoch nicht leicht zu lösen und kann heute abend auch nicht behandelt werden. Ich kann mir also sehr wohl denken, daß ein Wasserspeicherwerk auch dann mit Vorteil errichtet werden kann, wenn es 50 oder 80 RM/kWh mehr kostet als ein Dampfwerk.

In der Umgebung Berlins haben wir mehrfach Gelegenheit, solche Speicherwerke zu errichten, auch mit Gefällhöhen von 80 ÷ 100 m mit Baukosten wenig über und auch ein ganz Teil unter 300 RM/kW. Namentlich dann, wenn die Kabelübertragung noch weitere Fortschritte macht in bezug auf geringere Isolation und billigere Herstellung, und wenn wir hoffentlich dahin kommen, 100 kV-Kabel in der Preislage heutiger 35 kV-Kabel zu liefern, dann können wir auch an etwas entfernter liegende Speichermöglichkeiten herangehen.

Ein Punkt aber, der schon von meinem Herrn Vorredner erwähnt worden ist, kann nicht stark genug betont werden, nämlich die Eigenschaft des Speicherwerkes als Momentanreserve zu dienen. Besonders wichtig ist das für große und größte Städte, wie z. B. Berlin. Wer, wie ich, einige Jahrzehnte in Berlin gewohnt hat, weiß, daß wir im Sommer, speziell in den Monaten Juli und August von Gewittern heimgesucht werden, die die Stadt innerhalb 5 bis 10 Minuten sozusagen in eine ägyptische Finsternis hüllen. Ich entsinne mich eines Augusttages des Jahres 1926, als wir im Siemenshaus eine Sitzung abhielten; plötzlich und unerwartet war das Zimmer vollständig dunkel und innerhalb der nächsten halben Stunde erlosch das Licht drei- oder viermal. Es war einfach unmöglich, mit den Maschinen nachzukommen. Wir haben aus den Kurven, die Herr Direktor Rehmer uns zeigte, entnehmen können, daß die Spitzen in Berlin nicht, wie in anderen Städten, 30 oder 40 % des sonstigen Maximums betragen, sondern bis zu 100 %. In absoluten Zahlen gesprochen heißt das: die BEWAG wird vor die Aufgabe gestellt, bei plötzlich eintretender Dunkelheit innerhalb weniger Minuten 200 000 oder 300 000 kW Leistung aufzubringen. Wenn auch heute noch nicht 300 000 kW nötig sind, dann sicher in den 30er Jahren. Herr Rehmer wird darin mit mir übereinstimmen. (Herr Dir. Rehmer stimmt zu.) Das ist aber nur mit solchen Speicheranlagen bislang möglich. Ein Dampfkraftwerk können wir nicht innerhalb weniger Minuten auf die Leistung von mehreren 100 000 kW bringen, wenn es auch mit der besten Kohlenstaubfeuerung ausgerüstet ist und die schnellsten Anlaßmethoden angewendet sind. Dazu brauchen wir immer 20—30 Minuten. Anders wird das natürlich, wenn die Belastungstäler tags und nachts durch Abgabe von Heiz- und Nachtstrom verschwinden, so daß man stets soviel Kessel in Betrieb hat, daß durch deren Forcierung diese angeforderte Laststeigerung in kürzerer Zeit erreicht werden kann. Natürlich können als Momentanreserve auch Dieselmotoren verwendet werden, die aber nur kleinere Spitzenleistungen in der Größenordnung von 20- bis 40 000 kW abdecken können. Man braucht nur 3 oder 4 Maschinen aufzustellen, die innerhalb weniger Minuten in Betrieb genommen werden können. Vor kurzem habe ich in Hamburg einer Vorführung beigewohnt. Ich habe das nicht geglaubt, bis ich mit eigenen Augen gesehen habe, daß ein 10 000 kW-Dieselmotor der Hamburger Elektrizitätswerke innerhalb 4 Minuten vom ersten Handgriff an auf halbe Last gebracht werden konnte. Er hätte auch in der gleichen Zeit auf Vollast gebracht werden können; sie war

nur in dem Augenblick nicht vorhanden. Eine Spitze von 200 000 oder 300 000 kW kann dagegen mit Dieselmotoren, die zur Zeit in der Einheitsgröße von nur 10 000 kW ausgeführt werden, schwerlich gedeckt werden; jedenfalls stelle ich mir das einstweilen sehr schwierig vor, denn man kann nicht gut 20, 30 oder 40 Dieselmotoren gleichzeitig parallel schalten. Auch werden die Kosten für Bau- und Betriebspersonal und das Geräusch solcher Anlagen zu groß.

Ein Wasserkraftwerk dagegen ist in 3 bis 4 min absolut betriebsfertig. Die Turbinenschieber werden geöffnet und in 2 min ist, wie man bei großen Maschinen ausprobiert hat, ein 30- oder 40 000 kW-Aggregat auf Touren; in 4 bis 5 min kann man dann mit Synchronmaschinen betriebsbereit sein.

Eine weitere Abkürzung der Einschaltzeit kann dadurch erreicht werden, daß man große Asynchron-Generatoren konstruiert, die die Zeit der Synchronisierung sparen; sofort, wenn sie auf der richtigen Drehzahl sind, werden sie eingeschaltet. Es gibt zwar dann eventuell einen kleinen Ruck, aber sie sind parallel und halten sich dann gegenseitig im Takte fest.

Die Aufgabe also, die für die großen und größten Elektrizitätswerke infolge der plötzlich eintretenden Belastung von Hunderttausenden von Kilowatt entsteht, kann bis auf weiteres nur durch Wasserspeicherwerke in ihrer Eigenschaft als Momentanreserve vollkommen technisch und auch wirtschaftlich gelöst werden, selbstverständlich in technischer Beziehung auch mit Bleiakkumulatoren; aber diese kosten bedeutend mehr als 300 RM/kW und erfordern auch höhere Kapitaldienstquoten. Trotzdem sollten die Bleiakkumulatoren als Sammler und Momentanreserve mehr als bisher angewendet werden.

Ich hoffe, daß es entweder gelingt, durch eine verständige Tarifpolitik die tiefen Belastungstäler zu vermeiden — dann brauchen wir keine Spitzenwerke mehr —, oder, wenn das nicht erreicht wird, in nicht allzu ferner Zeit, vielleicht in den 30er Jahren, ein sehr großes Wasserspeicherwerk mit 200- bis 300 000 kW Leistung für Berlin zu bauen, das mit bestem technischen und wirtschaftlichen Erfolg in Betrieb genommen werden wird. (Lebhafter Beifall.)

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V

Armbruster, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Reinickendorf.
Asociación Nacional de Ingenieros Industriales Agrupación de Barcelona, Barcelona (Spanien).
Berger, Franz, Ingenieur, Bln.-Steglitz.
Bock, Gerhard, Elektroingenieur, Berlin.
Boelcke, Eugen, Zivilingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Buchholz, Gerhard, cand. ing., Friedrichswalde.
Cornehli, Wilhelm, Dipl.-Ing., Hennigsdorf.
Coers, Hugo, Ingenieur, Berlin.
Fengler, Willy, Elektrotechniker, Berlin.
Hillermann, Johannes, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Klingbeil, Ernst, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Lourié, Jacques W., cand. ing., Bln.-Wilmersdorf.
Mau, Hans, Ingenieur, Berlin.
Metzger, Walter, cand. ing., Bln.-Charlottenburg
Moritz, Karl, cand. ing., Bln.-Schöneberg.
Nabert, Karl, stud. electr., Braunschweig.
Perojevic, Hrvoje, Elektroingenieur, Spalato.
Rudolph, Paul, Ingenieur, Bln.-Wilmersdorf.
Schaller, Fritz, Ingenieur, Berlin.
Schumann, Martin, Ingenieur, Bln.- Charlottenburg.
Schwartz, Alfred Heinrich, Direktor der Übersee-Abt. der SSW., Berlin.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Installationsmaterial.

Die Kommission hat in Aussicht genommen, in den „Vorschriften für die Prüfung von Isolierrohren mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech nach DIN VDE 9030" (ETZ 1926, Seite 686 und 705) den Absatz e) in bezug auf die Bestimmungen über das Bleigewicht wie folgt zu ändern:

„. . . . . Das Bleigewicht je dm² muß 4 g sein; diese Vorschrift gilt als erfüllt, wenn in keinem Fall 3,4 g unterschritten wird."

Diese Änderung des Absatzes e) soll schnellstens in Kraft gesetzt werden. Einsprüche sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 1. März 1928 an die Geschäftstelle zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.

Betrifft: VDE-Zeichen.



Das VDE-Zeichen in der bekannten Form des gleichseitigen Dreiecks mit abgerundeten Ecken, welches die Buchstaben VDE umschließt, genießt in Deutschland gesetzlichen Schutz. Es hat sich aber als notwendig erwiesen, daß der VDE über ein Prüfzeichen verfügt, welches auch im Auslande geschützt ist. Da dies für das bisherige VDE-Zeichen nicht mehr erreicht werden konnte, hat sich der VDE veranlaßt gesehen, sich ein etwas geändertes Zeichen in allen in Frage kommenden Ländern gesetzlich schützen zu lassen. Dieses Zeichen besteht aus einem gleichschenkligen Dreieck, welches wie das bisherige Zeichen die Buchstaben VDE umschließt; an der Grundseite des Dreiecks ist aber noch ein Rechteck angesetzt. Ursprünglich war beabsichtigt, jeder Firma, der eine Genehmigung zur Benutzung des neuen Zeichens erteilt wird, eine besondere dreistellige Nummer zuzuweisen, die gewissermaßen als besonderes Ursprungszeichen angesehen und in das Rechteck des Zeichens eingetragen werden sollte. Von der Ausführung dieser Absicht ist aber Abstand genommen worden, hauptsächlich mit Rücksicht darauf, daß in dem Zeichen, welches oftmals nur in sehr kleinen Abmessungen an den Erzeugnissen angebracht werden kann, die Ziffern doch nur schwer oder gar nicht erkennbar sein würden.

Die vorstehenden Änderungen des Zeichens bedingten auch Änderungen der Satzung der Prüfstelle, die vom Beirat der Prüfstelle beschlossen und vom Vorstand des VDE genehmigt worden sind. Interessenten können Abdrücke dieser Änderungen von der Prüfstelle kostenlos beziehen.

Die Prüfstelle wird von jetzt ab nur noch die Genehmigung zur Benutzung des neuen Zeichens erteilen, wobei ausdrücklich bemerkt sei, daß die den Fabrikanten auf Grund der früheren Prüfungsbedingungen erteilten Genehmigungen zur Benutzung des bisherigen VDE-Zeichens noch bis zum 30. 6. 1930 Geltung haben, sofern diese Gültigkeit nicht aus anderen Gründen sowieso vorher erlischt. Von dem genannten Termin ab darf dann das bisherige VDE-Zeichen von den Herstellern nicht mehr an den Erzeugnissen angebracht werden; indessen dürfen Erzeugnisse mit dem bisherigen VDE-Zeichen noch bis zum 30. 6. 1932 in den Handel gebracht und verwendet werden. Bis zu diesem Zeitpunkt sind also Waren mit beiden VDE-Zeichen als verbandsmäßig anzusehen und daher Erzeugnisse mit dem bisherigen VDE-Zeichen nicht zu beanstanden.

Die Inhaber von Genehmigungen zur Benutzung des bisherigen Zeichens sind berechtigt, bei der Prüfstelle des VDE die Genehmigung zur Führung des neuen Zeichens für die in Frage kommenden Erzeugnisse zu beantragen. Die Prüfstelle wird diese Genehmigung erteilen, soweit nicht besondere Hindernisgründe entgegenstehen, z. B. infolge Inkrafttretens neuer Verbandsbestimmungen und sofern die Antragsteller gleichzeitig die Gültigkeit der neuen Satzungs-Bestimmungen nebst der Geschäftsordnung und des Tarifes der Prüfstelle auch für die früher erteilten Zeichen-Genehmigungen anerkennen.

Betrifft: Änderung von Firmenkennfäden für isolierte Leitungen.

Es hat sich bei der Prüfung der isolierten Leitungen herausgestellt, daß die Firmenkennfäden mehrerer Firmen zu Verwechslungen Anlaß geben. Aus diesem Grunde ist



nachstehenden Firmen auf ihren Antrag ein neuer Firmenkennfaden zugeteilt worden:

1. Den Deutschen Telefonschnur- & Kabelwerken, G. m. b. H., Barmen-Wichl.: an Stelle des bisherigen orangefarbigen Fadens ein orangegrüner, einfädig bedruckter Faden.
2. Den Isola-Werken Akt.-Ges., Birkesdorf bei Düren (Rhld.): an Stelle des bisherigen schwarz-gelben Fadens (2 Fäden verdrillt), ein schwarz-gelb-hellblauer Faden (3 Fäden verdrillt).

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker:
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Südbaden, Freiburg i. Br. 13. I. 1928, abds. 8¼ Uhr, Freiburger Hof, Kaiserstr. 130: Vortrag Dr.-Ing. Meyer-Delius, „Neueres über Großgleichrichter".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 13. I. 1928, abends 8 Uhr, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 33 bis 35: Vortrag Reg.-Baurat Becker, „Die Grundzüge des Eisenbahnsicherungswesens".

Elektrotechn. Gesellschaft. Hannover. 17. I. 1928, abds. 8 Uhr, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dr. Schleicher, „Techn. Neuerungen zur Sicherung, Zusammenfassung und Überwachung des Betriebes von Netzen und Kraftwerken".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Magdeburg. 18. I. 1928, abends 8¼ Uhr, Aula d. Staatl. Ver. Maschinenbauschulen: Vortrag Oberstleutnant Pleger, „Techn. Nachrichtenwesen in der Reichswehr".

Elektrotechn. Verein. München. 18. I. 1928, abends 8 Uhr, Hörsaal 127 der T. H.: Filmvortrag Dr. Fuchs, „Hohlseil-Freileitungen".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 20. I. 1928, abends 8¼ Uhr, Konzerthaus: Versammlungsabend.

Dt. Maschinentechn. Gesellschaft Berlin. 17. I. 1928, abends 7 Uhr, gr. Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Straße 27: Vortrag Reg.- u. Baurat Kleinow, „Die Kohlenstaublokomotive der AEG".

Physikal. Gesellschaft zu Berlin. 13. I. 1928, nachm. 5½ Uhr, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. Universität, Reichstagsufer 7—8: a) Vortrag F. Lange, „Vorläuf. Versuche zur Erreichung extrem hoher el. Potentiale mittels der atmosphärischen Gewitterelektrizität"; b) Vortrag E. Lau, „Die Feinstruktur von Hα und ihr Verhalten zu kleinen el. Feldern".

Physikalische Gesellschaft und Dt. Gesellschaft f. techn. Physik. Berlin. 20. I. 1928, abends 7½ Uhr, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: Vortrag R. Glocker, „Über die Gesetzmäßigk. d. physikal. u. chem. Wirkung der Röntgenstrahlen".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

J. Sahulka †

Am 8. X. v. J. starb nach längerem Leiden der o. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in Wien, Herr Hofrat Dr. Joh. Sahulka. Die deutsche und österreichische Elektrotechnik verliert in dem Verstorbenen einen Fachmann von internationalem Rufe. Joh. Sahulka, am 25. XII. 1857 in Deutsch-Wagram in Nieder-Österreich geboren, studierte an der philosophischen Falkultät der Wiener Universität Mathematik und Physik, um sich vorerst dem Mittelschullehrerstande zuzuwenden. 1899 ÷ 1891 Assistent für Physik und Elektrotechnik an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag, 1891 ÷ 1894 Konstrukteur für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in Wien, habilitierte er sich 1891 in Prag, 1892 in Wien als Privatdozent für Elektrotechnik, als welcher er bis zu seiner im Herbst 1903 erfolgten Ernennung zum ordentlichen Professor „Wechselstromtechnik" vortrug. Er kann mit Fug und Recht als einer der ersten Pioniere des Wechselstromes in Österreich bezeichnet werden; seine Vorlesungen waren ebenso sehr von ergrauten Männern der Praxis wie von jungen Studenten besucht. 1892 erschien sein Buch „Über Wechselstrommotoren mit magnetischem Drehfelde".

Als Elektrotechniker der Normal-Eichungskommission (1894 ÷ 1898) schuf er deren elektrotechnische Einrichtungen, insbesondere die Eichstation für Elektrizitätszähler in Wien. In die Jahre 1898 ÷ 1903 fällt seine Tätigkeit als technischer Rat des Patentamtes.

Seine wissenschaftliche Einschätzung ist wohl am besten dadurch charakterisiert, daß er bereits mit 34 Jahren Mitglied der Prüfungskommission der elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. Main 1891 war, außerdem 1893 Delegierter Österreichs in der Delegiertenkammer der elektrotechnischen Ausstellung auf der Weltausstellung in Chicago und 1900 Juror für Elektrotechnik auf der Weltausstellung in Paris. Nach seiner gleichzeitig mit Schaffung einer eigenen elektrotechnischen Unterabteilung an der Technischen Hochschule in Wien erfolgten Ernennung zum ordentlichen Professor las er „Allgemeine Elektrotechnik" und „Elektrotechnische Meßkunde". Seine Lehrtätigkeit ist gekennzeichnet durch wissenschaftliche Tiefgründigkeit, Pflichttreue und Liebe zur studierenden Jugend. Ein vor sechs Jahren erfolgter Schlaganfall entzog ihn seinem Lehramte, seiner wissenschaftlichen Tätigkeit und überantwortete ihn dauerndem Siechtum.



J. Sahulka †.

Es ist hier nicht der Raum, auf die zahlreichen auf die Jahre 1890 ÷ 1923 verteilten Publikationen einzugehen, die teils in dieser Zeitschrift, teils in El. u. Maschinenb., Wien, und an vielen anderen Orten niedergelegt sind. Es sei hier nur noch auf zwei Arbeiten verwiesen, die über den Rahmen des eigentlichen Fachgebietes hinausgreifen, und zwar „Zurückführung der absoluten Maße auf die zwei Grundbegriffe von Zeit und Länge" (1890) und „Erklärung der Gravitation, der Molekularkräfte, der Wärme, des Lichtes, der magnetischen und elektrischen Erscheinungen aus gemeinsamer Ursache" (1907).

Wer das Glück hatte, ihm persönlich näher zu treten, wird als dauernden Gewinn die Erinnerung an diesen äußerlich schlichten, innerlich großen und gütigen Mann bewahren. Dr. techn. A. Kann.

LITERATUR.

Besprechungen.

Radiotechnik. Von Dipl.-Ing. H. Saacke. Bd. III: Die Empfänger, unter besonderer Berücksichtigung der Rundfunkempfangschaltung. Mit 82 Textabb. u. 115 S. in 16°. (Sammlung Göschen Nr. 951.) Verlag v. Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1926. Preis geb. 1,50 RM.

Dieses Bändchen enthält vor allem das, was der Rundfunkamateur vom Empfang wissen muß. In sehr sorgfältiger Durcharbeitung des großen Stoffes ist hier auf gedrängtem Raum sowohl Theorie wie Schaltungspraxis behandelt, so daß speziell Amateure, die über die Anfangsgründe der Funktechnik heraus sind, all das finden, was sie von dem Bau komplizierterer Geräte wissen sollten. Das Buch enthält ein gutbemessenes Nebeneinander von Theorie und Praxis, so daß besonders für denjenigen, der keine Möglichkeit hat, sich eingehender mit dem Wesen der Funktechnik zu beschäftigen, das Studium dieses Werkchens empfohlen werden kann.

Mendelsohn.

Les filtres électriques. Théorie, construction, applications. Von P. David. Mit 76 Textabb. u. 128 S. in 8°. Verlag v. Gauthier-Villars et Cie., Paris 1926. Preis geb. 25 Fr.

Die interessanten und eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten der elektrischen Wellenfilter sind in ihren zahlreichen Ausführungsformen bei uns vor allem durch die klassischen Arbeiten K. W. Wagners über die Theorie der Kettenleiter bekannt geworden, aus welchen in der Folge



eine zahlreiche Spezialliteratur hervorgewachsen ist. Unabhängig hiervon ist die Technik der elektrischen Wellenfilter in Amerika namentlich durch die grundlegenden Arbeiten Carsons zu beachtenswerter Höhe entwickelt worden. Das vorliegende französische Werk vereinigt diese beiden Zweige in geschickter Weise. Mit Hilfe einfachster algebraischer Rechenmethoden, welche sich in ihrer Kürze vorteilhaft von gelegentlich bei uns gebrauchten Verfahren abheben, werden im 1. Kapitel die Grundforderungen entwickelt, welche an ein idealisiertes Wellenfilter zu stellen sind; sie finden ihren Ausdruck in einer Fundamentalformel, welche Durchlaßbereiche und Sperrbereiche allein aus Reihen- und Querimpedanz des Kettenleiters definiert und bereits alle elektrodynamischen Konstruktionsdaten implizite enthält. Das 2. Kapitel gibt hiernach dem Leser einen mühelosen Überblick über die denkbar möglichen Sonderklassen von einfachster bis zur allgemeinsten Form. Aber diese Grundgesetze gelten zunächst nur für unendlich-vielgliedrige Ketten, während man schon durch den unvermeidbaren Verlustwiderstand der Filterelemente zur Beschränkung auf endliche und aus ökonomischen Gründen möglichst kleine Gliedzahl gezwungen ist. Das 3. Kapitel zeigt demnach die Bedeutung der an Anfang und Ende des Filters angeschlossenen Apparate, die sich mit Benutzung einer jedem Filter charakteristischen „Kettenimpedanz" (impédance itérative) in einer einfachen und sehr übersichtlichen Formel zusammenfassen läßt. Schwieriger ist die Beherrschung der Verlustwiderstände, die im 4. Kapitel mittels reliefähnlicher Funktionstafeln gegeben wird. Hiernach ist nun die Aufgabe, ein Wellenfilter geforderter Eigenschaften zu bauen, unschwer lösbar; die folgenden zwei Kapitel zeigen die theoretische Lösung, während der ganze zweite Teil des Werkes der praktischen Auswertung dieser Lösung gewidmet ist. Eine große Zahl von Kurventafeln, Tabellen und nomographischen Funktionskalen verkürzt die Mühe der numerischen Rechnung. In einem Anhang endlich wird der Einfluß induktiver Koppelung benachbarter Glieder in die Rechnung eingeführt, welche zwar noch kein unmittelbares praktisches Interesse besitzt, aber für gewisse Fragen der Transformatorentechnik und auch als Hinweis auf spätere Entwicklungsmöglichkeiten von Bedeutung ist.

Das Werk wird von einem ausführlichen, mit Anmerkungen des Verfassers versehenen Literaturverzeichnis beschlossen, das wohl alle wertvollen Arbeiten über dieses Gebiet zusammenfaßt. Das Buch kann nicht nur allen Fachleuten als wertvolle Hilfe empfohlen werden; es wird auch dem Studierenden ein klares Bild dieser wissenschaftlich so interessanten und lehrreichen Sondertechnik geben. Franz Ollendorff.

Lehr- und Hilfsbuch der Eisen- und Stahlgießerei, nebst einem kurzen Abriß über die Gießerei der Nichteisenmetalle (Metallgießerei). Von Prof. Ing. H. Dworzak u. Prof. Ing. H. Korzinsky. Mit 192 Textabb., 38 Tab., XV und 373 S. in 8°. Verlag der Hölder-Pichler-Tempsky A. G., Wien u. Leipzig 1927. Preis geb. 10 RM.

Das Buch ist für Ingenieure, Techniker, Modelltischler, Gießer, Former, Schmelzer, Putzer, kaufmännische Angestellte, Kalkulatoren und die technische studierende Jugend aller Art geschrieben. Um es gleich vorweg zu sagen, es handelt sich um ein sehr lesenswertes Buch, das eine erstaunliche Fülle des Wissenswerten aus dem großen Gießereigebiet enthält und sogar dem Fachmann noch da und dort neue Einzelheiten bringt. Es hält vollständig, was im Vorwort versprochen ist: Es ist klar und einfach geschrieben. Die Zeichnungen, lauter Originalstrichzeichnungen, sind in richtiger Größe und in kräftigem Strich gehalten. Auf photographische Wiedergaben aus Katalogen von Lieferfirmen usw. wurde gänzlich verzichtet, wodurch ein ausgesprochenes Lehrbuch nur gewinnen kann, obschon gelegentlich auch Lichtbilder ganz wirksam das Verständnis unterstützen können.

Die nachfolgenden Wünsche für eine zweite Auflage sollen in keiner Weise den Wert des Buches herabsetzen. Für den Anfänger wäre es wünschenswert, häufig wiederkehrende Ausdrücke, wie Oxydation und Reduktion, kurz erläutert zu sehen. Einige Gattierungsbeispiele mit der Ausrechnung der Analysen und Preise in Tabellenform wären von Nutzen. Mit Gleichungen kommt der einfache Praktiker nicht zurecht. Dasselbe gilt für die Berechnung der Legierungen, insbesondere bei Verwendung von Altmaterial und für die Zuschläge bei der Stahlerzeugung, die der Schmelzer in einem solchen Buche suchen wird. In der von dem bekannten Amerikaner West übernommenen Tabelle XI sind augenscheinlich alle Angaben der Gesamtkohlenstoffe viel zu niedrig. Ofenguß mit 2,3 % Gesamtkohlenstoff ist nicht denkbar. Damals, vor 20 Jahren, war man bezüglich der analytischen Methoden in Amerika nicht auf der Höhe, und man legte auch wenig Wert auf die Kohlenstoffgehalte, ganz im Gegensatz zu heute. Leider ist in dem Buche des überaus wohltätigen Einflusses des Mangans in Eisen und Stahl sowie in vielen Legierungen mit keinem Wort gedacht. Im Gegenteil scheint es fast, als ob von hohem Mangangehalt abgeraten würde. Der heute in allen Fach- und technischen Zeitschriften besprochene Perlitguß durfte hier nicht übergangen werden. Gern würde wohl der Schmelzer und Gießer mehr Einzelheiten über den Konverter-, Martinofen- und Elektroofenbetrieb erfahren. Auch sollte die Metallgießerei etwas ausführlicher und nicht bloß als kurzer Abriß behandelt sein. Dafür könnten manche weitläufige Erklärungen der an sich schon recht deutlichen und leichtverständlichen Zeichnungen unterbleiben. Desgleichen würde man die ganze Tabelle XXXIII mit sämtlichen 76 Größen, wie $\frac{\pi}{\sqrt{2}}$, $\sqrt[3]{2}$ usw., mit denen kein Gießereibeflissener etwas anzufangen weiß, gern entbehren, wohl auch Tabelle XXXIV, Kreisfunktionen. Das Kapitel 10: Die Herstellung bestimmter Gußwarengattungen, würde, was die metallurgische Seite anbetrifft, besser an Kapital 2: Das Schmelzen, und bezüglich der formtechnischen Seite besser an Kapitel 6: Die Formerei, anschließen.

Max Escher, Engers (Rhein).

Fluglehre. Vorträge über Theorie und Berechnung der Flugzeuge in elementarer Darstellung. Von Prof. Dr. R. v. Mises. 3. stark erw. Aufl. Mit 192 Textabb., VI u. 321 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1926. Preis geh. 12,60 RM, geb. 13,50 RM.

Die kleine Fluglehre des Berliner Professors für angewandte Mathematik entstand aus Vorträgen vor Fliegern hauptsächlich während des Krieges und trat 1918 zum erstenmal vor die Öffentlichkeit. Sie wendet sich an praktische Flieger, an Ingenieure, die sich der Flugtechnik zuwenden wollen, aber auch an den Anfänger, der über gute Schulbildung verfügt. Höhere Mathematik ist vermieden; was deshalb nicht exakt abgeleitet werden konnte, ist mit verblüffender Anschaulichkeit klar gemacht; dabei kann der Verfasser es sich leisten, tiefer in viele Fragen einzudringen, als es einem weniger geschickten Darsteller möglich wäre. Im einzelnen werden die Luftkräfte, Wirkung und Aufbau der Tragflügel, Segelflug, Treibschraube, Motor, Grundlagen der Flugmechanik, Steuerung und Stabilität, Abflug und Landung mit wenig Mathematik und viel Logik an der Hand anschaulicher Kurven, Skizzen und Zahlentafeln behandelt. Leider weichen einzelne Bezeichnungen und Formelgrößen von den sonst üblichen ab, so daß der Leser beim Übergang zu einem höheren Lehrbuch einiges umlernen muß.

Unter den heutigen Verhältnissen ist der Schlußabschnitt vom Luftverkehr besonders willkommen. Er bringt neben den Grundzügen des Windeinflusses (dabei freilich auf S. 293 die nicht schlüssige Angabe, daß sich ein gleichförmiger Wind in der Kurve bemerkbar machen müsse) auch eine Übersicht über die neuzeitlichen Verkehrsflugzeuge, wobei in der Gegenüberstellung die deutschen, noch unter dem Zwang der Begriffsbestimmungen gebauten, nicht so gut abschneiden, wie die mit ihnen verglichenen ausländischen Kriegsbauarten.

Alles in allem aber füllt ein Buch, das von so hoher Warte aus allgemeinverständlich geschrieben wurde, eine Lücke glücklich aus. Everling.

Wie schütze ich meinen Betrieb vor Feuerschaden? Von Baurat Dipl.-Ing. R. Bethke. Mit XXI u. 294 S. in 8°. Verlag von E. Nister, Nürnberg 1927. Preis geb. 10 RM.

Bekanntlich bilden die seit dem Kriege besonders stark in Erscheinung getretenen Brände mit ihren vernichtenden Folgen für die deutsche Volkswirtschaft ein besonders trauriges Kapitel. Soweit diese Brände in elektrischen Anlagen ihren Ausgangspunkt haben (gerade diese Frage ist angesichts der vorliegenden Statistiken stark umstritten, wenn viele Kreise auch allzu leicht und gern geneigt sind, dem bösen Kurzschluß ohne eingehende Feststellungen die Rolle des Haupterzeugers von Bränden zuzuweisen), ist man heute zu der Erkenntnis gelangt, daß grobe Verstöße gegen die vom Verbande Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Sicherheitsvorschriften durch unzuverlässige Monteure und eine als Nachkriegserscheinung zu verzeichnende allgemeine Sorglosigkeit in erster Linie für solche Brandfälle verantwortlich zu machen sind.

In Anbetracht der in zahlreichen Kreisen noch herrschenden großen Unkenntnis über derartige Naturereig-

nisse ist es in hohem Maße zu begrüßen, daß sich der Verfasser die Aufgabe gestellt hat, die Brandfrage einer sehr eingehenden Betrachtung zu unterwerfen.

Im ersten einleitenden Abschnitt des Buches werden zunächst die Bedeutung des Feuers und seiner Begleiterscheinungen kurz erörtert sowie die Entwicklung des öffentlichen Brandschutzwesens nebst den Aufgaben der staatlichen und kommunalen Feuerpolizei näher behandelt.

Nach einem kurzen Abschnitt über die Wichtigkeit der Selbsthilfe und die gegenseitigen Beziehungen zwischen Versicherung und Selbstschutz folgt eine eingehende Besprechung der Maßnahmen zum praktischen Feuerschutz. Im III. Abschnitt ist von besonderer Wichtigkeit die Erläuterung der Begriffe Feuer und Explosion einschließlich ihrer chemischen und physikalischen Grundlagen; hieran schließt sich eine Beschreibung der Brand- und Explosionsursachen. Die Bedeutung der erörterten Fragen für die Verhütung von Bränden kann nicht eindringlich genug betont werden.

Das nun folgende umfangreiche Gebiet des praktischen Brandschutzes erfährt in den letzten drei Abschnitten eine übersichtliche Teilung.

Im IV. Abschnitt wird auf die mannigfachen Gefahren hingewiesen, die bei Feuerungs- und Heizungseinrichtungen, bei der Verwendung der verschiedensten Beleuchtungsmittel, der Krafterzeugung und -übertragung, der Verwendung von Betriebstoffen und Betriebseinrichtungen auftreten können. Gleichzeitig werden die hierbei zu treffenden Vorsichtsmaßnahmen in ihrer großen Bedeutung für die Brandverhütung besonders hervorgehoben.

Der V. Abschnitt macht mit den baulichen Maßnahmen zur Brandeindämmung bekannt. Hier werden die Anlagen eines Baues, die Baustoffe, die Bauweise und der Blitzschutz vom Standpunkt des Feuerschutzes eingehend behandelt. Anschließend ist noch eine kurze Übersicht über die behördlichen, feuerpolizeilichen und anderen bei Errichtung von gewerblichen Anlagen und sonstigen Bauten zu beachtenden Vorschriften gegeben.

Im VI. Abschnitt sind schließlich die Geräte und Einrichtungen zur Brandbekämpfung ausführlich besprochen.

Auch den Arbeiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und seiner Prüfstelle wird in anerkennender Weise Erwähnung getan.

Man kann dem Verfasser die Anerkennung nicht versagen, daß er die gestellte Aufgabe in glücklicher und erschöpfender Form gelöst hat.

Das gut angelegte Werk erfährt durch ein Quellen- und Sachverzeichnis sowie einen Anhang mit Angabe von Bezugsquellen für erprobte Erzeugnisse der Feuerschutzindustrie eine wertvolle Ergänzung. Seine hervorragende Übersichtlichkeit, die durch kurze Randbemerkungen noch erhöht wird, sichert ihm eine rasche Verbreitung.

H e y m.

D i e F u n k t i o n d e r P a t e n t e i m W i r t s c h a f t s k a m p f. Vortrag, gehalten auf der Jahresversammlung des Deutschen Vereins für den Schutz des gewerblichen Eigentums in München am 28. V. 1927 von Prof. Dr. H. I s a y. 50 S. in 8°. Verlag von Franz Vahlen, Berlin 1927. Preis geh. 2 RM.

Nach einer historischen Einleitung wird an Beispielen die fördernde Wirkung der Patente bei der Entwicklung neuer Industrien dargestellt und gezeigt, wie Trusts und Konzerne sich das Patentwesen nutzbar gemacht haben und wie gegenüber den großkapitalistischen Zusammenballungen der Unternehmungen und gegenüber den Rationalisierungsbestrebungen die Erhaltung des unabhängigen industriellen Mittelstandes nur durch technische Mehrleistung und Zusammenschluß in Form von Kartellen möglich ist. Für beide bilden die Patente das Kampfmittel, das dem Techniker die Behauptung seiner Individualität möglich macht. Das alles ist in der klaren und prägnanten Form des bekannten Verfassers dargestellt.

Dipl.-Ing. H. H e r z f e l d I.

Neue Zeitschriften.

S t e a t i t - M a g n e s i a A. G., Holenbrunn. Stemag-Nachrichten 1927, H. 1.

[Im vorliegenden ersten Heft der neuen Hauszeitschrift der Steatit-Magnesia A. G. gibt W. D e m u t h eine Einführung in das Gebiet der Steatitmassen. Die Verwendungsarten werden kurz angedeutet und eine Zusammenstellung am Schluß gibt über die wichtigsten mechanischen, physikalischen und elektrischen Eigenschaften Auskunft. Wenn darin auch keine Versuchsreihen enthalten sind, die in späteren Arbeiten folgen sollen, wird das Heftchen trotzdem dem Wissenschaftler und Praktiker willkommen sein.] *y*

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Elektroindustrie im Jahresbericht der Industrie- und Handelskammer zu Berlin für 1927. — Die E l e k t r o i n d u s t r i e hat im abgelaufenen Jahr an der allgemeinen Konjunkturentwicklung ihren angemessenen Anteil gehabt. Die Besserung betraf vor allem den Inlandsmarkt; das Auslandsgeschäft hatte nach wie vor unter den bekannten Schwierigkeiten zu leiden. Während die Belebung in der ersten Jahreshälfte zunächst nur den S t a r k s t r o m b e t r i e b e n zugute kam, auf dem Schwachstromgebiet dagegen mit gewissen Ausnahmen noch bis tief in den Sommer hinein eine Depression fühlbar war, setzte vom Herbst ab in der ganzen elektrotechnischen Fabrikation eine l e b h a f t e G e s c h ä f t s t ä t i g k e i t ein, die die Werke, allerdings in verschiedenem Maß, teilweise bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigte und nicht nur auf die Konjunkturentwicklung, sondern auch auf die Erfolge der fortschreitenden Rationalisierung zurückzuführen war. Der Abbau an Arbeitskräften kam zum Stillstand, ein großer Teil des freigesetzten Personals fand wieder Beschäftigung. Neben dem Steinkohlenbergbau traten vor allem die Textil-, Papier- und Maschinenindustrie als Besteller auf, und die Reichsbahn hatte, besonders im Zusammenhang mit der Elektrisierung der Berliner Stadt- und Vorortbahn, wieder erheblichen Bedarf. Bei den E l e k t r i z i t ä t s w e r k e n machte sich gute Nachfrage nach Generatoren, Motoren, Zählern, Kabeln, Leitungen und Installationsmaterial bemerkbar, das Geschäft in elektrischen L o k o m o t i v e n und sonstigem Bahnmaterial hob sich langsam. Der wegen seiner aktuellen Bedeutung von dem allgemeinen Konjunkturverlauf weniger abhängige Betriebszweig der S e l b s t a n s c h l u ß ä m t e r hatte während des ganzen Jahres gut zu tun. Die Reichspost trat aus ihrer Zurückhaltung heraus und erteilte umfangreiche Aufträge. Die Bestellungen seitens der Privatkundschaft auf Telegraphen- und Telephonapparate verschiedener Art haben erst gegen den Herbst stärker zugenommen. Befriedigend war der Markt für K a b e l, M e ß i n s t r u m e n t e, e l e k t r o m e d i z i n i s c h e A p p a r a t e und E i s e n b a h n s i c h e r u n g s v o r r i c h t u n g e n. Das G l ü h l a m p e n geschäft gestaltete sich der allgemeinen Wirtschaftslage gemäß. Nicht so günstig zeigte sich die Entwicklung für E l e k t r o k o h l e n. Die Nachfrage vor allem nach Qualitätserzeugnissen der F u n k i n d u s t r i e hat sowohl im Inland wie im Ausland zugenommen. Daß auch in letzterem trotz hoher Zölle und anderer Erschwerungen der Einfuhr Erfolge errungen wurden, ist nur der Güte des deutschen Fabrikats zu danken. Die erfolgreiche Weiterentwicklung der Technik erschloß vor allem auf dem Gebiete der Großrundfunk- und Großlautsprecheranlagen neue Absatzmöglichkeiten. Im Rundfunk war eine weitere Festigung zu beobachten. Nicht im Einklang mit dem Auftragseingang stand die Entwicklung der P r e i s e, die im In- und Ausland noch immer für die meisten Gruppen der elektrotechnischen Fabrikate als gedrückt zu bezeichnen waren und i. a. bei schärfster Kalkulation nur einen bescheidenen Nutzen ließen. Die in Berlin ansässigen H o l d i n g - Gesellschaften erzielten zufriedenstellende Ergebnisse, konnten vielfach ihren Wirkungskreis vergrößern und dadurch der Industrie erhebliche Aufträge zuführen.

Nach dem a l l g e m e i n e n A u s b l i c k der Kammer auf das angefangene Jahr fühlen sich Industrie und Handel gesund und zu rüstigem Fortschreiten befähigt. Das ist ihnen aber nur möglich, wenn eine Mehrbelastung der Wirtschaft unbedingt vermieden und wenigstens die ärgsten Härten beseitigt werden. Die Wirtschaft kann sich bei dieser Forderung auf die Möglichkeiten der Ersparnisse berufen, die in der Vereinfachung der bisher so komplizierten Struktur unserer Verfassung und Verwaltung liegen. Wie in letzterer muß aber auch in den Betrieben strenge Sparsamkeit Platz greifen. Von vitaler Bedeutung ist ferner, daß die Wirtschaft wieder in die Lage versetzt wird, sich mit Betriebs- und Anlagekapital zu versorgen.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Innerhalb des Tarifunterabschnitts 18 B ist, wie die Zahlentafel zeigt, im N o v e m b e r 1927 die E i n f u h r der Menge nach gegen den Vormonat (7524 dz bzw. 3,489 Mill. RM) um 10 325 dz oder 137 % gewachsen, ihr Wert hat sich aber nur um 0,128 Mill. RM bzw. 4 % erhöht. Für die A u s f u h r (einschl. der Reparationssachlieferungen) ergibt der Vergleich mit dem Oktober (115 876 dz bzw. 39,126 Mill. RM) mengenmäßig eine Steigerung um 4456 dz, d. s. 4 %, und in bezug auf den Wert um 3,266 Mill. RM oder 8 %. Gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres brachten die abgelaufenen e l f M o n a t e für den Import eine Zunahme um 37 753 dz oder 76 % und um 10,032 Mill. RM bzw. 53 %.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1863.



Menge und Wert der Reparationsachlieferungen betrugen in dieser Periode für den genannten Tarifunterabschnitt 17 055 Doppelzentner bzw. 12,772 Mill. RM. Nach Abzug dieser Beträge von den in der Zahlentafel für den Export genannten ergibt sich eine Erhöhung der reinen Ausfuhr gegen die entsprechenden elf Monate von 1926 um 3380 dz und 20,808 Mill. RM oder 6 %. Der Überschuß des Exports (ohne die Reparationslieferungen) stellte sich am Ende der elf Monate auf 985 745 dz bzw. 314,358 Mill. RM (1 020 118 bzw. 303,582 Mill. RM i. V.).

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz			Ausfuhr in dz		
		November	Januar/November		November	Januar/November	
		1927	1927	1926	1927	1927	1926
907 a	Lichtmaschinen u. Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	48	1 385	701	497*	4 666*	1 122
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	12 734	42 394	27 347	19 833*	227 537*	190 708
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	151	1 258	2 411	991*	14 113*	15 001
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	159	3 339	836	4 625*	46 597*	50 181
909	Kabel zur Leitung elektr. Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	2 406	19 210	5 802	44 230*	381 225*	454 584
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	3	260	104	246	2 935*	2 367
911 a	Metallfadenlampen	419	2 960	1 712	1 131*	9 076*	8 276
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	1	46	25	118	841	2 317
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	4	117	86	6	127	232
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon	94	545	640	1 061*	10 667*	15 274
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	358	1 998	1 555	5 050*	30 296*	25 159
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	121	1 358	1 403	2 033*	25 374*	25 684
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	40	20	681	5 439	3 307
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	91	790	349	967*	7 779*	4 866
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	5	3	8	92	72
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektr. Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	212	3 293	443	1 762*	12 067*	10 351
912 F 1	Sicherungs- u. Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	11	165	148	698*	8 378*	8 562
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- u. Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	802	6 165	4 718	23 472*	216 704*	178 950
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgen. 912 D)	40	623	377	1 525*	12 312*	8 609
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien, Thermoelemente; Bestandteile davon	97	829	340	9 326	57 024*	47 568
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgen. 733 a)	91	361	332	6	6	6
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer od. Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	6	76	112	43*	557*	459
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier od. Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	2 029	16 211*	15 933
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	17 849	87 217	49 464[9]	120 332*	1 090 017*	1 069 582[10]
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 617*	*28 995*	*18 963*[9]	*42 392**	*356 125**	*322 545*[10]
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	44	366	206	363	7 996	17 854
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper od. drgl., auch in Verbindung mit Platin	4	83	70	57	590	496
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	—	10	17	407	6 113	6 121
648 d	Elektroden	1 087	6 189	3 271	11 308	194 321*	216 424[10]
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	—	59	536	4 113*	63 541*	54 934
740 a	Glühlampenkolben	51	153	502	804	8 389	6 474
783 c / 799 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen d. Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen d. Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	112	944	540	8	8	8
890 a	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	36	502	311			
	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	192	3 011	1 588	8 196*	88 151*	66 916[10]

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn. — [9] Infolge nachträglicher Berichtigung der Einfuhr von Erzeugnissen der Gruppe 912 A 4 geändert. — [10] Die Mengen sind vom Statistischen Reichsamt gegen die früheren Angaben (vgl. ETZ 1927, S. 63) geändert worden.

* Einschließlich der Reparationsachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 188: Wer stellt das „unzerbrechliche" Material für Isolatoren Telenduron her?

Abschluß des Heftes: 7. Januar 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



Inhalt:

3. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 19. JANUAR 1928
(81—120)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 19. Januar 1928 | Heft 3

Benutzungstunden und Wirtschaftlichkeit von Kraftübertragungsleitungen.

Von **Hugo Smolinski**, Duisburg.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß bisher die jährlichen Ohmschen Verluste bei Übertragungsleitungen und der Jahreswirkungsgrad von Transformatoren vielfach falsch berechnet werden, und wie groß dieser Fehler für einige Fälle ist. Die Ohmschen Verluste können nach der „Verluststundenzahl" von H. Eimer[1] richtig berechnet werden. Die Berechnung dieser Verluststunden wird nochmals kurz angegeben und anschließend an eine Reihe von Jahresbelastungskurven die Richtigkeit der gefundenen Verluststundenzahlen nachgeprüft.

In der Literatur der letzten Jahre findet man für den Jahreswirkungsgrad von Transformatoren oft unrichtige Formeln aufgeführt, so bei Kyser, Elektrische Kraftübertragung, Band 1, S. 245, und Band 2, S. 164, Aufl. 1921, und Uppenborn, Kalender für Elektrotechniker 1921, S. 261. Kyser berechnet den Transformator-Jahreswirkungsgrad zu

$$\eta_j = \frac{N t_B}{N t_B + V_K t_B + V_E t_j}.$$

N Transformatorenleistung
t_j Jahresstundenzahl: 8760
t_B Benutzungstundenzahl
V_K Vollast-Kupferverluste
V_E Eisenverluste.

Dieselbe Formel umgerechnet gibt auch Uppenborn an. Beide nehmen also an, daß die Jahres-Kupferverluste proportional den Vollast-Kupferverlusten und der Benutzungstundenzahl seien. Ebenso werden bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Leitungen die Kupferverluste mit den Benutzungstunden multipliziert, um die Jahres-Kupferverluste zu errechnen, was ich in der Praxis oft bemerken konnte. Vollständig unberücksichtigt sogar läßt Sieben[2] die Benutzungstunden bei der Berechnung der Übertragungsverluste, die er immer zu 10 % für alle Benutzungstunden annimmt. Er muß daher naturgemäß auf vollständig falsche Ergebnisse kommen. G. Klingenberg[3] gab dagegen einen Prozentsatz der Vollast-Kupferverluste in Abhängigkeit von der Benutzungstundenzahl an, aus dem sich ergibt, daß die Jahres-Kupferverluste viel kleiner sind, als wenn die Vollast-Kupferverluste mit den Benutzungstunden multipliziert werden. Diese von Klingenberg ermittelten Zahlen werden dann auch oft von anderen Autoren gebraucht, so von H. Schulz[4], Auma. Block, Berlin, gibt (ETZ 1927, S. 525) folgende Erfahrungsätze als Prozentzahlen für die Übertragungsverluste an[5]:

Benutzungstunden . . .	3000	4000	5000	6000	7000
Verluste in % (nach Block)	10	9	8	7	6

Nimmt man nun an, daß die Prozentzahlen für die Benutzungstundenzahlen von 3000 und 4000 richtig sind, so kann man die Verluste in die Eisen- (V_E) und Kupferverluste (V_K) mit Hilfe von zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten zergliedern. Wenn man mit den gefundenen Werten unter Zuhilfenahme der Werte von H. Eimer weiterrechnet, erhält man folgende jährliche Übertragungsverluste in %:

Benutzungstunden .	3000	4000	5000	6000	7000
Verluste in % . .	10	9	8	7,7	7,5

Es zeigt sich also, daß Block die Jahresverluste bei 6000 und 7000 Benutzungstunden zu klein angibt. Um die Größe der Fehler zu bestimmen, sind nun im folgenden die Jahreswirkungsgrade bei den gewöhnlichen Benutzungstunden von Transformatoren nach den Formeln von Kyser und unter der Berücksichtigung, daß die Kupferverluste nur während der Verluststunden nach Eimer wirken, gerechnet:

Benutzungstunden t_B	Verluststunden t_V	η_j für 1000 kW nach Kyser	η_j für 1000 kW nach Eimer	Fehler in % der Verl.	η_j für 100 kW nach Kyser	η_j für 100 kW nach Eimer	Fehler in % der Verl.
5000	3700	97,9	98,3	+ 23 %	96,9	97,4	+ 19 %
4000	2700	97,7	98,2	+ 28 %	96,6	97,1	+ 17 %
3000	1800	97,6	98,2	+ 33 %	96,3	96,9	+ 19 %
2000	1100	97,0	97,7	+ 30 %	95,6	96,3	+ 24 %

Wenn die Zahlen für den Wirkungsgrad auch nur wenig voneinander abweichen, so können diese falschen Berechnungen bei Wirtschaftlichkeitsfragen der Transformatoren in bezug auf Kupfer- und Eisenverluste doch ein ganz falsches Bild ergeben; denn der Fehler, auf die Verluste bezogen, beträgt rd. 20 ÷ 30 %. Es wurde dabei mit folgenden Verlusten für $\cos\varphi = 1$ gerechnet:

	für den 1000 kVA-Transformator	für den 100 kVA-Transformator
Eisenverluste	$V_E =$ 3,58 kW	0,63 kW
Kupferverluste	$V_R =$ 15,2 kW	2,1 kW

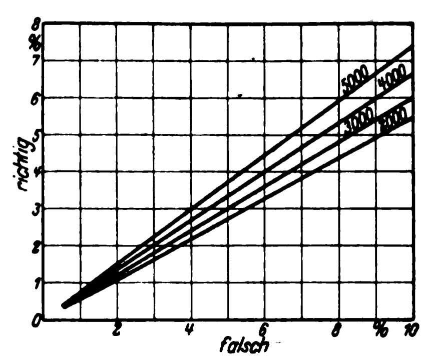


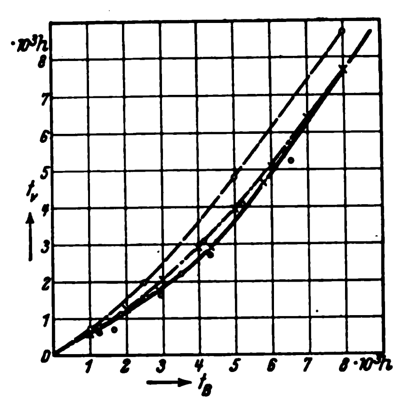
Abb. 1. Die jährlichen prozentualen Ohmschen Verluste, berechnet mit Hilfe der Benutzungstunden (falsch) und der Verluststunden (richtig) bei verschiedenen Benutzungstundenzahlen.

Berechnet man die jährlichen Ohmschen Verluste von Leitungen und nimmt an, daß sie den Benutzungstunden proportional seien, so sind diese Verluste nach Eimer um das Verhältnis Benutzungstunden : Verluststunden zu groß gerechnet. Aus Abb. 1 ist zu ersehen, wie groß der Fehler der jährlichen prozentualen Ohmschen Verluste bei den verschiedenen Benutzungstunden ist. Die Abbildung zeigt ferner, daß der prozentuale Fehler bei niedrigen Benutzungstundenzahlen größer als bei großen Zahlen, für dieselben Benutzungstunden aber immer gleich ist. Bei 2000 Benutzungstunden beträgt der Fehler sogar fast 100 %, bei 3000 Benutzungstunden rd. 56 % und bei 5000

[1] H. Eimer. Die wirtschaftlich günstigste Spannung für Fernübertragung mittels Freileitung. Verlag Julius Springer, Berlin 1914.
[2] Sieben, Die Wirtschaftlichkeit einer Großkraftverwertung der Kohlenenergie in Deutschland. Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1921.
[3] G. Klingenberg, Bau großer Elektrizitätswerke, Aufl. 1924, S. 109. Verlag Julius Springer, Berlin.
[4] H. Schulz, Die wirtschaftliche Reichweite des elektrischen Energie-Großtransportes im Jahre 1925. ETZ 1926, S. 296.
[5] Block, Örtliche Stromerzeugung aus Steinkohle oder Fernbezug von Braunkohlenstrom für Großverbraucher. ETZ 1927, S. 525.

Benutzungsstunden nur noch 35 %, also beträchtliche Werte, die die Wirtschaftlichkeitsberechnung stark beeinflussen müssen.

Es sollen nun noch die Prozentzahlen der jährlichen Ohmschen Verluste nach Klingenberg mit den von Eimer ermittelten Zahlen verglichen werden. In Abb. 2 sind die



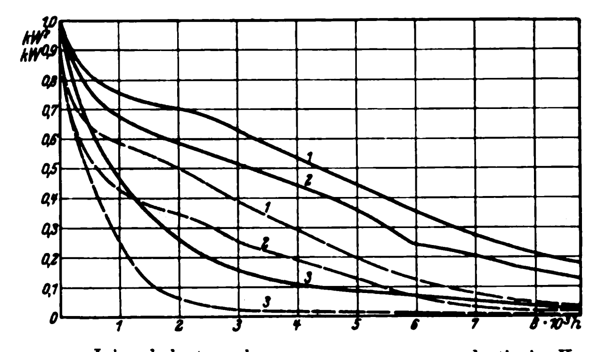
——— nach Eimer
– – – – „ Klingenberg
–·–·– nach Jansen und für die Belastungskurve verschiedener Elektrizitätswerke

Abb. 2. Mittlere Dauer t_V der vollen Effektverluste als Funktion der mittleren Dauer t_B der vollen Belastung.

Verluststundenzahlen von Eimer, über deren Entstehung später gesprochen werden soll, mit denen von Klingenberg aufgetragen. Ein Vergleich der beiden Kurven zeigt ebenfalls, daß die jährlichen Ohmschen Verluste nach Klingenberg errechnet zu groß sein würden. Der Fehler würde hier zwischen den hauptsächlich auftretenden Benutzungstunden von 3000, 4000 und 5000 rd. 34 % betragen, also verhältnismäßig groß sein. Dr.-Ing. B. Jansen[6] führt in seiner Arbeit den Verlustfaktor c_b ein, um die Stromwärmeverluste richtig zu errechnen. Dieser Faktor c_b schwankt zwischen dem linearen und quadratischen Wert der relativen Benutzungsdauer t_B/t. Es ist aber $c_b\,t = t_V$. Setzt man nun für den Verlustfaktor c_b den arithmetischen Mittelwert der Grenzkurven ein, so ist

$$t_V = c_b\,t = \left(\frac{t_B}{t} + \frac{t_B^2}{t^2}\right)\frac{t}{2}.$$

Für verschiedene Werte von t_B habe ich nun nach dieser Formel t_V berechnet und die zugehörigen Werte ebenfalls in Abb. 2 eingetragen. Die gefundene Kurve stimmt verhältnismäßig gut mit der von Eimer ermittelten überein. Die Abweichungen fallen von rd. 11 % bei 3000 Benutzungstunden auf 2 % bei 8000 Benutzungstunden.



——— Jahresbelastungskurve – – – – quadratische Kurve
1 ein rhein.-westf. E.W. 2 Stettin 3 nach Wright

Abb. 3. Jahresbelastungskurven und die dazugehörigen quadratischen Kurven der Industriegebiete.

Es war bisher bei der Berechnung der Fehler immer angenommen, daß die Verluststunden, wie sie Eimer errechnet, richtig seien. Es soll daher kurz gezeigt werden, wie Eimer[7] die Verluststunden theoretisch errechnet. Er schreibt: „Die mittlere jährliche Dauer T der vollen Belastung, für welche die Fernübertragungsanlage zu berechnen ist, ergibt sich durch Integration der Jahresbelastungskurve i/t zu

$$T = \frac{1}{J}\int_0^{t_1} i\,\mathrm{d}\,t,$$

wo J die volle Belastung, i die mit der Zeit t veränderliche Belastung, t_1 die Betriebsdauer eines Jahres in Stunden bedeuten. Durch Integration der quadrierten Jahresbelastungskurve i^2/t findet man die mittlere jährliche Dauer τ der vollen Effektverluste unter der Voraussetzung, daß nur Stromwärmeverluste zu berücksichtigen sind, was hier angenommen sei. Es ist also

$$\tau = \frac{1}{J^2}\int_0^{t_1} i^2\,\mathrm{d}\,t.$$

τ und T stehen also in engem Zusammenhang durch den Verlauf der zeitlichen Belastung."

Trägt man die Jahresbelastung eines Werkes der Größe nach von links nach rechts oder von rechts nach links ab, so erhält man die umgeformte Jahresbelastungskurve, die für jedes Werk eine andere charakteristische Form hat. Für eine Reihe von Werken ist diese umgeformte Kurve schon oft in der ETZ veröffentlicht worden. In dieser Form läßt sich nämlich die Kurve leichter mathematisch behandeln; so gibt Rossander[8] Gleichungen für diese Kurven an, setzt kW $= f(t) = a + b\,t^x$ und gibt für eine bestimmte Kurve kW $= 0{,}02 + 0{,}98 \cdot t^{6{,}85}$ an. Für die meisten Belastungskurven der Elektrizitätswerke wird es allerdings schwer halten und vielleicht sogar unmöglich sein, eine einfachere mathematische Formel zu finden. Um eine Beziehung zwischen der Benutzungstundenzahl t_B und der Verluststundenzahl t_V zu suchen, nimmt Eimer aus der Fülle der möglichen Kurven drei besondere Kurven heraus, die sich leicht integrieren lassen. Es sind dies die Gerade und die Parabel. Letztere nimmt er als Grenzkurve für den möglichen Verlauf der umgeformten Belastungskurve an. So erhält er neben dem Anfangs- und Endpunkt der Kurve t_V, t_B, nämlich für 0 und 8760 h, für die naturgemäß $t_B = t_V$ sein muß, durch Bildung der quadratischen Kurve und durch Integrieren noch drei Punkte, mit deren Hilfe er dann graphisch die t_V/t_B-Kurve ermitteln kann. Er errechnet folgende Werte

	Benutzungstunden	Verluststunden
für die Gerade	4350	2900
für die obere parabolische Grenzkurve	5800	4640
„ „ untere „ „	2900	1740
durch Überlegung die Werte		
für den Anfangspunkt	0	0
für den Endpunkt	8760	8760

und ermittelt aus den Werten die mittlere Dauer t_V der vollen Effektverluste als Funktion der mittleren Dauer t_B der vollen Belastung, die in Abb. 2 aufgetragen ist.

Es fragt sich nun, ob die Werte in wirklich auftretenden Verhältnissen und Belastungskurven auch mit diesen theoretisch ermittelten und angezweifelten Werten übereinstimmen. Zu diesem Zwecke wurden die Benutzungs- und Verluststundenzahlen für eine Reihe von Werken untersucht. Es sind die Jahresbelastungskurven und die dazugehörigen quadratischen Kurven für ein E. W. des rheinisch-westfälischen Industriegebietes, für das Großkraftwerk Stettin[9], eine Kurve von Wright[10] (Abb. 3) und eine Reihe norwegischer Werke (Abb. 4 u. 5) aufgetragen und mit Hilfe des Planimeters die Benutzungs- und Verluststundenzahlen ermittelt. Es ergeben sich folgende Werte:

Werk	Benutzungstunden	Verluststunden (planimetriert)	nach Eimer
Stettin	3500	2200	2150
Rheinland	4300	2700	2900
Wright	1700	750	900
CT 1904/05	4170	3100	2900
KEW 1904	2930	1650	1750
KEW 1908/09	2560	1550	1550
KEW 1904	1810	1100	1050
KEW 1899	1260	750	700

Während die obigen Werte praktisch mittels Planimeter bestimmt sind, sollen auch jetzt mathematisch durch Quadration und Integration der Gleichungen von Belastungskurven die Zahlen von Eimer nachgeprüft werden. Rossander[11] gibt für zwei Kurven die Gleichungen

$$\text{kW} = 0{,}02 + t^{6{,}85} \qquad (1)$$

$$\text{kW} = t^{1/3} \qquad (2)$$

[6] B. Jansen, Über die Querschnittsberechnungen in Hochspannungs-Fernleitungen. ETZ 1926, S. 820.
[7] H. Eimer, Wie Fußnote 1, S. 36.

[8] Rossander, Die Anwendung von symbolischen Belastungskurven für Elektrizitätswerke. ETZ 1913, S. 810.
[9] Z. VDI Bd. 71, S. 528.
[10] A. Wright, ETZ 1902, S. 92.
[11] Wie Fußnote 8.

Die Kurven des rheinischen Werkes habe ich durch Fortlassen der geringen Spitze und Veränderung der krummen Linie in eine gerade vereinfacht und erhalte dann für diese umgeformte Kurve die Gleichung

$$\mathrm{kW} = 0{,}2 + 0{,}8\,t^{1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Durch Integration und Quadration erhalte ich folgende Werte:

	Benutzungstunden t_B	Verluststunden errechnet t_V	Verluststunden nach Eimer t_V
nach Gl. (1) . .	1270	630	700
„ „ (2) . .	6560	5250	5250
„ „ (3) . .	5250	4100	3900

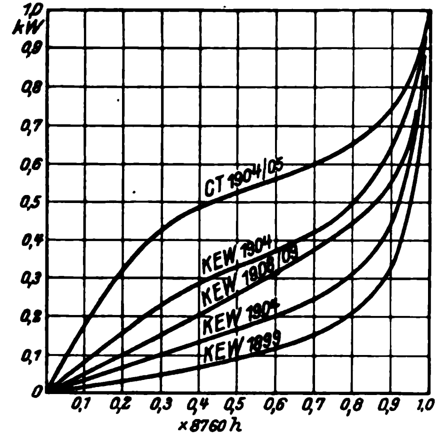


Abb. 4. Jahresbelastungskurven einer Reihe norwegischer Elektrizitätswerke.

In Abb. 2 sind nun neben der Kurve von Eimer auch die Zahlen für die Verluststunden nach Klingenberg und die anderen gefundenen Werte eingetragen. Die Abbildung zeigt uns, daß die Werte von Eimer sehr gut mit den Werten, die aus den Kurven verschiedener Werke ermittelt sind, übereinstimmen, daß die Werte von Klingenberg aber zu hoch angenommen sind.

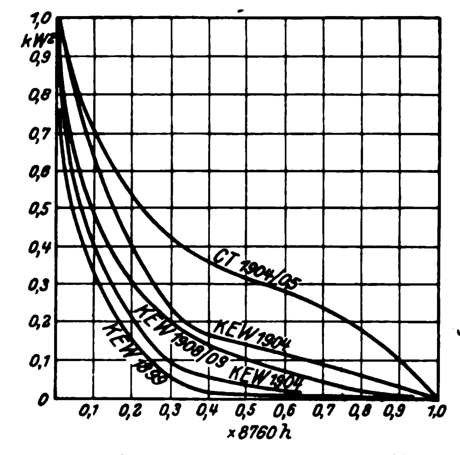


Abb. 5. Die zu den Jahresbelastungskurven von Abb. 4 gehörigen quadratischen Kurven.

Es wird nach dem Ergebnis der Untersuchung vorgeschlagen, bei der Berechnung der Ohmschen Verluste immer die Verluststundenzahl von Eimer zu verwenden. Für den Jahreswirkungsgrad wird daher auch die folgende verbesserte Formel einzusetzen sein:

bei Kyser:

$$\eta_j = \frac{N\,t_B}{N\,t_B + V_K\,t_V + V_E\,t_j}\,,$$

bei Uppenborn:

$$\eta_j = \frac{N}{N + V_K \frac{t_V}{t_B} + V_E \frac{t_j}{t_B}}\,.$$

Durch Verwendung der Verluststunden kann man dann die oben errechneten, teilweise beträchtlichen Fehler vermeiden.

Elektro-Trennmaschinen nach dem elektrothermisch-mechanischen Verfahren.

Von Ziv.-Ing. **Oskar Neiss**, Hamburg.

Übersicht. Der Aufsatz behandelt die Anwendung der elektrischen Lichtbogen- und Widerstandserhitzung zum Metallschneiden und den Einfluß der elektrothermischen Wirkung auf Werkstoff und Elektrode. Es wird weiter das Ergebnis einer praktischen Untersuchung eines Schneideverfahrens mit rotierender Elektrode bekanntgegeben und die Vorteile der Anwendung von Gleichstrom gegenüber Wechselstrom als Wärmequelle in elektrotechnischer Beziehung bewiesen sowie die Verwendung der unipolaren Stromerzeugung mit einem neuartigen Generator für diese Zwecke beschrieben.

I.

Der Gedanke, die hohen Temperaturen des elektrischen Lichtbogens auch dem Metalltrennen nutzbar zu machen, ist nicht mehr neu. Seitdem die Schweißverfahren von Zerener, Benardos und Slavianoff die Anwendung des Lichtbogens für die Metallbearbeitung im Ausgang des 19. Jahrhunderts aussichtsreich erschienen ließen, tauchte gleichzeitig der Gedanke auf, den Lichtbogen nicht nur zum Verbinden, sondern auch zum Trennen der Metalle zu benutzen. Weniger in Betracht wurde zuerst die Anwendung der Widerstandserwärmung gezogen, obgleich diese Art der Anwendung des elektrischen Stromes zu thermischen Zwecken länger bekannt und erforscht war. Ausschlaggebend für die vorerst ausschließliche Benutzung des elektrischen Lichtbogens zum Metalltrennen war die bequeme Art der Lokalisierung einer sehr großen Wärmequelle, bei deren Anwendung man mit verhältnismäßig geringen Verlusten durch Wärmeleitung und Strahlung zu rechnen hatte, abgesehen von den Kosten des Verfahrens an sich. Bei diesem Verfahren bedient man sich einer Kohle- oder Eisenelektrode, genau wie beim elektrischen Lichtbogenschweißen nach Abb. 1.

Der Abbrand an Elektroden ist dabei sehr groß, da die spez. Strombelastung z. B. einer nicht gekühlten Eisenelektrode (6 mm) beim Schweißen etwa 7,5 ÷ 8 A/mm², beim Brennen dagegen 11 ÷ 12 A/mm² betragen muß, wenn man eine rationelle Schnittgeschwindigkeit erzielen will. Das für Eisenelektroden Gesagte gilt auch für Kohleelektroden.

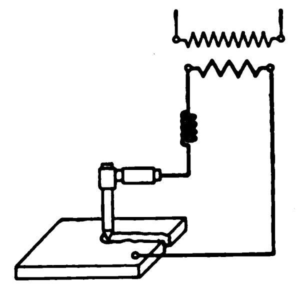


Abb. 1. Schema einer Lichtbogenschneidanlage mit ruhender Elektrode.

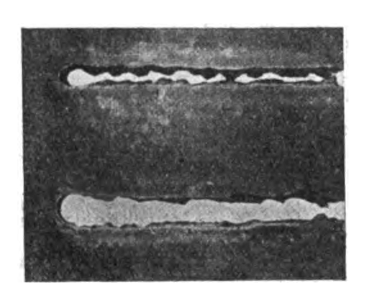


Abb. 2. Mit Lichtbogen und ruhender Elektrode hergestellter Schnitt.

Durch die hohe spezifische Strombelastung tritt sofortiges Weißglühen der Kohle ein, wobei durch die Oberflächen-Verbrennung der Querschnitt der Kohle sehr schnell abnimmt. Bei der Verwendung von Eisenelektroden, welche an sich eine kleinere Schnittbreite als Kohleelektroden benötigen, kann man bei Materialstärken von rd. 25 mm mit einem Verbrauch an Elektroden rechnen, der ungefähr gleich ist dem Gewicht des aus der Schnittfuge herausgeschmolzenen Materials. Dieses Ver-

hältnis wird mit zunehmender Materialstärke schlechter, bei abnehmender besser. Aber nicht die reinen Schnittkosten eines Trennverfahrens sind für dessen Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit allein bestimmend. Abb. 2 zeigt den Schnitt und die Schnittfläche eines mit dem vorbeschriebenen Verfahren hergestellten Schnittes. Es ist deutlich zu erkennen die ungleichförmige Schnittfläche bzw. die ungleichmäßige Schnittlinie, welche durch das Wandern des Lichtbogens an den Abbrandflächen des Werkstücks und das Abtropfen der Elektrode eine Beschaffenheit annehmen, die das Stück außer für Schrott zu keinen weiteren Zwecken direkt verwendbar machen. Abgesehen von dieser rein äußerlichen Beschaffenheit der Schnittfläche hat sich das Gefüge des Materials durch die Überhitzung mehrere Millimeter tief völlig verändert, so daß die Kosten der Nachbearbeitung und der Materialverlust bedeutend sind.

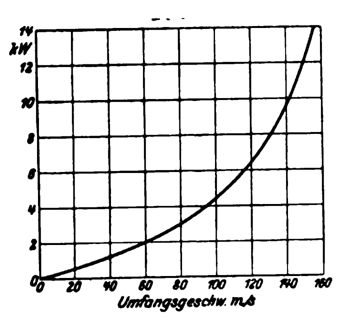


Abb. 3. Energieverbrauch durch Luftwiderstand der rotierenden Elektrode als Funktion der Umfangsgeschwindigkeit.

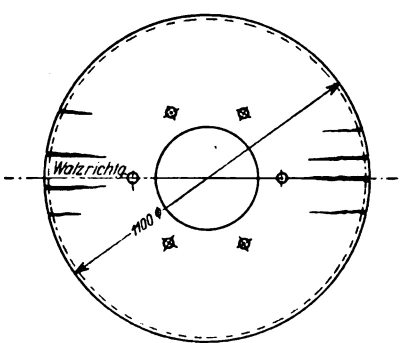


Abb. 4. Zerreißversuch an einer Elektrodenscheibe.

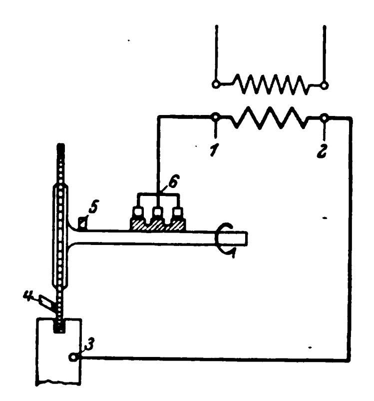


Abb. 5. Schema einer Lichtbogenschneidanlage mit rotierender Elektrode. (Die Bürsten 4 und 5 dienten nur zur Messung.)

In die Zeit dieser Entwicklung fällt im Jahre 1889 die Bekanntmachung eines neuen Verfahrens zum Schneiden von Metallen mit Hilfe des elektrischen Stromes, welches im Laufe der Zeit noch einige Veränderungen durchgemacht hat. Die allgemeine Erkenntnis, daß sich Metalle im warmen Zustand mit einem mechanischen Werkzeug besser als im kalten Zustand verarbeiten lassen, machte sich der Erfinder dieses Verfahrens zunutze, indem er nunmehr die damals schon recht erforschte Widerstandserhitzung für die Erwärmung des zu schneidenden Materials benutzen wollte. Das Verfahren bestand darin, einer schnellumlaufenden Metallscheibe als Elektrode einen Strom zuzuführen, dessen Gegenpol das Werkstück selbst bildete. Bei einer Umfangsgeschwindigkeit von rd. 100 m/s zum Zwecke der Kühlung der Scheibe war dieselbe fest gegen das Werkstück zu drücken, während die Stromwärme an der Berührungsstelle zwischen Scheibe und Werkstück dieses in der Schnittrichtung erweichen sollte. Durch die Reibungsarbeit der Scheibe, welche also Elektrode und Werkzeug ist, wurde dann der endgültige Schnitt bewerkstelligt. Dieses Verfahren konnte als gewisser Fortschritt betrachtet werden, denn die Elektrodenabnutzung und die Gefügeveränderung des Werkstückes wurden dadurch wesentlich eingeschränkt. Mit der Anwendung einer mit derartiger Umfangsgeschwindigkeit arbeitenden Scheibe als Elektrode erhielt die Konstruktion den Charakter einer Werkzeugmaschine und büßte viel ihrer früheren Beweglichkeit bei ruhender Elektrode ein. Resultate über die Wirtschaftlichkeit dieses Trennverfahrens sowie der folgenden Modifikationen sind nicht in die Öffentlichkeit gedrungen, so daß anzunehmen ist, daß eine praktische Verwertung nicht stattgefunden hat.

II.

Durch die anschließenden Forschungen auf dem Gebiete der elektrischen Schweißung, unterstützt durch die Entwicklung des Elektromaschinenbaues, wurde dieses Problem des Metallschneidens vor einigen Jahren durch die Elektro-Trennmaschinen G. m. b. H. in Hamburg wieder aufgegriffen. In der folgenden Abhandlung sollen einige ausführliche Berichte über die vom Verfasser angestellten Untersuchungen des Verfahrens wiedergegeben werden.

Die Untersuchungen erstrecken sich in Anlehnung an das zuletzt beschriebene elektrothermisch-mechanische Verfahren auf die Verwendung einer rotierenden Elektrode. Eine gewisse Schwierigkeit bestand zunächst darin, das richtige Verhältnis zwischen dieser elektrothermischen und mechanischen Arbeit zu ermitteln, damit die daraus resultierende Schmelzwärme ohne nennenswerte Zustandsänderung in bezug auf den Werkstoff und das Elektrodenmaterial wirksam wurde. Bei dieser Forderung stand es von vornherein fest, die für Werkstück und Elektrodenmaterial gefährlichen Wärmeableitungen der Schmelzwärme durch erhöhte Schnittgeschwindigkeit zu unterbinden und trotzdem die aufgewandte Energie im Vergleich zu den bestehenden Trennverfahren nicht nur in annehmbaren Grenzen zu halten, sondern sie möglichst zu verringern.

Zunächst etwas über die Elektrode. Es lag natürlich nahe, diese als rotierende Metallscheibe auszubilden, um einen wirksamen Punkt der Peripherie in der weitaus größeren Zeit seiner Untätigkeit kühlen zu können. Diese Kühlung mußte in erster Linie durch die eigene Umfangsgeschwindigkeit erzielt werden, die dann noch durch Aufspritzen einer Kühlflüssigkeit erhöht wurde. Um eine gute Kühlwirkung zu erhalten, sind mindestens Umfangsgeschwindigkeiten von 120 m/s nötig. Allerdings sind die Verluste durch Luftreibung dann nicht unbeträchtlich. Abb. 3 gibt den kW-Verbrauch in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit für roh gewalztes, gut gerichtetes und ausbalanciertes Blech wieder. Bei geschliffenen Scheiben ist der Eigenverbrauch etwas geringer. Die angestellten Zerreißversuche ergaben bei dem zur Verwendung kommenden Flußeisenblech eine Zerreißgrenze von 230 m/s Umfangsgeschwindigkeit, wobei man natürlich in jedem Fall von eventuellen Materialfehlern abhängig ist. Bemerkenswert war die Tatsache, daß die Bleche in der Walzrichtung an mehreren Stellen auf einer Länge von rd. 200 mm eingerissen waren (Abb. 4).

Um die Elektrodenscheibe dauerhaft zu gestalten, wurde anfänglich Wert darauf gelegt, sie möglichst wenig mechanische Arbeit verrichten zu lassen, wodurch die Wahl einer entsprechenden Stromquelle auf einen Lichtbogen-Schweißtransformator fiel, obgleich die physikalischen Voraussetzungen für die Unterhaltung eines Lichtbogens zwischen einer kalten und einer erhitzten Elektrode nicht gegeben waren (Abb. 5). Die Versuche waren durchaus negativ, da der Lichtbogen durch den starken Luftstrom aus der Schnittfuge herausgerissen wurde und seine Leistung mit rd. 200 A viel zu gering war, um auch nur eine einigermaßen brauchbare Schnittgeschwindigkeit bei geringer Wärmeableitung am Werkstück zu erzielen. Vergegenwärtigt man sich die Leistungskurve eines derartigen Lichtbogen-Schweißtransformators (Abb. 6), so ergibt sich bei 200 A ungefähr eine Lichtbogenspannung von 24 V und bei einem nahezu induktionsfreien Charakter des Lichtbogens eine Leistung von rd. 4,8 kW. Diese Leistung würde theoretisch genügen, um eine Eisenmenge von rd. 0,17 kg in 35 s von Null auf Schmelztemperatur zu bringen. Es wird später gezeigt werden, daß diese Erwärmungsgeschwindigkeit bei weitem nicht ausreicht, obgleich der durch die Elektrodenscheibe in die Schnittfuge hineingerissene Luftstrom bzw. der Sauerstoff an dem Trennvorgang aktiv beteiligt ist. Die Auswechselung des Schweißtransformators gegen eine Gleichstromquelle blieb ebenfalls ohne Resultat, wobei die Wahl der Polarität an der Elektrodenscheibe ohne Einfluß war. Diese Untersuchung brachte das Ergebnis, daß die Elektrodenscheibe durch den Lichtbogen sehr stark angegriffen wurde, und führte weiter zu der Schlußfolgerung, daß die Leistung des Lichtbogens mindestens verzehnfacht werden müßte, um bei der erforderlichen Schnittgeschwindigkeit brauchbare Resultate erzielen zu können. Eine derartige Leistungssteigerung war aber praktisch unmöglich, denn die Leerlaufspannung des Schweißtransformators beträgt nach Abb. 6 rd. 60 V, so daß man bei einer Wahl von 2000 A mit einer Leistung von 120 kVA zu rechnen hätte,

bei einer einphasigen Netzbelastung und einem Leistungsfaktor von $\cos\varphi = 0{,}45$. Man hätte also mit dieser Einrichtung als neuer Stromverbraucher, abgesehen von den technischen Mängeln, bei den Elektrizitätswerken gewiß kein Entgegenkommen gefunden.

Die weitere Überlegung erinnert an eine diesem Trennverfahren eng verbundene Methode, nämlich das Warmsägeverfahren. Wie schon eingangs erwähnt, wird dieses Verfahren mit Vorliebe dann angewandt, wenn der Werkstoff vom Walz- oder Schmiedeprozeß her noch eine gewisse Hitze besitzt. Das Sägeblatt ist an der Peripherie grob gezahnt, meist geschränkt oder konisch geschliffen und läuft mit rd. 100 m/s Umfangsgeschwindigkeit, wobei die Zähne auf Schnitt stehen. Die Zahlentafel 1 zeigt die Änderung der Schnittzeit bzw. des kWh-Verbrauchs bei zunehmender Erkaltung des Materials.

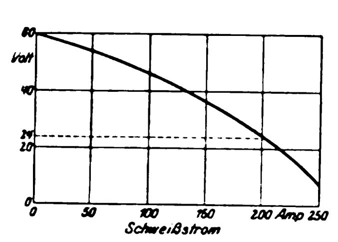


Abb. 6. Belastungscharakteristik eines Schweißtransformators.

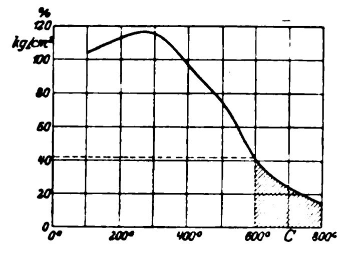


Abb. 7. Einfluß der Temperatur auf die Festigkeit in %.

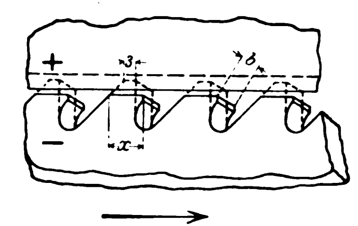


Abb. 8. Widerstandsveränderung der Elektrodenscheibe an der Arbeitsfläche.

Zahlentafel 1: kWh-Verbrauch bei zunehmender Erkaltung des Materials.
Material: Rundeisen 100 mm Dmr., rd. 45 kg Festigkeit.

Schnitt Nr.	Temperat. d. Werkstoffes °C	Schnittzeit s	Motorleistg. kW konst.	Verbrauch kWh
1	850	7,5		0,07
2	750	10	34	0,09
3	500	15		0,14

Es geht hieraus hervor, daß, abgesehen von der im Schneidgut aufgespeicherten Energie, dieses Verfahren von keinem anderen übertroffen wird; doch nur bis zu einer gewissen Grenze, welche in der Abb. 7 veranschaulicht wird. Unter dieser Temperaturgrenze, d. h. bei rd. 600° C, tritt eine mechanische Überbeanspruchung des Trennblattes ein, die oft zum Bruch desselben führt.

Immerhin konnte diese Methode zu dem Hinweis führen, daß es nicht durchaus notwendig ist, die Metalloberfläche des Werkstücks mit Temperaturen zu bearbeiten, wie sie im elektrischen Lichtbogen vorhanden sind, sondern nur die Oberfläche des Werkstücks bis zu einer Tiefe auf diejenigen Temperaturen zu bringen, welche ausreichen, um ein hier angreifendes Werkzeug vor mechanischer Zerstörung zu bewahren. In der nun folgenden Versuchsanordnung wurde zunächst als Elektrodenscheibe ein Warmsägeblatt benutzt, als Stromquelle wieder ein Einphasentransformator mit abgeändertem Übersetzungsverhältnis, im Gegensatz zu dem erstverwandten Transformator mit möglichst geringer Streuung versehen und für eine Stromstärke bis 5000 A bei 16 V Leerlaufspannung. Schon die ersten Schnittversuche zeigten, daß es nicht gleichgültig war, welche Schnittgeschwindigkeit man für einen bestimmten Materialquerschnitt wählte. An Hand der Abb. 8 sollen diese Verhältnisse näher beleuchtet werden.

Konnte man die Entfernung zwischen Elektrodenscheibe und Werkstück bei dem Vorversuch mit reiner Lichtbogenwirkung auf einer Größe bis zu mehreren Millimetern halten, so erforderte die geringe Spannung von 16 V mindestens einen unsicheren Kontakt zwischen Scheibe und Werkstück, um eine angemessene Durchgangstromstärke zu erzielen. Dieser Zustand erinnert an das neuerdings entwickelte Verfahren der elektrischen Abschmelzschweißung, bei welcher die Erhitzung der Schweißflächen durch Berühren und Entfernen derselben geschieht. Die beinahe schneidenförmige Zahnkrone wurde dabei natürlich sehr stark überlastet. Die Belastung wurde angenähert mit 18÷20 A/mm² bei dem Versuchsobjekt ermittelt. Durch diese starke spezifische Erhitzung des Werkstücks war die Schnittgeschwindigkeit sehr gut, während sie im weiteren Verlauf der Untersuchung um das Doppelte gesunken war, wobei sich die Zahnkrone von 3 mm auf 4÷6 mm abgeplattet hatte und die spezifische Zahnbelastung auf rd. 10 A/mm² gesunken war. Die Abb. 9 gibt das Resultat dieser Untersuchung wieder. Der erste Schnitt mit 47 cm² wurde mit 16,5 s, der letzte, achtzigste Schnitt mit rd. 30 s bei konstanter Schneidstromstärke durchgeführt. Die für die Durchgangstromstärke in Frage kommende Leitfähigkeit des Übergangswiderstandes wird durch die Metalldämpfe, welche ihre Entstehung der elektrothermischen Erhitzung in Verbindung mit dem in die Trennfuge hineingerissenen Luftsauerstoff verdanken, bedeutend erhöht und ist durch einen starken Lichtbogen auf der ablaufenden Elektrodenscheibenseite zu erkennen. Dieser so sichtbare Lichtbogen ist natürlich weniger aktiv beteiligt. Es ist klar, daß dieser Lichtbogen der Schnittfuge einen großen Teil der aufgewandten Energie entzog und auf die Elektrodenscheibe nur im zerstörenden Sinne wirkte, so daß ein gewisser Teil der Scheibenabnutzung auch auf sein Konto kam. Diese störenden Nebenerscheinungen wurden noch ergänzt durch die hin und wieder seitliche Berührung der Elektrodenscheibe mit dem Werkstück bei nicht genau gerichteten Blättern, so daß sich die Verluste an der

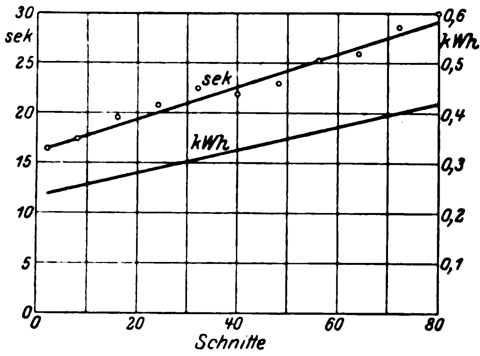


Abb. 9. Schnittzeit und kWh-Verbrauch als Funktion der Schnittleistung in cm².

Schnittstelle aus dem außerhalb der Schnittfuge befindlichen Lichtbogen und der seitlichen Berührung als elektrische Nebenschlüsse einerseits und der Wärmeleitung und Strahlung anderseits zusammensetzen und als Wärmemenge der Schnittstelle verloren gehen. Sie sollen daher als thermische Verluste bezeichnet werden. Hinzu kommen nun die elektrischen Verluste, die sich aus der maschinellen Anordnung ergeben, die bei der Fortleitung so großer Wechselströme nicht unbedeutend sind und, wie im folgenden gezeigt wird, auf den Spannungsabfall im Sekundärkreis von entscheidendem Einfluß waren. Die Messungen der einzelnen Spannungsabfälle nach Abb. 5 sind in der folgenden Zahlentafel zusammengestellt.

Zahlentafel 2: Spannungsabfälle bei konstanter Belastung ($J = 2200$ A).

Zwischen Punkt	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—1
Volt	2,0	2,0	10,0	2,2	0	2,8

Bei der großen Schnittgeschwindigkeit ist es nicht ausgeschlossen, daß die in der Zahlentafel 2 angegebenen Daten nicht streng genau sind, doch geben sie einen ungefähren Überblick zur Beurteilung der Verluste in den einzelnen Kreisabschnitten. Es stellen die zwischen den Punkten 3, 4 und 5 angegebenen Spannungen fast reine Wattspannungen dar, während die übrigen ziemlich induktiven Charakter besitzen. In den gleichen Messungen wurde festgestellt:

1. Transformator.
   Primäraufnahme 38 kVA, 30 kW, cos φ = 0,79, abgegebene Sekundärleistung 27,6 kW bei 2200 A und 10 V Schneidspannung.
2. Motor.
   Abgegebene Leistung 16,5 kW, davon nach Abb. 3 8,3 kW für Überwindung des Luftwiderstandes.
   Der Schnittstelle vom Transformator tatsächlich zugeführte Leistung 22,0 kW Schmelzwärme, der Schnittstelle vom Motor zugeführte Leistung 8,2 kW, zusammen 30,2 kW.

Die gesamte dem Netz entnommene Leistung einschließlich Wirkungsgrad des Motors betrug 50 kW und die der Schnittstelle zugeführte 30,2 kW, so daß sich der elektrische Wirkungsgrad für die Übertragung dieser Leistung auf 62 % beläuft. Soweit der Einfluß der elektrischen Verluste.

Es ist gezeigt worden, daß die der Schnittstelle tatsächlich zugeführten 30,2 kW nach der Umwandlung in Wärme mit einem thermischen Wirkungsgrad zu multiplizieren sind. Bei einer Schnittbreite von 8,5 mm wurden, auf den ganzen Schnitt bezogen (Abb. 9, Reichsbahnschiene), 0,31 kg Material herausgeräumt, und zwar bei einer mittleren Schnittzeit von 23 s. Der tatsächliche Verbrauch an der Schnittstelle ergibt sich somit zu 0,193 kWh. Die Untersuchung des herausgeräumten Materials ergab, daß ungefähr 25 % davon keine nennenswerte Überhitzung erfahren hatten, während der Rest geschmolzene und von dem Luftsauerstoff teilweise verzehrte Abbrände darstellt. Es sind also nicht die ganzen 0,31 kg in den geschmolzenen Zustand versetzt worden. Dagegen ist auf der anderen Seite die Leistung für die Luftförderung mit einzusetzen. Man begeht daher keinen großen Fehler, wenn man die 0,193 kWh als in Wärme umgesetzt bestehen läßt. Theoretisch benötigt man zum Schmelzen von 1 kg Eisen rd. 230 WE. Wird die kWh mit 860 WE eingesetzt, so würden für den angegebenen Schnitt 166 WE für 0,31 kg aufgebracht sein. Dieses würde also einen thermischen Wirkungsgrad von rd. 43 % ergeben. Aus dem elektrischen und thermischen Wirkungsgrad errechnet sich der Gesamtwirkungsgrad zu rd. 27 %. Die einzige Möglichkeit, diesen Wirkungsgrad bei Verwendung von Wechselstrom zu verbessern, lag darin, die Wattverluste zwischen den Punkten 4 ÷ 5 (Abb. 5) zu verringern, und zwar durch eine *Cu*-Scheibe, welche eine möglichst große Elektrodenscheibenfläche bedeckte und mit dem Schleifring direkt verbunden wurde. Dadurch konnte der elektrische Wirkungsgrad um 1 ÷ 2 % verbessert werden.

Trotz der vom elektrotechnischen Standpunkt aus zu beurteilenden schlechten Verhältnisse konnte das Elektrotrennverfahren einen Vergleich mit den bestehenden gut aushalten und diese in gewisser Beziehung sogar übertreffen. Einzig und allein störend bei dieser Anordnung war die hohe Leerlaufspannung des Transformators, die aber vorhanden sein mußte, wollte man bei noch größerer Belastung als 2200 A eine genügend große Schneidspannung und Stromstärke erhalten, denn die Spannung sank schon bei rd. 3000 A infolge der Induktivität des Sekundärkreises auf 5 V. Bei Unterbelastung oder zu geringer Schnittgeschwindigkeit wurde die Schmelzwirkung des nebengeschlossenen Lichtbogens so groß, daß die Elektrodenscheibe immer noch zu sehr angegriffen wurde. Als weiterer Nachteil bestand die ungleichmäßige Netzbelastung durch den Transformator, wodurch außerdem der Anschlußwert je nach Belastung bis zu 30 % unnütz erhöht wurde.

III.

Hatte diese Untersuchung das Ergebnis gezeigt, daß es für einen guten Erfolg des Verfahrens notwendig ist, eine möglichst große spezifische Stromstärke in das Werkstück einzubringen bei möglichst niedriger Spannung, um die Wirtschaftlichkeit zu fördern und schädliche Lichtbogenbildung zu vermeiden, so blieb nur die Anwendung des Gleichstromes als Erfolg versprechendes Mittel übrig, welches außerdem eine gleichmäßige Netzbelastung gewährleisten würde. Wollte man jedoch der Kostenfrage für den Anschaffungspreis einer solchen Trennmaschine gerecht werden, so war es von vornherein ausgeschlossen, einen Gleichstrom-Umformer für derartige Stromverhältnisse einer Trennmaschine beizugeben, was nicht näher erläutert zu werden braucht. Es wurde daher vom Verfasser eine Lösung gefunden, über die im folgenden berichtet werden soll.

Wegen der erforderlichen niedrigen Spannung von rd. 8 ÷ 10 V an der Schnittfläche wurde die unipolare Stromerzeugung gewählt, über die aber für die vorliegenden Verhältnisse fast keine Daten bekannt waren. Über eine ganze Reihe von Versuchsausführungen hinweg gelangte man schließlich zu einer Ausführung, wie sie im wesentlichen jetzt endgültig beibehalten und in der Abb. 10 schematisch im Schnitt wiedergegeben ist. Bei dieser Wahl war es nicht ganz sicher, ob nicht eine größere Ankerrückwirkung die Verwendung eines derartigen Generators bei diesen Stromstärken hinfällig machen würde. Diese Bedenken sind aber durch die später angeführten Messungen zerstreut worden. In mechanischer Hinsicht sei zu der Ausführung erwähnt, daß der Läufer aus einer durchgehenden Welle aus Siemens-Martin-Stahl besteht, daß der Scheibenflansch der Elektrodenscheibe gegen den Läufer nicht isoliert ist und die Bürsten den Strom direkt von der Stahlwelle abnehmen. Zu diesem Zweck mußten die Lager zur Vermeidung von Lagerströmen gegen Erde isoliert werden,

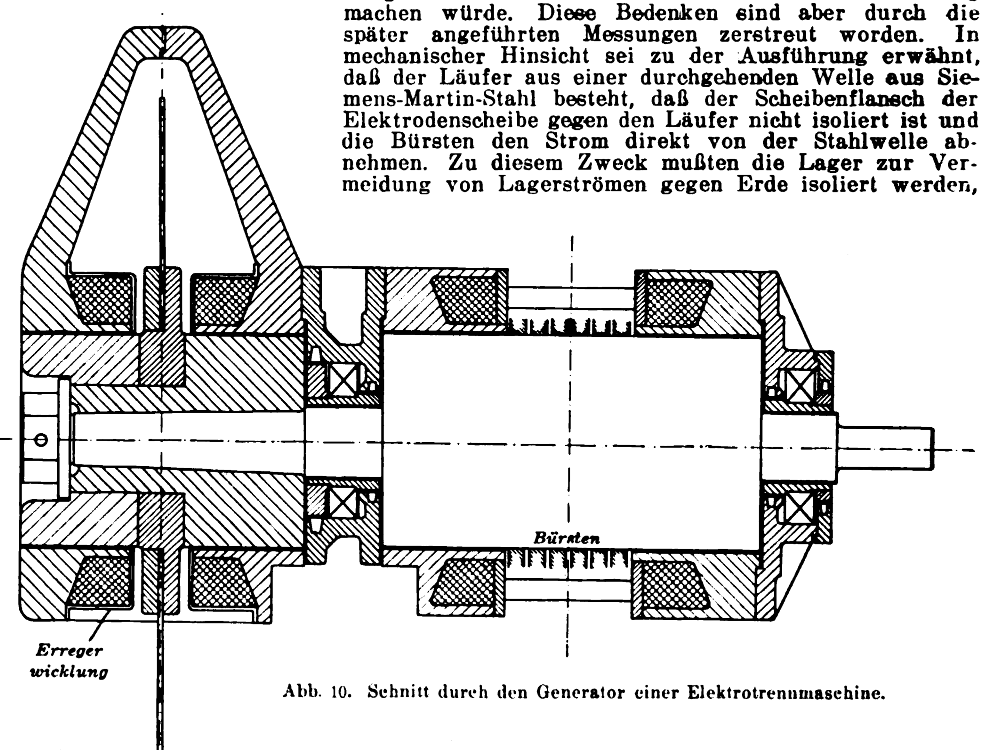


Abb. 10. Schnitt durch den Generator einer Elektrotrennmaschine.

da das Werkstück an sich schon geerdet ist. Bei anderen Versuchsausführungen, welche auch mit Kugellagern ausgerüstet waren, stellten sich bei Erregung des Generators in wenigen Sekunden starke Erwärmungen der Lager ein, was darauf zurückzuführen war, daß die über die Lagerköpfe streuenden Kraftlinien die rotierenden Kugeln im Lager induzierten und Lokalströme hervorriefen. Die aufgenommene Leistung betrug hierbei rd. 4 kW. Nachdem die eisernen Lagerköpfe durch bronzene ausgewechselt worden waren, war eine meßbare Erwärmung nicht mehr festzustellen. In magnetischer Beziehung entsprach die Ausführung den Berechnungen, obgleich die Befürchtung von auftretenden Wirbelströmen im Läufer wegen ungleichmäßiger Kraftflußverteilung durch die unsymmetrische Jochausbildung auf der Elektrodenscheibenseite nicht unbegründet war, schon deshalb, weil die Sättigung wegen Gewichtsersparnissen ziemlich groß und der Luftspalt klein gewählt wurde. Die Aufgabe bestand nun darin, den Läuferdurchmesser bzw. seine Umfangsgeschwindigkeit (wegen Bürstenreibung), die Drehzahl, die Generatorspannung und den Durchmesser der Elektrodenscheibe bzw. ihre Umfangsgeschwindigkeit in angemessene Beziehungen zueinander zu bringen.

Zunächst einige Angaben über die Spannungsverhältnisse bei Leerlauf und Belastung. Abb. 11

zeigt die aufgenommenen Daten, worin die Kurve *1* die Magnetisierungskurve mittels Fremderregung, Kurve *3* den Spannungsverlauf im Läufer und Kurve *2* die Klemmenspannung bei Belastung darstellen.

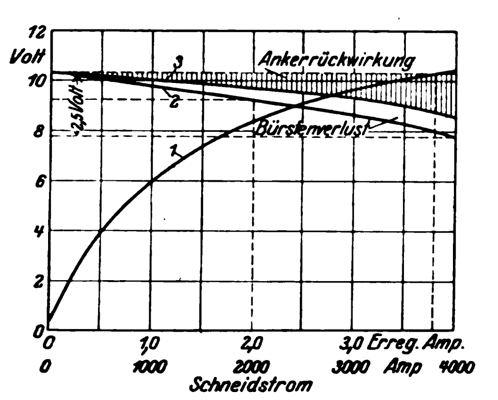


Abb. 11. Spannungsdiagramm des Generators bei Leerlauf und Belastung.

Aus der Abb. 10 ist ersichtlich, daß der Läufer gleichzeitig Stromleiter von verhältnismäßig großem Querschnitt ist, so daß der Ohmsche Spannungsverlust hier vernachlässigt werden kann. Der Spannungsverlust über der Kurve *3* entsteht durch Ankerrückwirkung und ist durch Kompoundierung zu beeinflussen. Die Differenz zwischen Kurve *2* und *3* gibt den Spannungsverlust unter den Bürsten wieder. Zur Verwendung kommt eine graphithaltige Bronzebürste, welche allerdings bei der Belastung von 4000 A um 70 % für die Dauer der Messung überlastet wurde. Durch geeignete Bürstenbesetzung können diese Verluste auf ein ganz geringes Maß herabgedrückt werden. Es ist für alle Fälle günstig, daß die Leistungsbemessung des Generators fast nur von dem gesamten Bürstenraum und Querschnitt abhängig ist. Der gesamte Spannungsabfall beträgt also von Leerlauf bis Belastung bei 4000 A 2,5 V, d. h. nicht mehr als beim Transformator festgestellt wurde, obgleich beim Generator schon die einmalige Übertragung der Leistung über Bürsten enthalten ist. Die Leerlaufverluste setzen sich wie folgt zusammen:

1.	Generator und Scheibe	2,5 kW
2.	Bürstenreibung bei 34 m/s	2,0 „
3.	Erregerleistung max.	1,0 „
4.	Wirbelströme bei max. Erregung . .	2,0 „
	Zusammen	7,5 kW

Zu Punkt 4 ist zu bemerken, daß die Verluste durch genaue zentrische Lagerung des Läufers ziemlich eingeschränkt werden können, doch ist die unsymmetrische Jochausbildung auf der Scheibenseite nicht ganz ohne Einfluß. Die endgültigen praktischen Ergebnisse sind nun weiter in der Abb. 12 zusammengestellt.

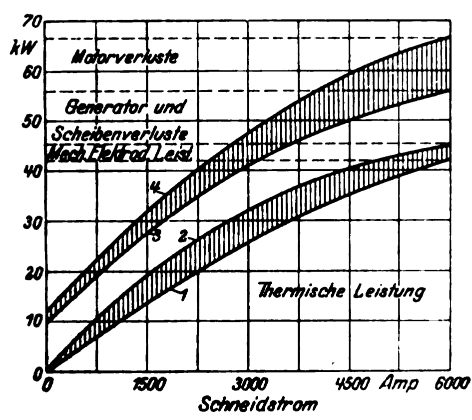


Abb. 12. Darstellung der Leistungen und Verluste einer Elektro-Trennmaschine.

Ausgehend von der Kurve *4*, welche die aufgenommene Motorleistung für den Betrieb des Generators darstellt, sind zunächst seine Eigenverluste abgesetzt, so daß aus der Kurve *3* die an den Generator abgegebene Leistung zu entnehmen ist. Die Differenz zwischen Kurve *3* und *2* enthält die bereits angeführten Leerlaufverluste einschließlich Wirkungsgrad des Generators, so daß in Kurve *2* die an der Schnittstelle aufgenommene Leistung, welche möglichst in Wärme umzusetzen ist, ausgedrückt ist. Es ist schon an anderer Stelle klargelegt, daß sich diese Leistung aus einer elektrothermischen und einer mechanischen zusammensetzt. Es ist weiter gezeigt, daß das Verhältnis bei der Transformatoranordnung

$$\frac{\text{elektrothermische Leistung}}{\text{mechanische Leistung}} = \frac{3}{1} \text{ wurde.}$$

Stellt nun die Kurve *1* die tatsächlich abgegebene Leistung an der Schnittseite aus Strom und Spannung zwischen den Elektroden dar, so muß die Differenz dieser beiden Kurven dieses Verhältnis wiedergeben und man wird finden, daß es sich wesentlich nach der elektrothermischen Seite hin verschoben hat, und zwar bei der gleichen abgegebenen Leistung von rd. 30 kW an der Schnittstelle:

$$\frac{\text{elektrothermische Leistung}}{\text{mechanische Leistung}} = \frac{5}{1}.$$

Aus dem weiteren Verlauf dieser Kurven ist ersichtlich, daß sich dieses Verhältnis bei zunehmender Stromstärke weiterhin wesentlich ändert (bei 6000 A auf rd. $\frac{14}{1}$), so daß die Kurven *1* und *2* bei weiterer Steigerung der Stromstärke ineinander übergehen werden. Die mechanische Arbeit der Scheibe wird also nahezu Null werden, da der Werkstoff in einen Zustand übergegangen ist, der der Elektrode als Werkzeug fast keinen Widerstand mehr entgegensetzt. Aber auch dieses Verhältnis hat seine Grenzen, indem bei diesem Verfahren Wert darauf gelegt wird, eine glatte Schnittfläche bei unverändertem Gefüge zu erhalten. Es ist daher die Überhitzung des Werkstoffes auf eine bestimmte Tiefe zu beschränken, was durch die Räumarbeit der Scheibe sowie die Schnittgeschwindigkeit erreicht wird.

Durch die zur Verfügung stehende große Stromstärke wird der Zahnkopf von vornherein auf ein beträchtliches Maß abgeplattet, so daß die Scheibe an der Peripherie lediglich mit Aussparungen versehen ist, welche die Abbrände aus der Schnittfuge leichter entfernen, als es eine glatte Scheibe auch wegen der Luftförderung tun würde. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß die Scheibe dadurch in mechanischer Hinsicht an Lebensdauer gewinnt und die Betriebsmittelkosten bedeutend verringert werden. Nach dem Zerspanen von 3300 cm² Material hat die Scheibe nicht die geringste Veränderung gezeigt, und zwar derart, daß sich die Zähne wie im angelieferten Zustand befanden. In der nun folgenden Zahlentafel sind einige Schnitte in bezug auf Schnittzeit und Kosten zusammengestellt, während Abb. 13 das Diagramm eines Schnittes an einem Doppel-T-Träger NP 30, liegend, bei konstanter Schnittgeschwindigkeit wiedergibt.

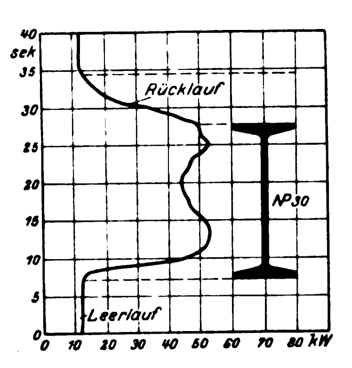


Abb. 13. Diagramm eines Elektrotrennschnittes.

Zahlentafel 3: Schnittzeit und Stromverbrauch einiger Profile.

Profil	Querschnitt cm²	Schnittzeit s	Verbrauch kWh
U NP 22	37,4	12	0,133
I NP 30	69	20	0,28
I NP 40	118	35	0,47
I NP 50	179	45	0,8

An Hand der bisher gemachten Darlegungen könnte man der Ansicht sein, daß sich der Durchmesser der Elektrodenscheibe nach der in erster Linie zu bestimmenden Umfangsgeschwindigkeit, abgesehen von der Sperrigkeit des Schneidgutes richtet. Das ist leider nicht der Fall. Stellt man sich zwei Elektrodenscheiben vor mit gleicher

Umfangsgeschwindigkeit, deren Drehzahlen sich wie 1 : 3 verhalten, so stehen ihre Durchmesser im gleichen umgekehrten Verhältnis zueinander und es ist klar, daß ein wirksamer Punkt der Peripherie an der kleinen Scheibe in der Zeiteinheit die dreifache Leistung aufzubringen hat wie ein Punkt an der großen Scheibe. Oder mit anderen Worten, die Zeit der Untätigkeit oder der Abkühlung eines wirksamen Punktes beträgt bei der großen Scheibe das Dreifache als bei der kleinen Scheibe. Da die auf die Elektrodenscheibe abgeleitete Wärme mit wachsendem Querschnitt des Schneidgutes steigt, ist es notwendig, den Scheibenumfang, also auch den Durchmesser zu vergrößern, solange man kein Mittel besitzt, die Peripherie der Scheibe intensiv und zweckmäßig zu kühlen, da man, wie bereits gezeigt, über gewisse Umfangsgeschwindigkeiten in Verbindung mit normalen Drehzahlen nicht hinauskommt. Diese Tatsache macht sich bei den bekannten Schnellreibsägen, bei denen die Schmelzwärme nur durch Reibungsarbeit der Scheibe unter Druck gegen das Werkstück aufgebracht werden muß, noch viel unangenehmer bemerkbar. Hat eine Scheibe eine derartige Übertemperatur angenommen, so wirft sie sich infolge der Ausdehnung an der Peripherie tellerförmig durch, ändert ihre Schnittrichtung und bremst sich in der Schnittfuge fest. Dieser Zustand entsteht also bei einer gegebenen Anordnung entweder bei zu großer Schnittgeschwindigkeit oder zu großem Querschnitt des Werkstückes. Aus diesem Umstand heraus erklärt sich auch, daß die Schnittleistung in cm²/kWh bei einer gegebenen Anordnung mit steigendem linearen Eingriff der Scheibe sinkt, wie der Zahlentafel 3 zu entnehmen ist. Bei Umfangsgeschwindigkeiten von 90 ÷ 140 m/s schwankt die Größenordnung der Scheibe zwischen 800 ÷ 1600 mm Durchmesser.

Die metallographische Beschaffenheit der Schnittfläche, deren Untersuchung ein durchaus günstiges, praktisch unverändertes Gefüge erkennen läßt und auch bei Qualitätsmaterialien, weich oder gehärtet, nennenswerte Abweichungen nicht ergab, ist bereits in verschiedenen Vorträgen und Abhandlungen veröffentlicht worden, so daß an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht.

Neuzeitlicher Transformatorenschutz.

Von Dipl.-Ing. v. **Wiarda** und Ing. **E. Wilm**, Berlin.

Übersicht. Im Anschluß an allgemeine Betrachtungen über Transformatorenschutz wird ein aus den Erfahrungen der Berliner Städtische Elektrizitätswerke A. G. hervorgegangenes Wärmeschutzrelais beschrieben, welches mit Momentkontakt arbeitet und eine genaue Temperatureinstellung besitzt. Es gewährleistet allein oder in Verbindung mit dem Buchholz-Relais einen wirksamen Schutz.

Bei den hohen Werten, welche die Berliner Städtische Elektrizitätswerke A. G. (BEWAG) in den Leistungstransformatoren investiert haben, ist es verständlich, daß ihr Bestreben schon lange darauf gerichtet ist, zuverlässige Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, um Transformatorenschäden zu vermeiden. Die Bewertung eines Transformatorenschutzes muß sich neben der Beurteilung der Betriebsicherheit des Schutzapparates danach richten, wieviele der einzelnen Fehlermöglichkeiten von einem Schutzsystem erfaßt werden. Die Transformatorenschäden bzw. ihre Ursachen lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

1. Überlastungen,
2. unzulässige Erwärmungen infolge äußerer Umstände,
3. innere bzw. Isolationschäden.

Der ideale Schutzapparat müßte bei allen 3 Fehlergruppen, solange der Fehler in langsamer Entwicklung befindlich ist, signalisieren, sobald sich aber ein voller Defekt ausgebildet hat, den Transformator sowohl auf der Hochvolt- wie auf der Niedervoltseite zur Abschaltung bringen. Diese an einen Idealschutz zu stellenden Forderungen werden von den in der Praxis bekannten Schutzsystemen jeweils nur z. T. erfüllt, so daß man gezwungen ist, den Transformator gleichzeitig mit mehreren Schutzsystemen auszurüsten.

Große Transformatoren, bei denen die erheblichen Kosten dieser verschiedenen Schutzapparate nicht so in das Gewicht fallen, werden deshalb z. B. neben dem Überstromschutz noch mit Differential- oder Differential-Wattschutz versehen. Ferner werden besonders bei künstlich gekühlten Transformatoren Signalvorrichtungen vorgesehen, die bei unzulässiger Öltemperatur oder beim Aussetzen irgendeines Teiles der für die künstliche Kühlung erforderlichen Apparatur ansprechen und so eine Beseitigung der Störung bzw. eine rechtzeitige Abschaltung des Transformators vor eingetretener Beschädigung ermöglichen. Bei derartig geschützten Transformatoren würden also alle in den drei obengenannten Gruppen zusammengefaßten Fehlermöglichkeiten erfaßt sein. Die kleinen und mittleren Transformatoren, die im wesentlichen zur Erzeugung der Verbraucher-Niederspannung dienen, werden dagegen im allgemeinen nur mit einem Überstromschutz versehen, der bei den kleinsten Leistungen bis etwa 30 bzw. 50 kVA nur aus Hochspannungssicherungen besteht, während bei Leistungen, die über diesen Werten liegen, Ölschalter mit Überstromauslösung verwendet werden.

Der Überstromschutz allein kann nicht als wirksamer Transformatorenschutz angesprochen werden, da der Transformator lediglich gegen Überlastung geschützt ist, alle übrigen Fehlermöglichkeiten aber erst dann zur Abschaltung des Transformators führen, wenn durch den eingetretenen Defekt bzw. durch die bereits erfolgte Zerstörung des Transformators eine Stromaufnahme erfolgt, die den Nennstrom wesentlich übersteigt. Hinzu kommt noch, daß bei diesen kleinen Transformatoren, die zur Erzeugung der Verbraucher-Niederspannung dienen, nur in den seltensten Fällen eine selbsttätige Abschaltung auf der Niederspannungseite vorgesehen wird, trotzdem bei Parallelarbeit mehrerer Transformatoren auf das Niederspannungsnetz jeder größere Defekt, der sich noch nicht zum vollen Kurzschluß ausgewachsen hat, zur völligen Zerstörung des Transformators führen muß, da die Rückspeisung der übrigen Transformatoren auf den defekten Transformator durch die Sicherungen oder die vorgeschalteten Maximalschalter nicht verhindert wird. Trotzdem man sich darüber klar ist, daß der Überstromschutz nur ein sehr mangelhafter Schutz des Transformators ist, verbietet sich die bei großen Transformatoren stets übliche Anordnung mehrerer Schutzsysteme bei den kleineren Transformatoren aus wirtschaftlichen Gründen.

Einen Fortschritt bedeutete daher die Erfindung des Buchholz-Schutzes, der bei einfachster Bauart nicht nur die inneren Schäden, sondern auch Überlastungen, die den Nennstrom wesentlich übersteigen, signalisiert bzw. bei größeren Defekten den Transformator sofort zur Abschaltung bringt. Bei näherer Untersuchung zeigt sich aber, daß der Buchholz-Schutz noch der Ergänzung durch ein weiteres Schutzmittel bedarf, da die eben erwähnten Fehler durch den Buchholz-Schutz erst dann erfaßt werden, wenn durch Funkenbildung, durch Zersetzung von Isolierstoff oder durch anderweitige örtliche Übertemperaturen eine Gasentwicklung entstanden ist. Jeder Betriebsleiter muß aber darauf Wert legen, Schutzvorrichtungen zu besitzen, die den Transformator nicht nur abschalten, wenn ein Fehler bereits entstanden ist, sondern den Transformator überhaupt vor dem Entstehen von Fehlern schützen. Allgemeine Temperaturerhöhungen, die noch nicht zur Gasentwicklung führen, oder die auf Überlastungen beruhen, die unterhalb der Ansprechgrenze des Maximalrelais bzw. des Buchholz-Relais liegen, führen allmählich zur Zerstörung des Transformators. Solche Temperaturerhöhungen können außer durch Überlastung aus verschiedenen Ursachen auftreten, z. B. infolge ungenügender Lüftung des Transformatorenraumes, bei Transformatoren in kleineren Häusern, in eisernen Säulen, bei schlechter Ölzirkulation, Zusetzung von Kühlkanälen durch Schlammablagerung auf den Windungen, bei starker Sonnenbestrahlung im Freien oder in Säulen aufgestellter Transformatoren usw. Auf Grund der Erfahrungen der BEWAG hat sich ergeben, daß in allen diesen Fällen der Einbau eines Wärmerelais zweckmäßig ist, sei es bei größeren Transformatoren in Verbindung mit dem Buchholz-Schutz, sei es allein bei kleineren Transformatoren, bei welchen der Buchholz-Schutz aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht mehr in Frage kommt. Bereits die Ergänzung eines vorhandenen Maximalschutzes nur durch ein Wärmerelais, was infolge des geringen Preises des Wärmerelais stets



noch innerhalb der Grenzen der Wirtschaftlichkeit liegt, bringt eine wesentliche Werterhöhung der Schutzmaßnahmen, da durch das Wärmerelais bereits geringfügige Überlastungen, alle unzulässigen Erwärmungen infolge äußerer Umstände und auch z. T. die inneren Schäden erfaßt werden. Die BEWAG sah sich daher veranlaßt, Untersuchungen über die Verwendbarkeit der vorhandenen Wärmerelais-Konstruktionen anzustellen. Das Prinzip dieser Relais beruht darauf, daß durch Erwärmung des Öles indirekt ein Kontakt geschlossen (oder geöffnet) wird. Zur Erreichung dieses Zieles sind zwei Wege möglich. Man kann das gleiche Prinzip benutzen wie beim Calorschutz, bei welchem bekanntlich eine leicht schmelzbare Legierung beim Schmelzen einen Schaltstift freigibt. Oder man benutzt als kontaktgebendes Glied einen Streifen aus zwei aufeinander gewalzten Metallen mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten (Bimetall).

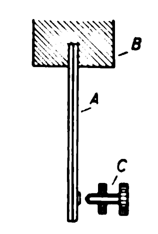


Abb. 1. Grundprinzip eines Wärmerelais mit Bimetallstreifen.

Einen Schutzschalter der ersten Art hat Prof. Zipp, Cöthen, angegeben. In dem diesem Apparat zugrunde liegenden Prinzip ist es begründet, daß bei ihm eine nachträgliche Einstellung auf eine andere Temperatur nicht möglich ist, denn es müßte zu diesem Zweck die Legierung ausgewechselt werden. Diese Forderung nach Einstellbarkeit auf eine bestimmte Temperatur muß man aber bei einem derartigen Wärmeschalter, soll er sich allen Verhältnissen anpassen lassen, stellen.

Diese Forderung läßt sich bei den mit Bimetallstreifen ausgerüsteten Relais erfüllen; Abb. 1 zeigt das Grundprinzip eines solchen. *A* ist der aus zwei aufeinandergeschweißten oder gewalzten Metallen (z. B. Eisen und Messing) bestehende, in dem Körper *B* an einem Ende fest eingespannte Bimetallstreifen. Die Bewegungsrichtung des freien Endes bei Erwärmung ist durch einen Pfeil angedeutet. Bei genügender Bewegung wird zwischen diesem Streifen und der Schraube *C* ein Kontakt geschlossen. Durch Vor- oder Zurückdrehen dieser Kontaktschraube kann die Temperatur, bei der der Stromschluß erfolgen soll, in weiten Grenzen verändert werden. Auf den ersten Blick scheint es verwunderlich, daß sich derart einfache Apparate nicht schon längst in großem Umfange eingeführt haben. Dies hat seine Ursache darin, daß den bisher bekannten Transformatoren-Schutzrelais in dieser einfachen Form schwerwiegende Nachteile anhaften. Der hauptsächlichste besteht darin, daß infolge des geringen Weges, den der Bimetallstreifen beschreibt, der Kontaktweg sehr klein ist, vielleicht nur Bruchteile eines Millimeters. Ferner ist der Kontaktdruck gering, und hieraus resultiert eine große Unsicherheit der Kontaktgebung und Ungenauigkeit der Einstellung, die noch dadurch vermehrt wird, daß die Kontaktgebung unter Öl erfolgen muß. Infolge Funkenbildung und sonstiger Verschmutzung tritt bald ein Versagen ein. Der Kontakt darf nur mit einer Spannung von einigen Volt und mit einer geringen Stromstärke belastet werden. Es ist also eine Hilfstromquelle (Akkumulator) notwendig. Die Abschaltung des Transformators soll aber mittels der überall zur Verfügung stehenden Verbraucher-Niederspannung erfolgen. Man ist also genötigt, ein Zwischenrelais einzubauen, um den Ölschalter zur Auslösung bringen zu können. Ohne Zwischenrelais sind die bekannten Konstruktionen nur zur Signalisierung zu verwenden. Eine Signalisierung hat aber bei den kleinen unbewachten Transformatorenstationen keinen Zweck, da der Transformator bis zum Eintreffen des Bedienungspersonals längst zerstört sein kann. Es geht aus vorstehendem hervor, daß die Lösung dieser Aufgabe infolge des zahlreichen Zubehörs, das ein solcher „einfacher" Schalter benötigt, nicht so einfach ist, wie sie zuerst erscheint. Das gleiche gilt in bezug auf die Betriebsicherheit. Diese wird erfahrungsgemäß desto mehr vermindert, je mehr Zwischenglieder zur Verwendung kommen, da jedes derselben eine Störungsquelle bedeutet. Es sei hierbei nur an den Akkumulator erinnert, der seine Pflicht nur bei ordnungsmäßiger Wartung erfüllen kann.

Von diesen Übelständen ist der nachstehend beschriebene, von der BEWAG entwickelte Apparat völlig frei[1]. Er unterscheidet sich von den vorher beschriebenen in der Hauptsache dadurch, daß der Stromschluß durch einen unter kräftiger Federwirkung stehenden Momentkontakt bewirkt wird, und daß der Kontakt so groß ist, daß durch Verschmutzen, Schlammablagerung u. dgl. eine Störung der sicheren Funktion nicht zu befürchten ist und daß durch ihn die Verbraucherspannung zur Auslösung des Ölschalters direkt geschaltet werden kann. Den Aufbau des Relais lassen die schematischen Abb. 2 und 3 erkennen. Auf dem

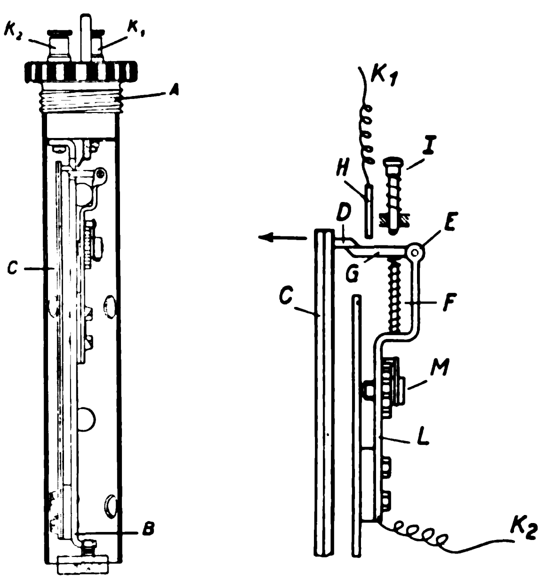
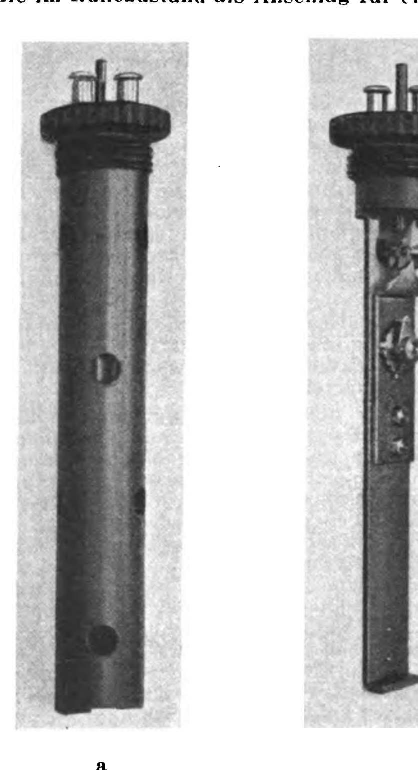


Abb. 2. Wärmerelais mit Momentschaltvorrichtung, System BEWAG.

Abb. 3. Schema der Wirkungsweise des BEWAG-Relais.

mit 1"-Gasgewinde versehenen Isoliersockel *A* befindet sich der mit der Klemme K_2 elektrisch verbundene Träger *B*, an dessen unterem Ende der Bimetallstreifen *C* befestigt ist. Dieser Streifen *C* trägt am oberen Ende die Schneide *D*, die im Ruhezustand als Anschlag für eine um den Punkt *E*



a b

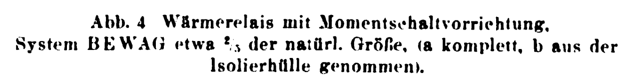


Abb. 4 Wärmerelais mit Momentschaltvorrichtung, System BEWAG etwa ²/₃ der natürl. Größe, (a komplett, b aus der Isolierhülle genommen).

drehbar gelagerte und unter Druck der Feder *F* stehende Klinke *G* von der Schneide abgleiten und unter dem Einfluß der Feder *F* in Berührung mit dem Kontaktstift *H* kommen kann. Hierdurch ist der Kontakt zwischen K_1 und K_2 hergestellt. In die Arbeitsbereitschaft wird der Schalter durch Druck auf den Knopf *I* zurückgeführt. Die Kontakt-

[1] Der beschriebene Transformatorenschutz wird von der Firma Dipl.-Ing. D. Bercovitz & Sohn, Berlin-Schöneberg, hergestellt.



anordnung ist in Abb. 3 in vergrößertem Maßstabe schematisch dargestellt. Die Einstellung des Relais auf verschiedene Temperaturen erfolgt durch Spannen des Winkels L mittels der Schraube M. An ihrem oberen Ende trägt diese einen mit einer Rast versehenen Zeiger, der über einer Temperaturskala bewegt werden kann. Die Drehung dieser Einstellschraube bewirkt, daß sich die beiden Schneiden D und G mehr oder minder weit überlappen, d. h. daß das obere Ende des Bimetallstreifens C einen mehr oder weniger großen Weg bis zum Abgleiten zurücklegen muß. Die Einstellvorrichtung gestattet eine Verstellung von $50 \div 120°$ in Intervallen von 5°, wobei durch entsprechende Eichung eine Schaltgenauigkeit innerhalb der Grenzen $\pm 0{,}5°$ erreichbar ist.

Die äußere Ausführung des Relais zeigt Abb. 4. Es ist in ein Rohr aus hochwertigem Isolierstoff eingebaut und wird mittels des Gewindes in einen am Transformator vorzusehenden Tubus eingeschraubt. Durch die Schaffung dieses Wärmerelais ist die Möglichkeit gegeben, viele Transformatoren, die bisher nur unvollkommen geschützt sind, auf billige Art und Weise mit einem Schutzmittel zu versehen, das allein oder zusammen mit dem Buchholz-Schutz oder anderen Schutzsystemen, je nach den Mitteln, die entsprechend dem Werte eines Transformators für seinen Schutz aufgewendet werden können, den Transformator vor vielen im Betrieb vorkommenden Fehlermöglichkeiten schützt. Wenn dann bei der Anordnung des Schutzes noch Vorsorge getroffen wird, daß auch bei den kleinen parallel arbeitenden Transformatoren, die das Verbrauchernetz speisen, beim Ansprechen der Schutzvorrichtungen nicht nur die Hochspannungsschalter ausgelöst, sondern gleichzeitig die Niederspannungsschalter geöffnet werden, so ist die Gewähr gegeben, daß die Transformatorenschäden soweit als möglich vermieden werden bzw. entstandene Schäden nicht zur Zerstörung des Transformators führen.

Beitrag zur Prüfung kompensierter Asynchronmotoren.

Von **Johannes Thieme**, Dresden.

Übersicht. Es werden die Beziehungen zwischen den Leerlauf- und Vollastverlusten kompensierter Asynchronmotoren untersucht und daraus ein Verfahren abgeleitet, um durch direkte Messungen an der leerlaufenden Maschine den Wirkungsgrad rasch und sicher zu ermitteln. Daran werden einige Bemerkungen über Erwärmungsproben mit Blindstrombelastung geknüpft.

Bekanntlich werden serienmäßig hergestellte Drehstrommotoren fast ausschließlich nur im Leerlauf und Stillstand geprüft, da die Kenntnis der charakteristischen Konstanten des Motors genügt, um mit Hilfe bekannter Diagramme seine Betriebseigenschaften genau zu ermitteln. Auch kompensierte Drehstrommotoren werden heute serienmäßig hergestellt; doch ist bei ihnen eine wesentlich umfangreichere Prüfung angebracht, und zwar aus folgenden wichtigsten Gründen:

1. Ein kompensierter Motor wird mit jeder nur gewünschten Phasenvoreilung zwischen $\cos\varphi = 1$ und reiner Blindstromabgabe als leerlaufender Phasenschieber geliefert. Das bedeutet aber, daß der Wirkungsgrad desselben Modelles stets ein anderer ist, je nach der gewünschten Blindleistungsabgabe. Die genaue Einhaltung des bei der Projektierung angenommenen Wirkungsgrades ist aber — besonders bei Maschinen mit großer Voreilung — sehr wichtig, da oft davon die Rentabilität des Motors abhängt.

2. Ebenso muß die Erwärmung der Maschinen laufend kontrolliert werden, da je nach der Größe der verlangten Voreilung das Maximum der Erwärmung bald im Primär-, bald im Sekundärteil liegt.

Diesen Forderungen steht als erschwerendes Moment gegenüber, daß bei der Serienfabrikation die eingehende Prüfung mit Wirkungsgradbestimmung und Erwärmungsprobe nach den üblichen Methoden bedeutende Kosten verursacht; bei kleinen Maschinen wegen ihrer großen Anzahl, bei großen Maschinen wegen des hohen Wirkstromverbrauches. Nun ist es sehr naheliegend, von der Möglichkeit, kompensierte Motoren mit Blindstrom zu belasten, Gebrauch zu machen. Es kommt eben nur darauf an, die bei Leerlauf gewonnenen Meßresultate in richtige Beziehung zu den bei Vollast auftretenden wirklichen Verlusten zu bringen. Die Untersuchung wird für den heute verbreitetsten Typ der kompensierten Motoren mit der dem Sachsenwerk patentierten Schaltung[1] durchgeführt. Nach dieser wird der Primärstrom über Schleifringe dem Rotor zugeführt, während der Sternpunkt der Sekundärwicklung über einen Kommutator an einer Hilfswicklung liegt, in der die Kompensationsspannung erzeugt wird (Abb. 1). Abb. 2 stellt das Stromdiagramm eines kompensierten Motors bei Vollast und $\cos\varphi = 1$, (P_1), sowie bei Vollast und einem beliebigen $\cos\varphi$, (P_φ), dar.

Es bedeuten:

J_0 den Leerlaufstrom der unkompensierten Maschine in % von J_{11},

J_{11} den primären Vollaststrom bei $\cos\varphi = 1$,

$J_{1\varphi}$ den primären Vollaststrom bei einer voreilenden Phasenverschiebung φ,

J_{21}' den sekundären Vollaststrom bezogen auf primäre Windungszahl bei $\cos\varphi = 1$,

$J_{2\varphi}'$ den sekundären Vollaststrom bezogen auf primäre Windungszahl bei einer Phasenverschiebung φ,

J_{10} den primären Leerlaufstrom, bei dem sekundär dieselben Verluste entstehen wie bei Vollast.

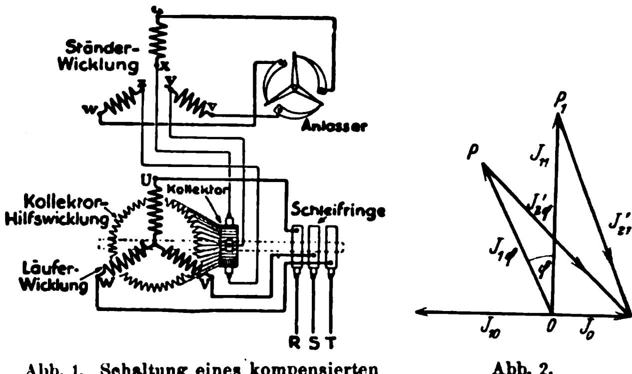


Abb. 1. Schaltung eines kompensierten Asynchronmotors.

Abb. 2. Stromdiagramm

I.

Verschiebt man die Bürsten des kompensierten Motors, so kann man auch im Leerlauf den $\cos\varphi$ in weiten Grenzen ändern, d. h. die Maschine mit voreilendem oder nacheilendem Blindstrom belasten. Man könnte zunächst die Frage stellen, bei welchem Primärstrom im Leerlauf entstehen in der Maschine genau die gleichen Verluste wie bei Vollast? Schon eine oberflächliche Betrachtung des Diagramms, Abb. 2, zeigt, daß es zwar immer einen solchen Strom gibt, daß es aber nicht möglich ist, ihn in einfacher Weise durch eine allgemeingültige Beziehung darzustellen, und daß dabei die Verteilung der Verluste auf die einzelnen Zweige des Motors nicht dieselbe ist wie bei wirklicher Belastung.

Also muß man die Frage zunächst so stellen: Bei welchem Leerlaufstrom entstehen im Sekundärteil genau die gleichen Verluste wie bei Vollast? Diese Frage läßt sich in einfacher und allgemeingültiger Weise beantworten. Die nächste Frage muß dann lauten: Um welchen Betrag muß man die im Leerlauf gemessenen Verluste noch vergrößern, um auf die wirklichen Vollastverluste zu kommen? Auch diese Frage läßt sich allgemeingültig und einwandfrei beantworten.

Wir betrachten zunächst den Sonderfall $\cos\varphi = 1$. Aus Abb. 2 ergibt sich für den Sekundärstrom

$$J_{21}' = \sqrt{J_0^2 + J_{11}^2} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

Dies ist der Vollast-Sekundärstrom. Er ist ebenfalls vorhanden, wenn man durch geeignete Einstellung der Bürsten einen voreilenden Leerlaufstrom

$$J_{10} = J_{21}' - J_0 \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

[1] DRP Nr. 442065. Vgl. ETZ Sonderheft 1923, S. 46 und ETZ 1924, S. 321.

fließen läßt. Für die allgemeine Lösung sollen alle Variablen durch den Leerlaufstrom J_0 und den Vollaststrom bei $\cos\varphi = 1$, J_{11}, ausgedrückt werden. Der Sekundärstrom $J_{2\varphi}'$ kann aufgefaßt werden als die Hypotenuse eines Dreiecks, dessen eine Kathete die Summe aller Blindströme und dessen andere Kathete die durch die Maschine fließenden Wirkströme sind.

Die Wirkkomponente des Vollaststromes bei beliebigem $\cos\varphi$ steht zu J_{11} in der Beziehung

$$J_{1\varphi}\cos\varphi = c\,J_{11} \quad (3)$$

wobei c ein Reduktionsfaktor ist:

$$c = \frac{P_\varphi\,\eta_1}{P_1\,\eta_\varphi} \quad (4)$$

P_φ = Leistung des Motors bei $\cos\varphi < 1$,
P_1 = Leistung des Motors bei $\cos\varphi = 1$,
η_1 = Wirkungsgrad bei $\cos\varphi = 1$,
η_φ = Wirkungsgrad bei $\cos\varphi < 1$.

Die induktive Blindkomponente heißt J_0; die kapazitive ist gegeben durch den Ausdruck

$$\frac{c\sin\varphi\,J_{11}}{\cos\varphi}, \quad (5)$$

also ist

$$J_{2\varphi}' = \sqrt{(J_0 + c\,\mathrm{tg}\,\varphi\,J_{11})^2 + (c\,J_{11})^2}\,. \quad (6)$$

Dieses ist also der Sekundärstrom bei beliebigem $\cos\varphi$, beliebiger Leistungsreduktion und beliebigem Wirkungsgrad. Im Leerlauf kann man den gleichen Strom fließen lassen, wenn man

$$J_{10} = J_{2\varphi}' - J_0 \quad (7)$$

einstellt.

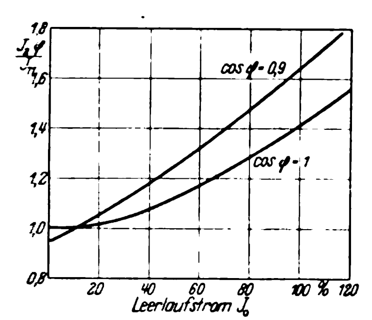


Abb. 3. Vollast-Sekundärstrom als Funktion des Leerlaufstromes.

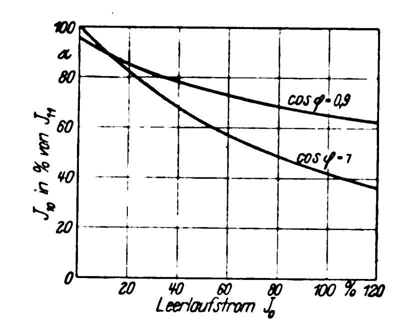


Abb. 4. Primärer Leerlaufstrom J_{10}, bei dem sekundär dieselben Verluste auftreten wie bei Vollast.

Setzt man den Ausdruck

$$3{,}6\left(\frac{c^2}{\cos^2\varphi} - \alpha^2\right) = k_1,$$

so folgt

$$V = V_0 + k_1\,r_1\,J_{11}^2. \quad (12)$$

Dies sind die wirklichen Verluste, die bei Vollast auftreten würden. Es ist also nur eine Messung und eine einfache Rechnung dazu nötig, die noch besonders dadurch abgekürzt wurde, daß der Wert k in Kurven (Abb. 5) aufgetragen worden ist. Daß J_{11} in die Gl. (12) eingesetzt wurde, entspricht rein praktischen Gründen, weil dieser Strom als der für die betreffende Type höchstzulässige Primärstrom immer bekannt ist.

Nur der Ordnung halber sei noch auf die gemachten Vernachlässigungen hingewiesen. Im Diagramm Abb. 2 wurde J_0 unter $\cos\varphi = 0$ eingezeichnet. Einen merklichen Einfluß des Leerlaufwinkels auf den Sekundärstrom gibt es nur bei ganz kleinen Maschinen, die in kompensierter Ausführung nicht gebaut werden. Ebenso wurden die restlichen Schleifringübergangsverluste in der Gl. (12) weggelassen. Ihre Berücksichtigung würde Gl. (12) um das Glied

$$0{,}9\,J_{11}\left(\frac{c}{\cos\varphi} - \alpha\right) = k_2\,J_{11} \quad (13)$$

erweitern. Der Wert k_2 ist ebenfalls in Abb. 5 für $\cos\varphi = 1$ und $\cos\varphi = 0{,}9$ mit dargestellt worden. Es handelt sich um

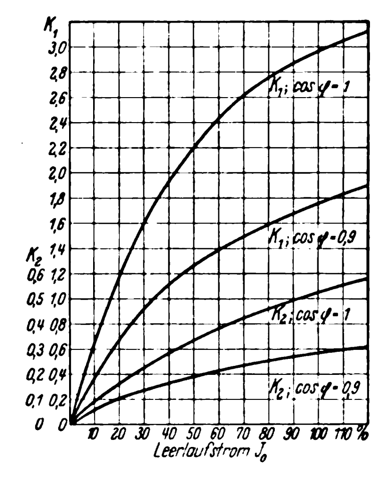


Abb. 5. Beim Leerstrom J_{10} sind die Verluste V_0. Gesamtverluste bei Vollast: $V = V_0\,k_1\,r_1\,J_{11}^2 + k_2\,J_{11}$.

In Abb. 3 und 4 sind die Gleichungen (6) und (7) graphisch dargestellt, und zwar für den Fall $\cos\varphi = 1$ und $\cos\varphi = 0{,}9$. Bei letzterer Kurve wurde $c = \frac{0{,}84}{1}\cdot\frac{0{,}92}{0{,}9} = 0{,}86$ als Mittelwert gesetzt. Die von diesem Wert sich in Wirklichkeit ergebenden Abweichungen bei Maschinen verschiedener Leistung und Drehzahl sind äußerst geringfügig und auf das Resultat fast ohne Einfluß. Kurven für größere Voreilung aufzustellen hätte nicht viel Zweck, da dann der Faktor c sich stärker mit der Drehzahl und Leistung ändert. Man kann aber mit Hilfe der Gleichungen (4), (6) und (7) für jeden einzelnen Fall den Wert J_{10} bequem ausrechnen.

Die Leerlaufmessung, die bei dem voreilenden Strom J_{10} vorgenommen wird, ergibt also sämtliche Sekundärverluste, außerdem die Eisen- und Reibungs- sowie einen großen Teil der Primär-Kupferverluste. Bezeichnet man all dies mit V_0, so sind die endgültigen Vollastverluste bei Annahme von 20 % Widerstandszunahme durch Erwärmung

$$V = V_0 + 3{,}6\,r_1\,(J_{1\varphi}^2 - J_{10}^2) \quad (8)$$

(r_1 = Widerstand einer Phase der kalten Primärwicklung). Da in den Kurven Abb. 3 J_{10} immer in Prozenten von J_{11} dargestellt ist, so kann man, wenn man diesen Prozentsatz mit α bezeichnet, die identische Gleichung schreiben

$$J_{1\varphi} - J_{10} = \frac{c\,J_{11}}{\cos\varphi} - \alpha\,J_{11} \quad (9)$$

$$(J_{1\varphi}^2 - J_{10}^2) = J_{11}^2\left(\frac{c^2}{\cos^2\varphi} - \alpha^2\right) \quad (10)$$

$$V = V_0 + 3{,}6\left(\frac{c^2}{\cos^2\varphi} - \alpha^2\right) r_1\,J_{11}^2. \quad (11)$$

einen Betrag, der immer sehr klein ist. Bei $\cos\varphi = 0{,}9$ und $J_0 = 50\,\%$ betragen diese Verluste z. B. $0{,}19\,J_{11}$ Watt. Berücksichtigt man sie, so lautet Gl. (12)

$$V = V_0 + k_1\,r_1\,J_{11}^2 + k_2\,J_{11}. \quad (14)$$

Zahlenbeispiel. Nunmehr soll an einem Zahlenbeispiel gezeigt werden, wie einfach die Wirkungsgradbestimmung nach der angegebenen Methode ist. Bei einem kompensierten 10poligen Motor mit 72 kW Nennleistung bei $\cos\varphi = 1$ und 120 A Nennstrom wurde der Magnetisierungsstrom J_0 zu 50 % ermittelt. Nach den Kurven Abb. 4 ist die Wirkungsgradbestimmung bei $J_{10} = 62\,\%$ des Nennstromes vorzunehmen. Die Messung ergab, nachdem die Maschine im Leerlauf erwärmt war,

$$V_0 = 6000\text{ W}.$$

Da der kalte Widerstand $r_1 = 0{,}03\ \Omega$ betrug, lautet das Korrektionsglied nach Abb. 5

$$k_1\,r_1\,J_{11}^2 = 2{,}2\cdot 0{,}030\cdot 120^2 = 950\text{ W}.$$

Die Gesamtverluste betragen also 6000 + 950 W. Dazu kämen noch, wenn man ganz genau rechnen will, die zusätzlichen Verluste nach Gl. (13) mit $k_2\,J_{11} = 0{,}34\cdot 120 = 40$ W. Also ist

$$V = 6000 + 950 + 40 = 6990\text{ W}.$$

Die aufgenommene Leistung ist 380 · 120 · 1,73 =	79 000 W
die Verluste	6 990 „
die abgegebene Leistung	72 010 W.

Dieser Wert stimmt sehr gut mit dem nach VDE-Vorschriften ermittelten überein.

II.

Nicht ganz so übereinstimmende Resultate sind von Erwärmungsproben an der leerlaufenden Maschine zu er-

warten. Aber trotzdem kann man ein ganz gutes Bild über die thermischen Eigenschaften des Motors erhalten, wenn der Versuch richtig durchgeführt wird. Wie schon im vorigen Abschnitt ausgeführt wurde, ist es nicht möglich, eine Maschine im Leerlauf so einzustellen, daß in allen Teilen gleichzeitig dieselben Verluste erzeugt werden wie bei Vollast. Beim Erwärmungsversuch kommt es aber gerade darauf an, daß jede Wicklung von dem richtigen Strome durchflossen wird, da uns die lokalen Erwärmungen von Stator, Rotor und Kommutator interessieren. Abb. 6 zeigt nun in drei Diagrammen, wie man wenigstens zeitlich nacheinander die im Vollastdiagramm 6a gegebenen Verluste gemäß den Diagrammen 6b und 6c verwirklichen kann. Ein Erwärmungsversuch muß also so erfolgen, daß man zunächst mit Hilfe der Kurve Abb. 4 den Leerstrom J_{10} einstellt, bei dem alle Sekundärverluste und die meisten Primärverluste vorhanden sind, wie man auch ganz gut aus dem vorhergehenden Zahlenbeispiel ersehen kann (Abb. 6b). Ist die Endtemperatur im Sekundärteil erreicht, so werden Stator und Kommutator möglichst rasch gemessen, und man setzt die Probe sogleich fort, jetzt aber mit einer Bürstenstellung gemäß Abb. 6c, wobei der Primärteil seine vollen Verluste hat. Es ist offenbar, daß bei dieser Methode ein gewisser Fehler dadurch bedingt ist, daß infolge der Nichtgleichzeitigkeit der Höchsttemperatur in Stator und Rotor Wärme von einem Teil zum anderen hinüberwandert. Aber ebenso klar ist, daß der Fehler nur sehr gering sein kann, wenn in der angegebenen Reihenfolge verfahren wird, da ja auch der nicht vollbelastete Teil nicht weit von seiner Höchsttemperatur entfernt ist. Tatsächlich liegen auch die Ergebnisse höchstens 3 % unter dem wirklichen Wert.

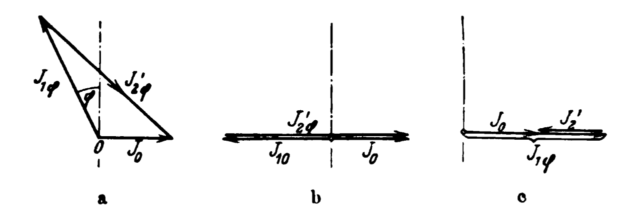


Abb. 6. Reihenfolge der Diagramme zur Erwärmungsprobe.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die geschilderten Prüfmethoden folgende Vorteile enthalten: Für die Wirkungsgradbestimmung ist eine sehr einfache direkte Methode gegeben, wie sie in dieser Form für keine andere Maschinengattung existiert. Dadurch ist es möglich, auch im Massenprüfbetrieb die Verluste der Maschinen laufend zu kontrollieren. Auch für Abnahmemessungen beim Kunden ist die Methode sehr bequem. Durch die Erwärmungsmessung mit Blindstrom wird viel Zeit und Wirkstrom gespart. Bei großen Maschinen ist dieses Verfahren oft die einzige Möglichkeit, eine Erwärmungsprobe durchzuführen.

Allgemeine Parameter der Leistung und Drehzahl von Maschinen.

Von W. Kummer, Zürich.

Übersicht. Der Leistungsparameter des Dynamobaus, den man etwa „mittlerer Drehschub" nennt, läßt sich für alle bewegten Maschinen nachweisen. Für Typenreihen von Maschinen mit festen Bestimmungsregeln der Raumabmessung des maßgebend bewegten Maschinenorgans und bei gleichzeitiger Einführung des Drehzahlparameters ergeben sich dann im allgemeinen reihenweise gültige Leistungs-Drehzahl-Beziehungen, deren analytische Formulierung durch Hyperbeln verschiedener Grade gegeben ist. Das große Gebiet der gewöhnlichen Kraftmaschinen und Arbeitsmaschinen, einschließlich der elektrischen Maschinen, wird ausschließlich von zwei Hyperbelreihen von verschieden hohem Grade beherrscht. Zwei in ihrem Grad von den genannten abweichende Hyperbelreihen gelten für die Maschinen der Zugförderungstechnik und für weitere Sonderfälle.

In einer Arbeit, die unter dem Titel „Leistungsparameter, Größenparameter und mittlerer Drehschub bei elektrischen Maschinen" in der ETZ 1922, S. 1430, erschien, hat F. Emde, Stuttgart, gezeigt, wie die oft mißdeutete Vergleichszahl für die Belastbarkeit verschieden großer elektrischer Maschinen als „mittlerer Drehschub auf der Ankermantelfläche" einen klaren, anschaulichen und gemeinverständlichen Sinn erhält und gegen Mißdeutungen geschützt ist. Dieser Begriff, der mit dem Leistungsparameter des Dynamobaus identisch ist, läßt sich ohne weiteres auf alle rotierend bewegten Maschinen anwenden, was bei Annahme verlustloser Energieumsetzungen sofort folgendermaßen ersichtlich ist: Bei seiner Bewegung weist der wie auch immer bewegte Anteil des Maschinenvolumens senkrecht zur Bewegungsrichtung s eine kraftführende Ebene auf, deren Fläche F innerhalb einer Maschinentypenreihe der geführten Kraft proportional ist, wobei eine Verrückung Δs gleichzeitig eine zu Δs proportionale Arbeit und auch ein Volumen $F\Delta s$ bilden läßt. Für eine Arbeitsperiode vom Wege s, die einem normalen Umlauf bzw. einem normalen Hin- und Hergang des maßgebend bewegten Maschinenorgans entspricht, kann dann wiederum eine Proportionalität zwischen Arbeit und Volumen festgestellt werden, wofür auch, wegen der Dimensionsgleichheit von Arbeit und Drehmoment einerseits und wegen der allgemein möglichen Überführung von Translation in Rotation anderseits, stets die Proportionalität von Drehmoment und Volumen, somit auch, bei rotierender Bewegung, die Proportionalität von tangentialer Zugkraft und Rotormantelfläche, d. h. die Existenz des näherungsweise konstanten, mittleren Drehschubs, gesetzt werden kann. Bei einer geradlinig hin- und hergehenden Bewegung ist das betrachtete Volumen Fs identisch mit dem „aktiven" Maschinenvolumen und als solches in der Regel ein Kreiszylinder, der sich in Richtung seiner Achse hin- und herbewegt; bei einer rotierenden Bewegung ist Fs der ringförmige Raum am Umfang eines rotierenden Kreiszylinders, dessen Volumen dann insofern zum „aktiven", dem umgesetzten Drehmomente proportionalen Volumen wird, als Fs innerhalb einer Maschinen-Typenreihe zum Volumen des rotierenden Kreiszylinders selbstverständlich in einem festen Verhältnis stehen muß. Es ist dann der Leistungsparameter, d. h. der „mittlere Drehschub", gerade so gut ein Maß für die Raumausnutzung, als auch ein Maß für die Oberflächenausnutzung; im Falle einer geradlinig hin- und hergehenden Bewegung wird der „mittlere Drehschub" einfach zu einem „mittleren Translationschub", ohne daß weiter an den Beziehungen etwas geändert werden müßte.

Ein näherungsweise konstanter mittlerer Drehschub bzw. Translationschub besteht also für Maschinen-Typenreihen, für die die kraftführende Fläche F mit dem Wege s unmittelbar oder mittelbar das maßgebende bewegte, „aktive" Maschinenvolumen bedingt. Dieses dürfen wir stets als einen Kreiszylinder betrachten; erscheint es in mehrere Zylinder aufgeteilt, so müssen für bezügliche Typenreihen feste Aufteilungsregeln bestehen. Aus den nunmehr als aktive Maschinenvolumina auftretenden Kreiszylindern können nun regelmäßige Modellreihen auf drei einfache Arten gebildet werden, nämlich entweder bei Konstanthalten der Achsenlänge oder bei Konstanthalten des Durchmessers oder bei Konstanthalten des Verhältnisses „Durchmesser zu Achsenlänge". Damit sind die Bestimmungsregeln der Raumabmessungen innerhalb von Typenreihen geordnet. Diese Ordnung mit jener, die durch die Existenz des mittleren Drehschubs bzw. Translationschubs gekennzeichnet ist, vereinigt, führt auf die Darstellung des umgesetzten Drehmoments durch eine Parameterfunktion $f_1(s)$ bzw. auf eine Gleichung

$$L = n\,f_1(s), \qquad (1)$$

wenn man mit L die Leistung und mit n die Drehzahl, je in beliebigen Einheiten gemessen, einführt.

Nun muß noch die zu ns proportionale Bewegungsgeschwindigkeit des periodisch den Weg s zurücklegenden, maßgebend bewegten Maschinenorgans, also unseres Kreiszylinders, festgelegt werden. Dazu dient ein Ansatz

$$n\,s = f_2(s), \qquad (2)$$

durch den mittels $f_2(s)$ ein Drehzahlparameter eingeführt wird. Die Elimination von s aus den Gl. (1) und (2) liefert dann eine Beziehung

$$f(L, n) = 0,$$

d. h. die für je eine Maschinen-Typenreihe gültige Leistungs-Drehzahl-Beziehung, die etwa auch als „Wachstumsgesetz" der Typenreihe bezeichnet wird und die Regel zum Ausdruck bringt, nach der die Nenndrehzahlen der dieser Reihe angehörenden Maschinen verschiedener Nennleistungen sich mit diesen ändern.

Die Möglichkeit, die Leistungs-Drehzahl-Beziehungen beliebiger Maschinen-Typenreihen allgemein gültig herleiten zu können, betrachten wir als die wertvollste Konsequenz, die sich aus der Aufstellung der allgemeinen Parameter der Leistung und der Drehzahl entwickeln läßt.

Indem wir nun der Formulierung der Drehzahlparameter näher treten, bemerken wir, daß diese für jede Art von Maschinen mit Rotoren zur Durchleitung einer kontinuierlichen Strömung von tropfbaren, gasförmigen oder dampfförmigen Betriebsflüssigkeiten, d. h. für alle Turbomaschinen und überhaupt für alle Maschinen mit Zellen- oder Schaufelrädern, physikalisch qualitativ a priori insofern festliegen, als sie je nach der Quadratwurzel aus dem maßgebenden Flüssigkeitsdruck reihenweise bestimmt sind; mit s als Rotorumfang und mit K_2 als einer Konstanten, erscheint dann die Gl. (2) in der Form

$$n\,s = K_2.$$

Maßgebend für die Form, in der Gl. (1) auftreten kann, ist das Bildungsgesetz des kreiszylindrischen Rotors. Ist dieser reihenweise durch konstanten Durchmesser, aber variable Achsenlänge a gegeben, so lautet mit der Konstanten K_1 die Gl. (1) wie folgt:

$$L = K_1\,a\,n.$$

Aus dieser Gleichung und aus der Spezialform von Gl. (2)

$$n s = K_2$$

läßt sich wohl n, jedoch weder a noch s eliminieren, was zur Folge hat, daß im vorliegenden Fall das betrachtete Bildungsgesetz eines kreiszylindrischen aktiven Maschinenvolumens keine Leistungs-Drehzahl-Beziehung liefert. Ein Bildungsgesetz des Rotors auf Grund konstanter Achsenlänge, aber variabler Durchmesser ergäbe die Gl. (1) in der Form

$$L = K_1\,s^2\,n.$$

Aus dieser Gleichung und aus der wieder zu benutzenden Spezialform von Gl. (2) folgt durch Elimination von s die Leistungs-Drehzahl-Beziehung

$$L\,n = \text{konst}.$$

Diese ist jedoch für die betrachteten Maschinen praktisch bedeutungslos, weil das zugrunde gelegte Bildungsgesetz der Rotoren eben keine praktische Anwendung findet. Das praktisch vorkommende Bildungsgesetz der Rotoren von Turbomaschinen und weiteren Maschinen mit Zellen- oder Schaufelrädern beruht auf der Konstanz des Verhältnisses „Durchmesser zu Achsenlänge" und liefert die Gl. (1) in der Form

$$L = K_1\,s^3\,n,$$

während natürlich für Gl. (2) die Form

$$n\,s = K_2$$

weiter besteht. Eliminiert man aus diesen zwei Gleichungen die Größe s, so folgt

$$L\,n^2 = \text{konst}.$$

Wir schreiben diese Beziehung in der Form

$$L\,n^2 = n_l^2$$

und nennen n_l die spezifische Drehzahl oder genauer „die in bezug auf die Leistung spezifische Drehzahl" bzw. „die Drehzahl bei der Leistung 1". Es sei daran erinnert, daß für diese Beziehung seit mehr als zwei Jahrzehnten der Wasserturbinenbau die speziellere Form benutzt

$$L\,n^2 = n_s^2\,h^{5/2},$$

wobei n_s sich nicht nur auf die Leistung $L = 1$, sondern auch noch auf das Gefälle $h = 1$ bezieht. In unserem Falle gehört die Konstanz des Gefälles bzw. des maßgebenden Flüssigkeitsdruckes zu den Voraussetzungen einer Typenreihe.

Wir wollen nun die Kolbenmaschinen betrachten, die ebenso wie die Turbomaschinen nicht nur als Kraftmaschinen, sondern auch als Arbeitsmaschinen von Bedeutung sind, sich aber nicht durch rotierende, sondern in der Regel durch hin- und hergehende Bewegung des maßgebend bewegten Maschinenorgans auszeichnen, wobei wir eben die technisch wichtigsten Bauformen voraussetzen. Es handelt sich also um Zylinder, bei denen s der Achsenlänge entspricht, während d den Durchmesser bedeuten möge. Das normale Bildungsgesetz solcher Zylinder setzt wiederum die Konstanz des Verhältnisses „Durchmesser zu Achsenlänge" voraus, so daß für Gl. (1) wiederum die Form erscheint

$$L = K_1\,s^3\,n.$$

Für Gl. (2) hat sich die Praxis seit langem für die Form

$$n\,s = \sqrt{K_2\,s}$$

entschieden, d. h. für eine mit der Wurzel aus dem Kolbenhub wachsende Kolbengeschwindigkeit. Die Elimination von s aus den beiden Gleichungen führt auf

$$L\,n^5 = \text{konst},$$

wofür wir, bei Einführung der spezifischen Drehzahl n_l

$$L\,n^5 = n_l^5$$

schreiben wollen, um damit die für Kolbenmaschinen normale Leistungs-Drehzahl-Beziehung zu formulieren.

Ein abweichendes, ein grundsätzliches Interesse bietendes Bildungsgesetz der Zylinder von Kolbenmaschinen-Typenreihen erhalten wir, wenn wir Zylinder von konstantem Durchmesser und variabler, der Leistung proportionaler Achsenlänge s voraussetzen. Dann lautet Gl. (1) wie folgt

$$L = K_1\,s\,n.$$

Indem wir ihr die bisherige Form der Gl. (2)

$$n\,s = \sqrt{K_2\,s}$$

beifügen, liefert die Elimination von s die Leistungs-Drehzahl-Beziehung

$$L\,n = n_l,$$

wenn wieder n_l für die Konstante der rechten Seite eingesetzt wird. Diese Beziehung besitzt ein grundsätzliches Interesse für Spezialdampfmotoren von Adhäsionsbahnen; die Triebachsen von Adhäsionsbahnen gehorchen nämlich derselben Beziehung, wie man leicht auf folgende Weise einsehen kann: Bei gleichmäßiger Ausnutzung der Adhäsion wird die Triebachsenzugkraft durch die Achsbelastung gemessen, die ihrerseits reihenweise der aus dem Raddurchmesser D und der Spurweite gebildeten, parallel zum Gleise liegenden Fläche proportional gesetzt werden kann, so daß die Gl. (1) in der Form

$$L = K_1\,n\,D^2$$

erscheint, wozu Gl. (2) in der Form

$$n\,D = K_2$$

hinzutritt und aussagt, daß für die durch die Zentrifugalkraft auf Zug beanspruchte Bandagenfestigkeit der Räder ein Geschwindigkeitsmaximum, durch dessen Quadrat die Zugspannung bedingt ist, nicht überschritten werden darf; eliminiert man D aus den zwei Beziehungen, so folgt für die Triebachsen wie für die zu ihrem Antrieb geeigneten Spezial-Dampfmotoren die Beziehung

$$L\,n = n_l.$$

Mit den betrachteten normalen Turbomaschinen und Kolbenmaschinen, die das große Maschinengebiet umfassen, das man dasjenige der gewöhnlichen Kraftmaschinen und Arbeitsmaschinen nennen kann, werden nun vornehmlich die Elektromaschinen kombiniert, insbesondere — wenn immer möglich — gekuppelt. Bei Übereinstimmung der Leistungs-Drehzahl-Beziehung der Elektromaschinen mit jener der gewöhnlichen Kraftmaschinen und Arbeitsmaschinen werden offenbar die erstrebten Kombinationen bzw. Kuppelungen der Maschinen reihenweise auf einheitliche Art erfolgen können. Die Leistungs-Drehzahl-Beziehung der Elektromaschinen erlangt damit hohe praktische Bedeutung. Wir gelangen zu ihr wieder mittels der Gleichungen (1) und (2). Da auch bei den Elektromaschinen das Bildungsgesetz der Rotoren nomalerweise auf Konstanz des Verhältnisses „Durchmesser zu Achsenlänge" gegründet ist, lautet für Gl. (1) die zu benutzende Form wieder

$$L = K_1\,s^3\,n.$$

Für Gl. (2) kommt normalerweise die Form

$$n^2\,s = K_2$$

in Betracht, welche die aus Gründen ausreichender Rotorfestigkeit gestellte Forderung einer konstanten, eben noch zulässigen Zentrifugalkraft für die am Rotorumfang angebrachte Masse erfüllt. Die Elimination von s aus den zwei Gleichungen führt auf

$$L\,n^5 = n_l^5,$$

d. h. auf dieselbe Leistungs-Drehzahl-Beziehung wie bei den Kolbenmaschinen. Man versteht hieraus die reihenweise so leicht mögliche Bildung von Kraftwerks-Maschinengruppen, bei denen Kolbendampfmaschinen oder Dieselmotoren mit Gleichstromgeneratoren gekuppelt erscheinen; bei Gleichstrommaschinen können sich nämlich n und s auf der linken Seite der Formel $n^2 s = K_2$ reihenweise stetig ändern, während sie z. B. bei Synchronmaschinen unter dem Zwang einer gleichbleibenden Periodenzahl sich sprungweise, entsprechend der mit wachsender Nennleistung ebenfalls wachsenden Polzahl ändern müssen. Für Synchronmaschinen wird daher die Formel $L n^5 = n_l^5$ nur die Bedeutung einer Mittelwertslinie mitten durch die treppenhaft verlaufende Beziehung $f(L, n) = 0$ besitzen können. Je nach den Kombinationsbedürfnissen von Elektromaschinen mit Kraft- oder Arbeitsmaschinen des allgemeinen Maschinenbaues wird der Elektromaschinenbauer zur Anwendung verschiedener Grade der Schnellläufigkeit bzw. verschiedener spezifischer Drehzahlen n_l für die von ihm gebauten elektrischen Maschinen genötigt, da ihm eine solche Maßnahme im allgemeinen leichter fällt, als seinem Partner auf dem Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues. Man kann die Reihen der Elektromaschinen verschiedener Schnelläufigkeit etwa durch die folgenden Angaben kennzeichnen:

Langsamläufer	$n_l = 450$,
Normalläufer	$n_l = 1\,500$,
Schnelläufer	$n_l = 2\,500$,
Expreßläufer	$n_l = 13\,000$.

Dabei bezieht sich n_l stets auf die Leistungseinheit 1 PS und betrifft Umläufe in der Minute. Die berücksichtigten Langsamläufer z. B. sind ohne weiteres geeignet zur Kuppelung mit vertikalen Kolbendampfmaschinen oder Dieselmotoren; die Normalläufer und Schnelläufer sind passend für Riemenantriebe oder zur Kuppelung mit Wasserturbinen oder Turbopumpen, je nach deren eigener Schnelläufigkeit bei Kompromißzwang wegen der Nichtübereinstimmung in den Leistungs-Drehzahl-Beziehungen; endlich sind die Expreßläufer für den Zusammenbau mit Dampfturbinen und Turbokompressoren geschaffen worden, wobei wiederum der Kompromißzwang sich geltend macht. Turbogeneratoren für konstante Polzahl führen auf ein Bildungsgesetz der Rotoren, das durch konstanten Durchmesser und variable, mit der Nennleistung proportionale Achsenlänge gekennzeichnet ist; für solche Modellreihen läßt sich keine Leistungs-Drehzahl-Beziehung herstellen, gleichgültig, wie die den Drehzahlparameter definierende Funktion gewählt wird.

Typenreihen praktisch bedeutungsvoller elektrischer Spezialmaschinen, die dieselbe Leistungs-Drehzahl-Beziehung wie die Triebachsen der Adhäsionsbahnen aufweisen und sich deshalb als die gegebenen elektrischen Bahnmotoren ausweisen, erhält man wie folgt: Man gehe aus vom Rotorbildungsgesetz, das sich auf konstante Achsenlänge stützt, wobei bei gegebener Spurweite der Motoreinbau auf oder parallel zu den Triebachsen aufs beste gelingt, und erhält für Gl. (1) die Form

$$L = K_1 s^2 n.$$

Indem man nun für Gl. (2) die Form

$$s n = K_2$$

wählt, die auf konstante und eben noch zulässige Rotorumfangsgeschwindigkeit führt, wie sie deshalb nahe liegt, weil der axiale Platzmangel weiterhin zum Bau von Kommutatoren mit einem dem Rotordurchmesser sehr nahekommenden eigenen Durchmesser führt, liefert dann die Elimination von s aus den beiden Formeln die gewünschte Leistungs-Drehzahl-Beziehung

$$L n = n_l,$$

die wir auch für Spezialdampfmotoren zur Zugförderung als möglich erkannten[1].

Die Bahnmotoren der Adhäsionsbahnen passen jedoch, im Hinblick auf die Leistungs-Drehzahl-Beziehung, nicht mehr für die Verhältnisse der Zahnradbahnen. Für die Leistung der Triebräder solcher Bahnen ist, wegen deren von vornherein festliegender Breite, die dem Zahnstangentyp entsprechen muß, der Raddurchmesser D allein bestimmend; die Gl. (1) erhält daher für diese Triebräder die Form

$$L = K_1 D^2 n.$$

Mit der Forderung einer konstanten Zentrifugalkraft für die am Radumfang angebrachte Masse erlangt dann Gl. (2) die Form

$$D n^2 = K_2.$$

Die Elimination von D aus diesen beiden Formeln liefert nun die Leistungs-Drehzahl-Beziehung

$$L n^3 = n_l^3,$$

der wir bisher noch nicht begegneten. Es würde keine Schwierigkeit bieten, für den Antrieb solcher Triebräder, bzw. der Fahrzeuge der Zahnradbahnen, Spezialelektromotoren mit genau gleicher Leistungs-Drehzahl-Beziehung zu bauen; das für Zahnradbahnen in Betracht kommende Leistungs-Drehzahl-Gebiet — es handelt sich ja nur um die Daten des Nennbetriebs — ist aber viel zu wenig ausgedehnt, um solche Spezialmotoren zu rechtfertigen, wobei noch die erforderlichen besonders starken Drehzahlreduktionen je vom Motor zum Triebrad mit in Betracht kommen.

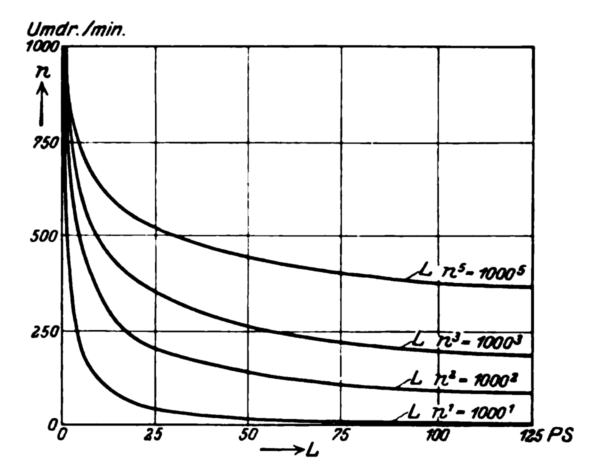


Abb. 1. Übersicht der Leistungs-Drehzahl-Beziehungen beim einheitlichen Ansatz $n_l = 1000$ Umdr./min.

Ohne auf weitere, nicht-elektrische Maschinen, über deren Leistungs-Drehzahl-Beziehungen der Verfasser sich anderweitig geäußert hat[2], näher einzugehen, schließen wir, daß allgemein diese Beziehungen sich analytisch durch Hyperbeln verschiedener Grade von der allgemeinen Form

$$L n^x = n_l^x$$

darstellen lassen. Für die vier Exponenten

$$x = 1, 2, 3, 5,$$

die wir kennen lernten, ergeben sich in jeder Reihe relative Grade der Schnelläufigkeit, die wir am konkreten Beispiel $n_l = 1000$ Umdr./min an Hand der Abb. 1 beurteilen wollen. Die Kurve mit dem höchsten Exponenten, d. h. die Kurve $L n^5 = 1000^5$ stellt auf dem Gebiete der elektrischen Maschinen eine mäßige Normalläufigkeit dar; für Kolbenmaschinen mit hin- und hergehenden Kolben wäre sie unausführbar schnellaufend. Die anschließende Kurve $L n^3 = 1000^3$ ergibt für die Fahrzeuge von Zahnradbahnen einen Grad der Schnelläufigkeit, der über dem heute möglichen und üblichen liegt, indem man heute denselben mit $n_l = 330$ bewerten kann. Die folgende Kurve $L n^2 = 1000^2$ gilt ohne weiteres für die Normalläufigkeit zahlreicher Turbomaschinen bei einem entsprechenden Flüssigkeitsdruck; beiläufig sei erwähnt, daß neuzeitliche Dampfturbinen seit etwa zwei Jahrzehnten mit $n_l = 350\,000$ gebaut werden. Die letzte Kurve in Abb. 1 ergibt für die Triebräder der Fahrzeuge von Adhäsionsbahnen entsprechend $L n = 1000^1$ eine extreme Langsamläufigkeit, wie sie z. B. für Elektroflurwagen in Betracht kommt; beiläufig sei erwähnt, daß für den Einzelachsantrieb elektrischer Adhäsionsfahrzeuge auf Hauptbahnen $n_l = 150\,000$ für Triebachsen und Achsmotoren sowie $n_l = 400\,000$ für parallel zur Achse einzubauende Zahnradmotoren in Betracht kommen.

[1] Die hier dargelegte Verschiedenheit der Leistungs-Drehzahl-Beziehung der normalen Elektromaschinen und der elektrischen Bahnmotoren hat der Verfasser erstmals im Jahre 1909 bekanntgegeben, und zwar in der Schweiz. Bauzg. Bd. 53, S. 308. In der Folge hat der Verfasser diese Beziehungen auch in den beiden Bänden seiner „Maschinenlehre der elektrischen Zugförderung", Verlag Julius Springer, Berlin, verwendet.

[2] Vgl. Schweiz. Bauzg. Bd. 89, S. 207.



Es ist bemerkenswert, daß, wie die Erfahrung bestätigt, die die Leistungs-Drehzahl-Beziehungen der Maschinen beherrschende Funktion $L\,n^x = n_i^x$ mit den beiden Exponenten $x = 5$ und $x = 2$ auf dem ganzen großen Gebiete der gewöhnlichen Kraftmaschinen und Arbeitsmaschinen einschließlich der elektrischen Maschinen gilt, während die beiden weiterhin in Betracht kommenden Exponenten $x = 3$ und $x = 1$ für die Maschinen der Zugförderungstechnik und für einige weitere, hier nicht näher betrachtete Arbeitsmaschinen, wie z. B. Seilwinden für konstante Seillänge, Geltung haben.

Eichung von Spannungswandlern.

Von Dipl.-Ing. D. Bercovitz, Berlin.

Übersicht. Es wird ein Differenzvoltmeter von Weston beschrieben, mit dem man rasch und genau Spannungswandler auf ihren Fehlwinkel und Spannungsfehler prüfen kann.

Prüfeinrichtungen für Zähler gehören heute zum selbstverständlichen Besitz eines jeden Elektrizitätswerkes; viele Werke verfügen über Kompensationsapparate zur genauen Kontrolle der zur Zählereichung benutzten Meßgeräte. Während also an die Genauigkeit der Zähler und Eichinstrumente hohe Anforderungen gestellt werden, wird an die Eichung von Meßwandlern, die doch einen ergänzenden Teil dieser selben Meßinstrumente darstellen, in den seltensten Fällen gedacht. Diese zunächst befremdlich anmutende Erscheinung findet ihre sehr einfache Erklärung in dem Umstand, daß bisher alle wirklich brauchbaren Einrichtungen zur Untersuchung von Meßwandlern durch die komplizierte Handhabung und den hohen Preis der erforderlichen Meßgeräte und des Zubehörs abschrecken mußten. Diesem Mangel an einer technischen Einrichtung für die täglichen Erfordernisse soll ein neu auf dem Markt erschienenes Spezialvoltmeter von Weston abhelfen, das in besonders einfacher Weise die rasche und zuverlässige Bestimmung des Spannungsfehlers und des Fehlwinkels von Spannungswandlern durch Vergleich des Prüfobjektes mit einem sorgfältig geeichten Normalwandler von gleichem Übersetzungsverhältnis gestattet.

Das als Dynamometer ausgebildete Meßgerät enthält eine bewegliche Spule, die sich im Feld einer feststehenden und fremdgespeisten Spule bewegt; die Skala des Instrumentes ist daher nicht wie sonst bei Wechselstrom-Voltmetern gegen den Anfang hin zusammengedrängt, sondern gleichförmig geteilt wie bei Drehspulinstrumenten für Gleichstrom. Werden die beiden primär an der gleichen Hochspannungsquelle liegenden Wandler, das Prüfobjekt sowohl wie der Normalwandler, mit ihren sekundär gegeneinander geschalteten Wicklungen an die bewegliche Spule angeschlossen, während die feste Spule von einem Strom gleicher Phase und Frequenz durchflossen wird, so gibt der Zeiger die Differenz der beiden Sekundärspannungen an. Dient anderseits zur Erregung der festen Spule ein in der Phase um 90° verschobener Strom, so vermittelt das Instrument die Differenz der Phasenverschiebung beider Sekundärspannungen gegen die Primärspannung. Im Instrument selbst wird durch eine geeignete Kompensation die Phasenverschiebung zwischen Spulenstrom und aufgedrückter Spannung aufgehoben.

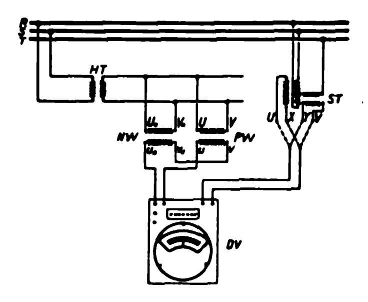


Abb. 1. Schaltung zur Prüfung von Spannungswandlern mit dem Weston-Differenzvoltmeter.

Die hiernach aufzubauende Anordnung geht aus Abb. 1 hervor. An zwei Phasen eines Niederspannungsnetzes *RST* wird ein Hochspannungstransformator *HT* angeschlossen, der die gemeinsame Primärspannung für die beiden Meßwandler liefert. Werden die Wicklungen des Hochspannungstransformators für mehrfache Umschaltung eingerichtet oder wird ein Stufentransformator zwischengeordnet, so kann die Hochspannung allen vorkommenden Übersetzungsverhältnissen der Meßwandler angepaßt werden. Die beiden Sekundärwicklungen des Normalwandlers *NW* und des Prüfwandlers *PW* werden entgegengesetzt in Reihe geschaltet und mit den beiden freien Enden an die Klemmen der beweglichen Spule im Differenzvoltmeter *DV* gelegt. Anderseits ist an das gleiche Niederspannungsnetz *RST* ein Phasenschieber oder ein kleiner Phasenwandler *ST* (etwa in Scottscher Schaltung) zur Umwandlung von Drehstrom in Zweiphasenstrom anzuschließen. An den Sekundärklemmen *UX* dieses Transformators herrscht eine Spannung, die mit der Spannung zwischen *R* und *S* gleichphasig verläuft, während an den Klemmen *VY* eine hierzu um 90° verschobene Spannung auftritt. Je nach der beabsichtigten Messung ist das eine oder das andere Klemmenpaar mit der festen Spule des Differenzvoltmeters zu verbinden. Die Sekundärspanung des Scott-Transformators wird zweckmäßig zu 110 V gewählt. Um jedoch von der genauen Einhaltung dieses Wertes unabhängig zu sein, besitzt die feste Spule des Differenzvoltmeters etliche Anzapfungen nebst einem Stöpselschalter mit sieben Öffnungen, die mit „95 Volt" bis „125 Volt" in Absätzen von 5 V bezeichnet sind. Der Wanderstöpsel soll stets an derjenigen Stufe sitzen, deren Bezeichnung mit der tatsächlich zugeführten Spannung am besten übereinstimmt. Diese Forderung kann stets innerhalb ± 2,5 V bzw. ± 2,5 % des genauen Wertes erfüllt werden. Beträgt beispielsweise der Unterschied der Sekundärspannungen des Eichwandlers und Prüfobjekts 1 V, so kann der Fehler mithin höchstens etwa 0,025 V, d. h. 0,023 % der einen Sekundärspannung von 110 V betragen. Die zugeführte Spannung ist mit einem Voltmeter von Anfang an festzustellen. Steht ein solches Gerät nicht zur Verfügung, so kann man auch das hier beschriebene Instrument zur Spannungsmessung heranziehen, indem man seine feste und seine bewegliche Spule in Reihe an die Klemme des Scott-Transformators anschließt und den Stöpsel solange versetzt, bis die Bezeichnung der benutzten Öffnung mit der Angabe des Zeigers bestmöglich übereinstimmt.



Abb. 2. Weston-Differenzvoltmeter.

Das in Abb. 2 gezeigte Differenzvoltmeter hat drei Meßbereiche mit den Skalenbezeichnungen 250 — 0 — 250 bzw. 25 — 0 — 25 bzw. 2,5 — 0 — 2,5 V, wobei sich der Nullpunkt in der Mitte des Zifferblattes befindet. Sollte der Ausschlag des Zeigers schon bei dem zuerst benutzten größten Meßbereich beträchtlich sein, so liegt ein Fehler in der Anordnung vor; wahrscheinlich sind die Sekundärspulen der beiden Spannungswandler nicht gegeneinandergeschaltet worden, so daß die Summe statt der Differenz

ihrer Spannungen gemessen wird. Da die Sekundärspannung eines Spannungswandlers meist nur 100 oder 110 V beträgt, kann auch die Summe dem größten Meßbereich des Gerätes nicht gefährlich werden. Ist aber der erste Ausschlag des Zeigers nur klein, so darf man unbedenklich auf den mittleren und schließlich auf den kleinsten Bereich übergehen. Ist nun bei Bestimmung des Spannungsfehlers (Anschluß der festen Spule an *UX*)

f_0 der Spannungsfehler des Normalwandlers in %,
p die Sekundärspannung des Normalwandlers in Volt,
v die Ablesung am Instrument in Volt,

so ist der Spannungsfehler des Prüfobjektes

$$f = f_0 \pm 100 \cdot \frac{v}{p} \; \% \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

Dabei ist das positive Vorzeichen zu wählen, wenn der Zeigerausschlag nach rechts geht bzw. das negative, wenn der Ausschlag nach links geht. Waren beispielsweise $f_0 = +0{,}3\,\%$, $p = 110$ V und $v = 0{,}55$ V nach links, so ist

$$f = 0{,}3 - 100 \cdot \frac{0{,}55}{11} = 0{,}3 - 0{,}5 = -\,0{,}2\,\%.$$

Die Messung des Fehlwinkels geschieht in genau der gleichen Weise, nur ist diesmal die feste Spule des Instrumentes an die Klemmen *VY* des Scott-Transformators anzuschließen. Bezeichnet man wie vorher mit p die Sekundärspannung des Normalwandlers und mit v die Ablesung am Differenzvoltmeter, so folgt die Differenz δ' der Fehlwinkel beider Wandler aus

$$\sin \delta' \doteq \frac{v}{p}. \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

Für kleine Winkel in der Größenordnung weniger Grade kann der Betrag eines Winkels in Minuten aus dem Sinus durch Division durch 0,000 291 gewonnen werden. Es folgt also, wenn δ_0 der Fehlwinkel des Normalwandlers ist, der gesuchte Fehlwinkel des Prüfobjekts zu

$$\delta = \delta_0 \pm \frac{v}{0{,}000\,291\,p} \text{ Minuten} \quad \ldots \quad (3)$$

Zur Wahl des Vorzeichens ist die Richtung des Zeigerausschlages zu beachten, und zwar zuerst bei der soeben ausgeführten Messung, sodann bei einer weiteren Hilfsmessung, bei der das Prüfobjekt durch einen Ohmschen Widerstand von nicht zu geringer Leistungsaufnahme zusätzlich belastet wird. Dadurch erfährt der Fehlwinkel des Wandlers eine Veränderung in Richtung negativer Werte. Nun sind folgende Regeln zu beachten:

a) bewirkte die Zusatzlast eine Vergrößerung des Zeigerausschlages in gleicher Richtung wie vorher, so ist das negative Vorzeichen zu wählen;

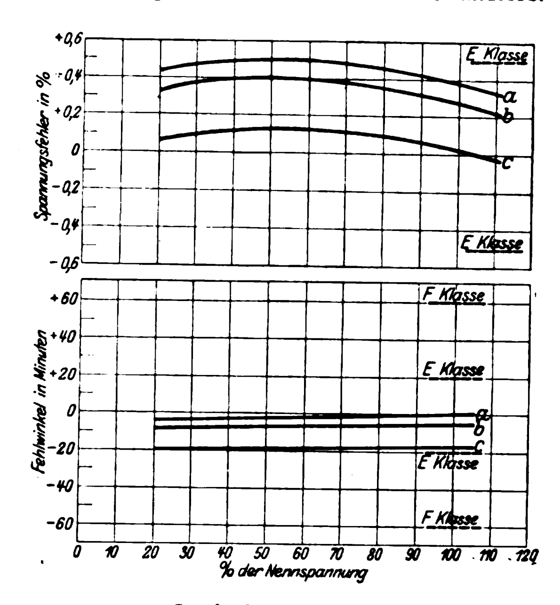
b) bewirkte die Zusatzlast eine Verkleinerung des Zeigerausschlages oder einen Ausschlag in einer der vorherigen entgegengesetzten Richtung, so ist das positive Vorzeichen zu wählen.

Waren beispielsweise $\delta_0 = +10'$, $p = 100$ V, $v = 0{,}5$ V, und wuchs v durch die Zusatzlast in gleicher Richtung des vorherigen Zeigerausschlages, so ist

$$\delta_0 = +10 - \frac{0{,}5}{0{,}000\,291 \cdot 100} = +10 - 17{,}2 = -7{,}2'.$$

Hierbei besagt das negative Vorzeichen nach den Regeln für Meßwandler, daß die Sekundärspannung gegenüber der Primärspannung nacheilt.

Da die vorstehend geschilderten Messungen eine Genauigkeit von etwa 0,01 % gestatten, so ist für die absolute Richtigkeit der aufgenommenen Werte eine sorgfältige Eichung des Normalwandlers von ausschlaggebender Bedeutung. Die Eichung braucht, da der Eigenverbrauch des Differenzvoltmeters nicht entfernt 1 VA erreicht, nur bei dieser einzigen Leistung zu erfolgen. Die Zahl der benötigten Normalwandler ist natürlich von der Anzahl verschiedener Primärspannungen unter den zu eichenden Prüfobjekten abhängig, doch lassen sich schon mit einem einzigen Normalwandler bei passender Unterteilung seiner Wicklungen weitgehende Forderungen erfüllen. Befinden sich z. B. im Versorgungsgebiet eines Elektrizitätswerkes Leitungen mit 60 und 15 kV Betriebspannung, so genügt für die Eichung aller Einphasen- und Drehstromwandler ein einziger Einphasen-Normalwandler. Dieser muß eine im Verhältnis 1 : 2 : 4 umschaltbare Primärwicklung erhalten, welche bei Parallelschaltung aller vier Gruppen für 15 kV und bei ihrer Serienschaltung für 60 kV bestimmt ist. Die Sekundärwicklung wird zweckmäßig für 110 V mit einer Anzapfung bei 100 V eingerichtet. Bei geeigneter Bauart gilt eine einzige Eichkurve für alle Übersetzungsverhältnisse des Normalwandlers.



a Leerlauf *b* 50 VA *c* 200 VA
Abb. 3. Fehlerkurven eines Wandlers, aufgenommen mit der Schering-Brücke bei $\cos \varphi = 1$.

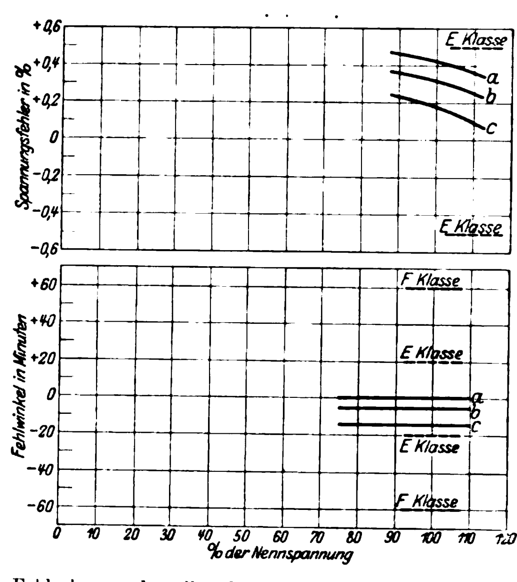


Abb. 4. Fehlerkurven desselben Spannungswandlers, aufgenommen mit dem Weston-Differenzvoltmeter.

In den Abb. 3 und 4 sind Vergleichsmessungen dargestellt; in Abb. 3 sind die Fehlerkurven eines mit der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angegebenen Meßbrücke untersuchten Spannungswandlers angegeben, in Abb. 4 sind zum Vergleich die Fehlerkurven desselben Spannungswandlers nach Aufnahme mit dem Weston-Gerät aufgezeichnet. Die Übereinstimmung der beiden Meßergebnisse kann als vollkommen befriedigend angesehen werden. Die Erweiterung des Prüfbereiches am Westoninstrument nach unten ist ohne weiteres möglich.

Blindleistung und Scheinleistung bei mehrwelligen Wechselströmen.

Durch die Gleichrichter, Ventile, Lichtbogenöfen usw. treten in den Leitungsnetzen oft recht verzerrte Ströme auf. Dabei genügt die Rechnung mit den einfachen, bei Sinusströmen abgeleiteten Begriffen nicht mehr. Anderseits sind bei den mehrwelligen Strömen allgemein verwendete klar umschriebene Grundbegriffe noch nicht Allgemeingut. Schon darüber, was bei mehrwelligen Strömen als Blindleistung zu betrachten sei, gehen die Ansichten auseinander[1]. Man rechnet ferner mit Verschiebungs- und Verzerrungsfaktoren, die aber, ebenso wie der Wirk- oder Leistungsfaktor bei mehrwelligen Strömen, nicht eindeutig sind, und die auch bei der Zusammenzählung der Scheinleistungen in einem beliebig gestalteten Netz mit stromverzerrenden Verbrauchern nicht viel nützen. In zwei Abhandlungen über die Blindleistungsfragen hat Prof. C. Budeanu sich u. a. auch mit der Berechnung der mehrwelligen Wechselströme befaßt und die bisherigen Vorschläge zur Definition der Blindleistung bei diesen einer eingehenden Kritik unterworfen. Dabei gelangt er zu einigen neuen Vorschlägen, die, an die bei Sinusströmen verwendeten Grundbegriffe anschließend, eine klare Trennung der verschiedenartigen Größen enthalten und durch eine übersichtliche Rechnung bei mehrwelligen Strömen ermöglichen. Hierüber sei im folgenden das Wesentliche mitgeteilt.

1. Die Bestandteile der Scheinleistung bei mehrwelligen Wechselströmen. — Bei einwelligen Strömen sind wir gewohnt, die Scheinleistung, d. h. das Produkt aus den Effektivwerten von Strom und Spannung als quadratische Summe aus der Wirkleistung und der Blindleistung zu berechnen. Die Wirkleistung ist der Mittelwert der Schwingung der momentanen Leistung, die Blindleistung ist der Ausdruck für eine Leistungschwingung mit dem Mittelwert Null. Sie hat bei einwelligen Strömen eine einfache physikalische Bedeutung. Denn sie ist hervorgerufen durch die zwischen Stromquelle und Verbraucher hin- und herpendelnde Ladeenergie elektromagnetischer Felder. Ist diese Energie im Mittel W, so ist $2\,\omega\,W$ die Blindleistung. Bei mehrwelligen Strömen führt die momentane Leistung eine Schwingung von komplizierter Form aus. Man kann sie in (fiktive) Teilschwingungen zerlegen, z. B. durch Reihenentwicklung des Stromes und der Spannung in ihre sinusförmigen Grundwellen und die Oberwellen. Die momentane Leistung zeigt dann zweierlei Arten von Schwingungen. Die erste Art wird gebildet durch die Produkte von Strömen und Spannungen gleicher Ordnungszahl (n), sie haben die doppelte Kreisfrequenz $2\,n\,\omega$ wie die betr. Strom- und Spannungswellen. Die Leistungschwingungen zweiter Art sind die Produkte von Strömen und Spannungen ungleicher Ordnungszahlen (m, n), sie haben eine zusammengesetzte Frequenz.

Jede Schwingung der ersten Art kann wie die momentane Leistung der Sinusströme zwei Teilschwingungen aufweisen. Die eine hat stets den gleichen Richtungsinn, sie schwingt daher um einen Mittelwert $E_n J_n \cos\varphi_n$, er ist der Anteil der betr. Oberwellen an der Wirkleistung. Die ganze Wirkleistung ist

$$N = \sum E_n J_n \cos\varphi_n. \qquad (1)$$

Die zweite Teilschwingung erster Art wechselt dauernd ihre Richtung und schwingt um den Mittelwert Null. Sie rührt von der Ladeenergie elektromagnetischer Felder her. Jede Oberwelle, die im Strom und in der Spannung vorkommt, setzt einen bestimmten Anteil an dieser Ladeenergie mit einer der betr. Oberwelle eigentümlichen Geschwindigkeit in Pendelung. Ist dieser Anteil für die Welle der Ordnung n im Mittel W_n, so ist $2\,n\,\omega\,W_n = E_n J_n \sin\varphi_n$ der Anteil der betr. Oberwelle an der Blindleistung. Die ganze Blindleistung ist

$$N_B = \sum E_n J_n \sin\varphi_n. \qquad (2)$$

Die Leistungschwingungen zweiter Art, die aus Strömen und Spannungen verschiedener Frequenzen gebildet werden, schwingen auch um den Mittelwert Null. Sie tragen daher zur Wirkleistung nichts bei. Es entspricht ihnen aber auch kein Anteil an der mittleren Feldenergie, daher zählen sie auch nicht zur Blindleistung. Sie können bei reinem Wirkverbrauch, bei reinem Blindverbrauch oder bei gemischtem Wirk- und Blindverbrauch auftreten. Stets stellen sie lediglich eine momentane Mehr- oder Minderzufuhr oder -rückgabe an Energie gegenüber den einfachen Schwingungen der ersten Art dar, die durch ihre Anwesenheit eine gewisse Verzerrung erleiden. Sie machen sich daher in dem Produkt der Effektivwerte von Strom und Spannung, der Scheinleistung, geltend, die im allgemeinen größer als die quadratische Summe der nach Gleichungen (1) und (2) berechneten Wirk- und Blindleistung ist. Der Anteil an der Scheinleistung berechnet sich durch eine einfache Umformung, wie schon E. Orlich[2] gezeigt hat. Die resultierenden Effektivwerte seien

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + \ldots} = \sqrt{\sum E_n^2},$$

$$J = \sqrt{J_1^2 + J_2^2 + J_3^2 + \ldots} = \sqrt{\sum J_n^2},$$

dann ist die Scheinleistung

$$N_s = E\,J = \sqrt{\sum E_n^2 \cdot \sum J_n^2} = \sqrt{\left(\sum E_n J_n \cos\varphi_n\right)^2 + \left(\sum E_n J_n \sin\varphi_n\right)^2 + \sum\left[E_m^2 J_n^2 + E_n^2 J_m^2 - 2\,E_m E_n J_m J_n \cos(\varphi_m - \varphi_n)\right]} \qquad (3)$$

Unter dem Wurzelzeichen stehen zunächst die Quadrate der Wirkleistung und der Blindleistung nach Gleichungen (1) und (2), die dritte Summe, die auch die Dimension des Quadrats einer Leistung hat, in der die Produkte von Strömen und Spannungen verschiedener Frequenzen vorkommen, ist der Anteil der Leistungschwingungen zweiter Art. Die Wurzel daraus bezeichnet Budeanu als „Verzerrungsleistung" (puissance déformante); wir setzen

$$N_V = \sqrt{\sum\left[E_m^2 J_n^2 + E_n^2 J_m^2 - 2\,E_m E_n J_m J_n \cos(\varphi_m - \varphi_n)\right]} \qquad (4)$$

und erhalten für die Scheinleistung nach (3) mittels (1), (2) und (4)

$$N_s = \sqrt{N^2 + N_B^2 + N_V^2}. \qquad (3a)$$

Bei mehrwelligen Strömen gibt es somit zwei Arten Leistungschwingungen mit dem Mittelwert Null, die aber ganz verschiedene Erscheinungen darstellen: die Blindleistung N_B (puissance réactive) und die Verzerrungsleistung N_V. Als „puissance fictive", fiktive Leistung, bezeichnet Budeanu jede Leistungschwingung mit dem Mittelwert Null. Sie umfaßt also Blindleistung und Verzerrungsleistung, sie ist

$$N_f = \sqrt{N_B^2 + N_V^2}, \qquad (5)$$

und hiermit gilt für die Scheinleistung

$$N_s = \sqrt{N^2 + N_f^2}. \qquad (6)$$

Ist keine Verzerrungsleistung vorhanden, also z. B. bei einwelligen Strömen, so ist die fiktive Leistung die Blindleistung.

2. Die Verzerrungsleistung. — Die folgenden, an sich bekannten Sonderfälle mögen das Wesen dieser Rechnungsgröße näher kennzeichnen. Ist für alle Frequenzen die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom gleich groß, d. h.

$$\varphi_m = \varphi_n = \ldots, \qquad (7)$$

so vereinfacht sich der Ausdruck (4) in

$$N_V = \sqrt{\sum (E_m J_n - E_n J_m)^2}. \qquad (4a)$$

Ist ferner das Verhältnis von Strom zu Spannung bei allen Frequenzen dasselbe, d. h.

$$\frac{E_m}{J_m} = \frac{E_n}{J_n} = \ldots, \qquad (8)$$

so verschwindet die Verzerrungsleistung vollständig. Zwei Funktionen, bei denen Gleichungen (7) und (8) zugleich erfüllt sind, sind im allgemeinen einander nicht ähnlich; sie entstehen nicht durch einfache Verschiebung einer mehr-

[1] Vgl. z. B. ETZ 1926, S. 1005.

[2] ETZ 1902, S. 534.

welligen Funktion gegen sich selbst, denn hierbei würde ja die Verschiebung der n. Oberwelle in bezug auf ihre Wellenlänge n-mal so groß sein wie bei der Grundwelle. Praktisch ist die gleichzeitige Erfüllung der Bedingungen (7) und (8) nur bei einem Ohmschen Widerstand möglich, d. h. für $\varphi_m = \varphi_n = 0$. Nur bei diesem ist der Verlauf des Stromes genau dem der Spannung entsprechend, jede Spannungswelle bedingt eine proportionale Stromwelle. Besteht eine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, so rührt sie von der Ladeenergie elektromagnetischer Felder her. Bei einer verlustfreien Drosselspule ist $\varphi_m = \varphi_n = -\pi/2$, bei einem Kondensator $\varphi_m = \varphi_n = +\pi/2$. Aber Gl. (8) ist nicht erfüllt. Bei der Drosselspule ohne Eisenkern ist

$$\frac{E_m}{m\,J_m} = \frac{E_n}{n\,J_n} = \omega\,L, \qquad (9)$$

beim Kondensator

$$\frac{J_m}{m\,E_m} = \frac{J_n}{n\,E_n} = \omega\,C. \qquad (10)$$

Die Verzerrungsleistung berechnet sich dann durch die Anteile der Oberwellen an der Blindleistung, $N_{B_m} = E_m J_m$ und $N_{B_n} = E_n J_n$ nach (4a) mittels (9) und (10) durch den für beide gemeinsamen Ausdruck

$$N_V = \sqrt{\sum\left(\sqrt{\frac{m}{n}} - \sqrt{\frac{n}{m}}\right)^2 N_{B_m}\,N_{B_n}}, \qquad (11)$$

auf den wir noch zurückkommen.

Ein Beispiel für Verzerrungsleistung bei reinem Wirkverbrauch ist der Lichtbogen. Sein Strom hat auch bei einwelliger Spannung starke Oberwellen. Die Wirkleistung ist das Produkt aus der sinusförmigen Spannung und der Grundwelle des Stromes, $N = E\,J_1$, während die Oberströme die Verzerrungsleistung ergeben:

$$N_V = E\sqrt{J_2^2 + J_3^2 + J_4^2 + \ldots\ldots}$$

Die Scheinleistung ist hier

$$N_s = \sqrt{N^2 + N_V^2} = E\sqrt{J_1^2 + J_2^2 + J_3^2 + \ldots} = E\,J,$$

worin J der Effektivwert des resultierenden Stromes ist. Blindleistung ist nicht vorhanden. Beim Lichtbogen ist der Wirkfaktor oder Leistungsfaktor, nämlich das Verhältnis von Wirkleistung zu Scheinleistung kleiner als 1. Bei einwelliger Spannung berechnet er sich als Verhältnis der Grundwelle des Stromes zum resultierenden Strom. Ähnlich ist es bei einer Drosselspule mit Eisenkern, die bei einwelliger Spannung einen verzerrten Strom aufnimmt, die Wirkleistung ist $N = E\,J_1 \cos\varphi_1$, die Blindleistung $N_B = E\,J_1 \sin\varphi_1$, während die Stromoberwellen mit der einwelligen Spannung die Verzerrungsleistung

$$N_V = E\sqrt{J_3^2 + J_5^2 + J_7^2 + \ldots}$$

bilden. Die Verzerrungsleistung ist somit allgemein vorhanden, sobald die resultierende Stromwelle gegenüber der Spannungswelle verzerrt ist.

Die hier angeführten Beziehungen lassen sich, wie eingangs erwähnt, auch durch einen Verzerrungsfaktor ausdrücken. Die Einführung des neuen Begriffs rechtfertigt sich jedoch, wenn man nicht nur, wie bisher, einzelne Verbraucher und einphasige Stromkreise betrachtet, sondern beliebig gestaltete Netze mit einer Anzahl Verbrauchstellen, wozu auch die Mehrphasensysteme gehören. In einem solchen Netz zählt man bei einwelligen Strömen die Wirkleistungen der einzelnen Verbraucher und deren Blindleistungen je für sich zusammen, um die resultierende Scheinleistung zu erhalten. Auch beim unsymmetrischen Dreiphasensystem mit einwelligen Spannungen und Strömen führt erst die getrennte Zusammenziehung der Wirkleistungen und der Blindleistungen der drei Phasen zum Begriff der Scheinleistung[3] des Dreiphasensystems. Die getrennte Zusammenfassung ist dadurch nötig und möglich, daß Wirkleistung und Blindleistung ihrer physikalischen Natur nach nicht in einander übergeführt werden können. Daher ist in einem beliebigen Netz die algebraische Summe der Wirkleistungen für sich und die der Blindleistungen für sich gleich Null. Bei den mehrwelligen Strömen tritt als dritte Größe die Verzerrungsleistung hinzu, deren Anteile aus den verschiedenen Netzteilen wieder für sich zusammenzufassen sind. Dies bedarf noch einer weiteren Betrachtung.

[3] Schering, ETZ 1924, S. 712.

3. Die Addition der Verzerrungsleistungen. — Der allgemeine Ausdruck Gl. (4) zeigt die quadratische Summe von Gliedern verschiedener Ordnung (je nach den Zahlen, die für m und n eingesetzt werden). Jedes Glied hat die Form

$$\delta_{mn} = \sqrt{E_m^2 J_n^2 + E_n^2 J_m^2 - 2\,E_m E_n J_m J_n \cos(\varphi_m - \varphi_n)}, \qquad (12)$$

und die Verzerrungsleistung ist

$$N_V = \sqrt{\sum \delta^2_{mn}}. \qquad (13)$$

Sind die Verzerrungsleistungen verschiedener Netzteile zu addieren, so ergeben zunächst die Glieder gleicher Ordnung (m, n) ein resultierendes Glied derselben Ordnung. Da aber die Phasenverschiebungen φ_m und φ_n bei den betrachteten Netzteilen ganz verschiedene Werte haben können, ist die Addition geometrisch auszuführen. Hierzu zerlegt man die effektiven Ströme und Spannungen der Ordnungen m und n in zwei zueinander senkrechte Komponenten und vereinigt zunächst die gleichachsigen Komponenten und dann die zueinander senkrechten. Sind also die Spannungen und Ströme

$$e_m = \sqrt{2}\,E_m \sin(m\,\omega\,t - \psi_m), \qquad e_n = \sqrt{2}\,E_n \sin(n\,\omega\,t - \psi_n),$$
$$i_m = \sqrt{2}\,J_m \sin(m\,\omega\,t - \psi_m - \varphi_m), \quad i_n = \sqrt{2}\,J_n \sin(n\,\omega\,t - \psi_n - \varphi_n)$$

so sind die Komponenten

$$E_m \cos\psi_m = A_m \qquad E_m \sin\psi_m = B_m$$
$$E_n \cos\psi_n = A_n \qquad E_n \sin\psi_n = B_n$$
$$J_m \cos(\psi_m + \varphi_m) = C_m \qquad J_m \sin(\psi_m + \varphi_m) = D_m$$
$$J_n \cos(\psi_n + \varphi_n) = C_n \qquad J_n \sin(\psi_n + \varphi_n) = D_n.$$

Dann erhalten wir aus den gleichachsigen Komponenten den Ausdruck

$$\delta'_{mn} = A_n C_m - A_m C_n + B_m D_n - B_n D_m \qquad (14)$$

und aus den zueinander senkrechten

$$\delta''_{mn} = A_n D_m - A_m D_n + B_n C_m - B_m C_n. \qquad (15)$$

Die Summe der Quadrate $\delta'^2_{mn} + \delta''^2_{mn}$ ergibt den Ausdruck δ^2_{mn} nach Gl. (12), wie man sich durch Einsetzen leicht überzeugt. Die linearen Ausdrücke δ'_{mn} und δ''_{mn} verschiedener Stromkreise können nun bei gleicher Ordnung je für sich algebraisch addiert werden. Dann ist nach Gl. (13)

$$N_V = \sqrt{\sum(\delta'_{mn})^2 + \sum(\delta''_{mn})^2}.$$

Bei reinem Blindverbrauch (verlustfreie Drosselspule oder Kondensator) liegt ein Sonderfall vor, da $\varphi_m = \varphi_n = \pm\pi/2$ ist. Jedes Glied der Ordnung $m\,n$ hat dabei die Form nach Gl. (4a):

$$\delta_{mn} = \pm(E_m J_n - E_n J_m).$$

Man kann dabei willkürlich das positive oder negative Zeichen wählen. Unter Berücksichtigung von (9) und (10) ergab sich für Drosselspule und Kondensator der weitere Ausdruck (11), in dem jedes Glied die Form hat

$$\delta_{mn} = \left(\sqrt{\frac{m}{n}} - \sqrt{\frac{n}{m}}\right)\sqrt{N_{B_n}\,N_{B_m}}.$$

Je nach den Zahlenwerten, die wir m und n beilegen, ist der Ausdruck positiv oder negativ. Für die gleichen Zahlen hat er aber bei Drosselspule und Kondensator das gleiche Vorzeichen. Die Verzerrungsleistungen von Kondensator und Drosselspule addieren sich also bei jeder Ordnung arithmetisch, die Blindleistungen hingegen algebraisch, sie haben bei allen Frequenzen entgegengesetztes Vorzeichen. Will man die Blindleistung einer Drosselspule durch einen parallelgeschalteten Kondensator kompensieren, so ist dies bei mehrwelliger Spannung aus zwei Gründen nicht vollkommen möglich. Die Blindleistungen können sich nur bei einer Frequenz zu Null ergänzen, bei allen anderen bleibt dann ein Rest, und außerdem addieren sich die Verzerrungsleistungen aller Ordnungen. Man kann daher nur auf ein Minimum der fiktiven Leistung abstellen. Bei Vernachlässigung der Verluste führt dieses zu einer Kapazität

$$C = \frac{1}{L\,\omega^2}\,\frac{\sum E_n^2}{\sum n^2 E_n^2}.$$

Diese Kapazität ist kleiner, als bei einwelliger Spannung für die Abgleichung erforderlich ist.

4. Verzerrungsleistung im symmetrischen Dreiphasensystem. — Wir betrachten ein symmetrisches Dreiphasensystem mit sinusförmigen Spannungen aber verzerrten Strömen. Die Phasenspannungen sind

$$e_I = \sqrt{2}\, E_1 \sin \omega t,\ e_{II} = \sqrt{2}\, E_1 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right),$$

$$e_{III} = \sqrt{3}\, E_1 \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right),$$

während die symmetrischen Ströme durch die Summen ausgedrückt werden

$$i_I = \sum \sqrt{2} J_m \sin(m\,\omega t - \varphi_m),$$

$$i_{II} = \sum \sqrt{2}\, J_m \sin\left(m\,\omega t - \varphi_m - m\frac{2\pi}{3}\right),$$

$$i_{III} = \sum \sqrt{2}\, J_m \sin\left(m\,\omega t - \varphi_m - m\frac{4\pi}{3}\right).$$

Die Wirkleistung jeder Phase ist $N = E_1 J_1 \cos\varphi_1$, die Blindleistung $N_B = E_1 J_1 \sin\varphi_1$, die Verzerrungsleistung

$$N_V = E_1 \sqrt{J_2^2 + J_3^2 + J_4^2 + \ldots},$$

daher die Scheinleistung

$$N_s = \sqrt{N^2 + N_B^2 + N_V^2} = E_1 J.$$

Die Wirkleistung des Dreiphasensystems ist dreimal so groß wie die jeder Phase, das Gleiche gilt für die Blindleistung, aber nicht für die Verzerrungsleistung und die Scheinleistung. Denn bildet man die Ausdrücke δ'_{mn} und δ''_{mn} nach den Regeln des vorigen Absatzes, wobei für die sinusförmige Spannung $n = 1$ eingesetzt werde und m eine Stromoberwelle beliebiger Ordnung bezeichnet, so ergeben sich für die 3 Phasen

$$\delta'_{1mI} = E_1 J_m \cos\varphi_m$$

$$\delta'_{1mII} = E_1 \cos\frac{2\pi}{3} J_m \cos\left(\varphi_m + m\frac{2\pi}{3}\right) - E_1 \sin\frac{2\pi}{3} J_m \sin\left(\varphi_m + m\frac{2\pi}{3}\right)$$

$$\delta'_{1mIII} = E_1 \cos\frac{4\pi}{3} J_m \cos\left(\varphi_m + m\frac{4\pi}{3}\right) - E_1 \sin\frac{4\pi}{3} J_m \sin\left(\varphi_m + m\frac{4\pi}{3}\right).$$

Die Summe ist

$$\delta'_{1m} = E_1 J_m \left[\cos\varphi_m + \cos\left(\varphi_m + (m+1)\frac{2\pi}{3}\right) + \cos\left(\varphi_m + (m+1)\frac{4\pi}{3}\right)\right].$$

Entsprechend wird das zweite Glied

$$\delta''_{1m} = E_1 J_m \left[\sin\varphi_m + \sin\left(\varphi_m + (m+1)\frac{2\pi}{3}\right) + \sin\left(\varphi_m + (m+1)\frac{4\pi}{3}\right)\right].$$

Nun zeigt sich, daß für die Stromoberwellen der Ordnung $m = 3x - 1$, worin x eine ganze Zahl ist, also für $m = 2, 5, 8, 11, \ldots$ die Summen $\delta'_{1m} = 3 E_1 J_m \cos\varphi_m$, $\delta''_{1m} = 3 E_1 J_m \sin\varphi_m$ werden und $\delta_{1m} = \sqrt{\delta'^2_{1m} + \delta''^2_{1m}} = 3 E_1 J_m$. Für alle anderen Ordnungszahlen, also $m = 3, 4, 6, 7, 9, 10, \ldots$ werden die Summen Null. Die Verzerrungsleistungen dieser Ordnungen treten also nur innerhalb der 3 Phasen auf, nach außen machen sie sich nicht bemerkbar. Daher ist die Scheinleistung der dreiphasigen Belastung nicht dreimal so groß wie die einer Phase und kleiner als $\sqrt{3} E J$. Der Wirkfaktor des Dreiphasensystems ist größer als der einer Phase, der Verzerrungsfaktor kleiner. Diese Größen sind also schon in diesem einfachen Falle nicht eindeutig, sondern verschieden, je nachdem man eine Phase oder das Dreiphasensystem betrachtet. Ganz ähnlich ist es mit den Magnetisierungsströmen von dreifacher Frequenz, die bei sinusförmiger Spannung z. B. bei Dreieckschaltung von 3 Transformatoren als innere Ringströme auftreten und eine Verzerrungsleistung in jeder Dreieckseite ergeben, die sich aber nach außen nicht bemerkbar macht. Bei der Sternschaltung ohne Nulleiter können die Ströme dreifacher Frequenz nicht entstehen, dafür erscheint in der Phasenspannung eine Spannung von dreifacher Frequenz, die in allen drei Phasen gleichgerichtet ist und mit allen Stromwellen Verzerrungsleistungen bildet, die sich wiederum nur in jeder Phase, nicht im Dreiphasensystem bemerkbar machen.

5. Schlußfolgerungen. — Durch die Einführung des Begriffs der Verzerrungsleistung ist es bei mehrwelligen Strömen möglich, der Blindleistung und der Scheinleistung die Bedeutung, die sie bei Sinusströmen haben, zu lassen und zu einer klaren Begriffstrennung zu kommen. Sie eignet sich für Erörterungen allgemeiner Art. Der praktische Wert wird freilich dadurch beeinträchtigt, daß wir die Verzerrungsleistung nicht direkt messen können, sondern auf indirekte Ermittlung durch Oszillogramm und Kurvenanalyse angewiesen sind. Auch die Blindleistung ist allgemein nicht meßbar, sondern nur in dem praktisch allerdings wichtigen Fall, daß die Spannung sinusförmig ist. Der Wert, der heute auf die Messung der Blindleistung und die Zählung des Blindverbrauchs gelegt wird, ist darin begründet, daß die Blindleistung die Übertragungsverluste erhöht und die Ausnutzung der Anlage verschlechtert, was zur Verrechnung des Blindverbrauchs geführt hat. Es ist aber für die Übertragungsverluste gleich, ob sie von Blindströmen oder von Oberströmen herrühren. Die in einem Widerstand R in Wärme umgesetzte Leistung ist

$$J^2 R = \left(\frac{N_s}{E}\right)^2 R = \frac{R}{E^2}\left(N^2 + N_B^2 + N_V^2\right).$$

Die Verzerrungsleistung hat, wie die Blindleistung, je nach ihrer Größe einen Anteil an den zusätzlichen Verlusten. Dabei handelt es sich bei Gleichrichtern, Lichtbogen-Schweißmaschinen u. a. nicht um eine vernachlässigbare Größe. Aus den Messungen, die Dr. M. Schenkel[4] veröffentlicht hat, geht z. B. hervor, daß bei dem von ihm untersuchten Gleichrichter die Blindleistung 64 % der Wirkleistung, die Verzerrungsleistung aber 78 % der Wirkleistung betrug. Die quadratische Summe beider ergibt eine fiktive Leistung von rd. 100 % der Wirkleistung und damit einen Wirkfaktor von 0,71.

Man wird sich danach fragen, ob es richtig ist, in solchen Fällen die Blindleistung zu besteuern und die Verzerrungsleistung unberücksichtigt zu lassen. Budeanu tritt für eine Verrechnung der Verzerrungsleistung in solchen Fällen ein. Diese wäre, solange eine direkte Messung nicht möglich ist, etwa derart vorzunehmen, daß bei der Verrechnung des Wirkverbrauchs ein z. B. bei Regellast gesondert ermittelter verhältnismäßiger Betrag an Verzerrungsleistung berücksichtigt wird. Die Art der Verrechnung ist eine Frage für sich. Das Fehlen eines technischen Meßverfahrens wird man keinesfalls dem Begriff zur Last legen. Ein ähnlicher Fall liegt ja im Gebiet der Sinusströme vor beim unsymmetrischen Dreiphasensystem. Bestimmte Beträge an Wirkleistung und an Blindleistung können entweder bei symmetrischer Belastung oder bei unendlich vielen Arten der Unsymmetrie geliefert werden. Für die Übertragungsverluste und die Ausnutzung der Anlage ist aber die Art der Unsymmetrie von großem Einfluß. Sie sollte daher bei der Verrechnung auch berücksichtigt werden. Aber sie ist eindeutig erst durch eine weitere Größe gekennzeichnet, die auch nur indirekt ermittelt werden kann, nämlich durch die pulsierende Leistung und deren Verhältnis zur konstanten Leistung des Dreiphasensystems. In welcher Weise die Unsymmetrie bei der Verrechnung des Verbrauchs berücksichtigt wird, ist eine Sache für sich. Nur wird man mangels der direkten Meßbarkeit der Unsymmetrie nicht etwa den Begriffen der Scheinleistung und des Leistungsfaktors beim unsymmetrischen System eine andere Bedeutung beilegen als beim symmetrischen oder beim Einphasensystem. Vielmehr scheint es, daß hier der Meßtechnik noch wichtige Aufgaben vorbehalten sind. (C. Budeanu, Puissances réactives et fictives. Veröff. Nr. 2 des Inst. Nat. Roumain pour l'étude de l'aménagement et de l'utilisation des sources d'énergie. — Les différentes opinions et conceptions concernant la notion de puissance réactive en régime non sinusoidal. Veröff. Nr. 4 des Inst. Nat. Roum., Bukarest 1927.) A. Fraenkel.

[4] ETZ 1925, S. 1369 u. 1399.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 249.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Formen von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden:

System 146, die Formen VNE, VNE/2, VNEd und VNEd/2,

Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

hergestellt von der **Bergmann-Elektricitäts-Werke Aktiengesellschaft** in Berlin.

Charlottenburg, den 3. X. 1927.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
Paschen.

Beschreibung.

System 146,

die Formen VNE, VNE/2, VNEd und VNEd/2, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

hergestellt von der **Bergmann-Elektricitäts-Werke Aktiengesellschaft** in **Berlin.**

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form VNE sind zur Messung des Verbrauches in einphasigen Wechselstrom-Zweileiteranlagen bestimmt. Sie können für Stromstärken von 1,5 bis 30 A, für Spannungen bis 380 V und für Frequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise.

Der Zähler (Abb. 1) ist ein Induktionsmotor, dessen Kurzschlußanker *a* aus Aluminium durch einen Dauer-

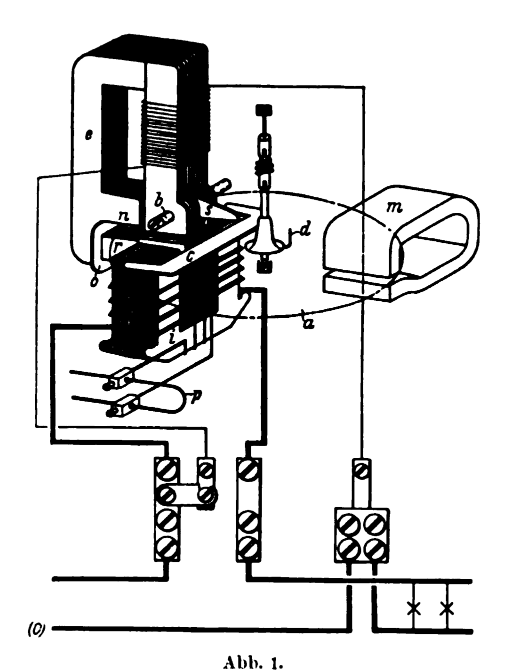


Abb. 1.

magneten *m* gebremst wird. Das G-förmige Spannungseisen *e* mit der Spannungspule ist oberhalb, das U-förmige Stromeisen *i* mit den beiden Strompulen ist unterhalb der Ankerscheibe angeordnet. Der größte Teil der von der Spannungspule erzeugten Kraftlinien geht über einen Drosselspalt durch den magnetischen Nebenschluß *n*, ohne die Scheibe zu durchsetzen; der wirksame, die Scheibe durchsetzende Teil der Spannungskraftlinien hat als magnetischen Rückschluß den um die Scheibe herumgreifenden Schenkel *r* des Spannungseisens, auf dem zur Erzielung der 90°-Verschiebung zwischen den wirksamen Feldern bei induktionsfreier Belastung einige Kurzschlußringe *o* angeordnet sind. Zur genauen Einstellung dieser Phasenverschiebung ist auf dem Joche des Stromeisens eine Kupferwicklung angebracht, deren Enden mittels einer regelbaren Widerstandschleife *p* kurzgeschlossen worden. An den beiden Polen des Hauptstromeisens ist ein magnetischer Nebenschlußbügel *c* angeordnet. Durch einen im Spannungseisen drehbar angeordneten Gewindebolzen *b* wird ein Zusatzdrehmoment zur Überwindung der Reibung erzeugt, das durch Hinein- oder Herausschrauben des Bolzens geregelt werden kann. Zur Verhütung von Leerlauf dient ein am Rande der Ankerscheibe angebrachtes kleines Loch. Außerdem ist hierfür ein an der Ankerachse angebrachtes, verbiegbares Eisenhäkchen *d* vorgesehen, das von dem Streupol *s* des Spannungseisens angezogen wird.

3. Schaltung.

Die Schaltung der Zähler der Form VNE ist aus der Abbildung ersichtlich. Die beiden Stromspulen sind dabei in Reihe geschaltet und liegen in einem der beiden Hauptleiter. Die Zähler können aber auch durch Einführung beider Hauptleiter zweipolig geschaltet sein, indem von den beiden Hauptstromspulen je eine in einem der beiden Hauptleiter liegt. Die Zähler führen in dieser zweipoligen Schaltung die Formbezeichnung VNE/2. Die beiden Zählerformen können außerdem in der Ausführung als Doppeltarifzähler ohne eingebaute Umschaltuhr mit den Formbezeichnungen VNEd bzw. VNEd/2 für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler der Formen VNE bzw. VNE/2 beglaubigt werden. Die Doppeltarifeinrichtung ist die gleiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 79 vom 24. VI. 1913 (ETZ 1913, S. 998) beschrieben und aus den Abb. 3 und 4 daselbst zu ersehen ist.

4. Eichung.

Nach einhalbstündiger Belastung der Spannungspule mit der Nennspannung werden der Reihe nach folgende Einstellungen vorgenommen:

a) Beseitigung von Vor- oder Rücklauf des Zählers bei unbelasteter Hauptstromspule durch Verdrehen des Gewindebolzens *b*.

b) Beseitigung von Vor- oder Rücklauf bei Belastung mit Nennstrom unter 90° induktiver Phasenverschiebung vermittels der regelbaren Widerstandschleife *p*.

c) Einstellen der richtigen Ganggeschwindigkeit bei induktionsfreier Nennbelastung mittels des Bremsmagneten *m*.

d) Erteilen eines schwachen Vorlaufes durch Verdrehen des Gewindebolzens *b*, so daß der Zähler bei induktionsfreier Belastung mit $^1/_{20}$ Nennstrom etwa 1 % zu schnell läuft.

e) Feineinstellen der 90°-Verschiebung mittels der Widerstandschleife *p*, so daß der Zähler bei $^1/_{10}$ Nennstrom und $\cos\varphi = 0{,}5$ etwa 1 % zu schnell läuft.

f) Einstellen des Bremsdrähtchens *d*, so daß der Zähler einerseits bei 20 % Überspannung nicht leerläuft, andererseits aber bei induktionsfreier Belastung mit einer Stromstärke sicher anläuft, die 0,5 % der Nennstromstärke nicht überschreitet.

5. Eigenschaften.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennbelastung ein Drehmoment von etwa 4,9 bis 5,5 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 bis 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 23 g, die Drehzahl der Zähler zu 40 bis 46 Umdr./min festgestellt. Der Eigenverbrauch der Spannungspule betrug etwa 0,63 W bei 220 V Nennspannung und der Frequenz 50 Hz und etwa 0,65 W bei 110 V Nennspannung und der Frequenz 40 Hz und bei 380 V Nennspannung und der Frequenz 60 Hz. Der Eigenverbrauch im Hauptstromkreis belief sich auf etwa 0,74 W bei 1,5 A Nennstromstärke und der Frequenz 50 Hz und auf etwa 1,67 W bei 30 A Nennstromstärke und der Frequenz 60 Hz.

---

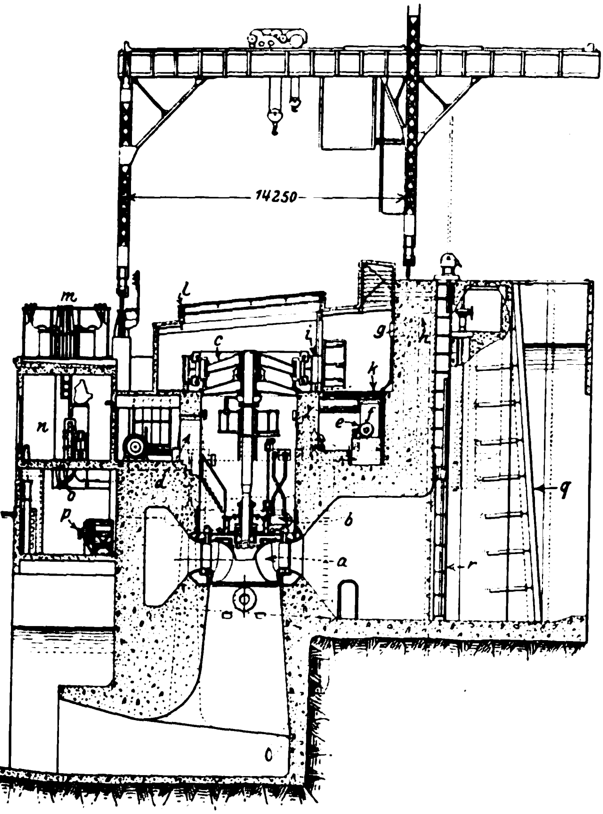
[1] Reichsministerialblatt 1927, S. 523.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerk und Kraftübertragung.

Kraftwerk mit abnehmbarem Dach. — Turbinenhäuser werden im allgemeinen wie Maschinenhäuser für andere Kraftmaschinen so ausgeführt, daß sich zwischen den Turbinen und der Dachkonstruktion noch ein beträchtlicher Raum befindet, welcher von einem Kran bestrichen werden kann und welcher im Sommer für die Ventilation von Vorteil ist. Mit diesem Grundsatz hat eine amerikanische Bauweise gebrochen. Abb. 1 stellt eine Anlage in Blanchard



a Turbine
b Regelvorrichtung
c Generator
d Erregermaschine
e Ölpumpe
f Luftbehälter
g Lufteintritt
h Luftkanal
i Ablaufkanal
k abnehmbare Platte
l abnehmbare Dachplatte
m Hilfstransformatoren
n Schalter- und Sammelschienenzellen
o Kabelkanal
p Widerstand
q Schirmführung
r Schütze

Abb. 1. Kraftwerk mit abnehmbarem Dach.

am Mississippi dar, die der Minnesota Power & Light Co. in Duluth gehört. Das Dach des Maschinenhauses sitzt ziemlich dicht über dem Generator und ist abnehmbar angeordnet. Im Freien ist dann darüber eine Krankonstruktion errichtet, so daß man nach Fortnahme der Dachplatten die Maschinen bzw. Maschinenteile zu Reparaturzwecken herausziehen und erforderlichenfalls mit dem Kran in eine besondere Werkstatt fahren kann, die ebenfalls ein abnehmbares Dach besitzt. Die Rentabilität dieser Bauweise wächst natürlich mit der Länge des Kraftwerkes; die Amerikaner geben an, daß ein Werk mit drei Maschinensätzen die kleinste Anlage sei, für welche sich die Bauweise lohnt. Um den Kran wenigstens einigermaßen gegen Witterungseinflüsse zu schützen, dürfte sich wohl die Überdachung des Krans in irgendeiner Form empfehlen. (El. World Bd. 89, S. 340.) *Ka.*

Leitungen.

Gleichzeitige Übertragung von Drehstrom und Einphasenbahnstrom auf den Fernleitungen des allgemeinen Drehstrom-Hochvoltnetzes[1]. E. Jakob behandelt in einer Dissertation das Problem der gleichzeitigen Übertragung von Einphasenbahnstrom und Drehstrom auf den Fernleitungen des allgemeinen Drehstrom-Hochvoltnetzes. Für die praktische Möglichkeit dazu wird das Vorhandensein von Drehstromdoppelleitungen vorausgesetzt. Die Untersuchungen beziehen sich auf zwei grundsätzlich verschiedene Schaltungen. Einmal werden zur Erzeugung des hochgespannten Drehstromes Kerntransformatoren mit einer Unterspannungswicklung und zwei getrennten, in Stern geschalteten Hochspannungswicklungen benutzt, deren jede ein Drehstromsystem der Doppelleitung speist. Zwischen den beiden Sternpunkten wird der hochgespannte Einphasenstrom mit Bahnfrequenz 16⅔ Hz eingeführt, um am Empfangspunkt in ganz analoger Weise wieder entnommen und zum Bahnbetrieb weiter verwendet zu werden. Zum anderen werden ohne Benutzung der Drehstrom-Leistungstransformatoren Vierschenkel-Transformatoren verwendet, deren einer Schenkel die Einphasen-Unterspannungswicklung führt, während die drei anderen Schenkel je eine Einphasen-Hochspannungswicklung enthalten, deren Enden an je zwei gleichphasige Drehstromleiter des Doppelsystems angeschlossen sind.

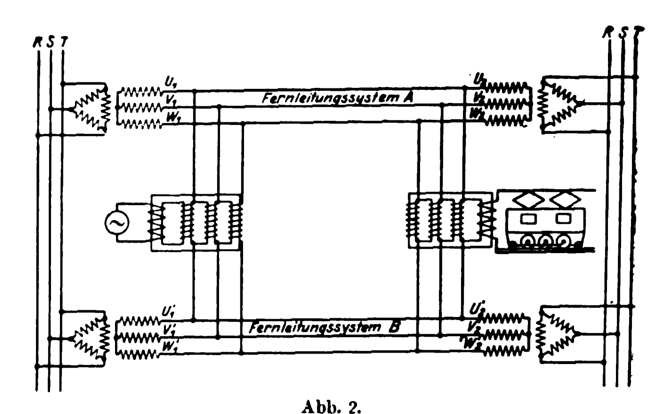


Abb. 2.

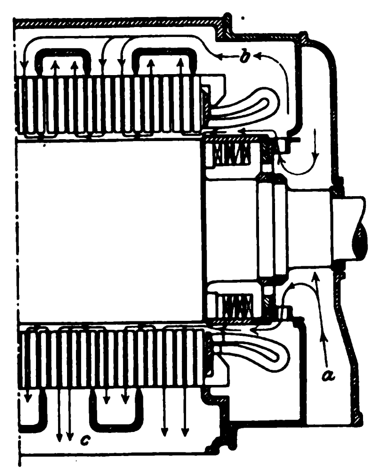
Die Untersuchungen zeigen zunächst, daß die letztere Anordnung (Abb. 2) hinsichtlich Wirkungsgrad und Spannungsverlust die bessere ist und den nicht zu unterschätzenden Vorteil bietet, im Drehstromsystem normale Transformatoren verwenden zu können. Deshalb verfolgt Verfasser in den folgenden Untersuchungen nur diese Anordnung. Es wird nachgewiesen, daß Lastschwankungen und Kurzschlüsse des Drehstromsystems nicht auf das Einphasensystem zurückwirken und umgekehrt, daß die Energierichtung auf den Leitungen gleich oder entgegengesetzt sein kann. Bei Ausfall eines Drehstromsystems durch Leiterbruch oder bei Arbeiten an diesem wird eine Notschaltung unter Benutzung des Erdseiles, das in Kupfer ausgeführt werden muß, vorgeschlagen. Nach Ansicht des Berichters ist das System gerade mit Rücksicht auf die Möglichkeit des Ausfalls einer ganzen Drehstromseite und damit zunächst eines Dreifachleiters für das Einphasensystem nicht ohne weiteres anwendbar. Die meisten bestehenden Drehstrom-Hochspannungsübertragungen des 60- bzw. 100 kV-Netzes haben z. Z. ein 50 mm²-Eisenseil, das sich mit Rücksicht auf die Mastbeanspruchung nicht ohne weiteres durch ein Kupferseil des nötigen Gesamtquerschnitts ersetzen lassen wird, wie es überhaupt ein heikles Problem ist, ein Erdseil im Betriebe auszuwechseln. Nimmt man in Kauf, bei Fortfall einer Drehstromhälfte wie bei dieser auch für den Einphasenbetrieb den halben Übertragungsquerschnitt zu verlieren, so muß das Erdseil ½ des gesamten Kupferquerschnittes, also in normalen Anlagen etwa 150 mm², erhalten. Diese Forderung würde sich gut mit der aus Gründen der Erdung und Gefahrenverminderung erhobenen decken, wonach große Erdseilquerschnitte gefordert werden müssen. Es ist nach Klärung der in der vorliegenden Arbeit vorgezeichneten Wege durch Erprobung im großen dringend erforderlich, auch auf die vom Berichter erwähnte Forderung beizeiten zu achten, ehe durch völligen Ausbau des Hochvoltnetzes die Möglichkeit einer Fehlerreserve durch falsch bemessene Erdseile verloren geht. (E. Jacob, Dissertation T. H. Stuttgart, 1927.) *W. K.*

[1] Vgl. E. Jakob, ETZ 1927, S. 1249.



Elektromaschinenbau.

Die 80 000 kW-Turbogeneratoren des Hudson-Avenue-Kraftwerks. — Im Hudson-Avenue-Kraftwerk der Brooklyn Edison Co. wurde vor kurzem ein neuer Turbinensatz für insgesamt 80 000 kW bei $\cos\varphi = 0{,}9$, entsprechend 89 000 kVA in Betrieb gesetzt. Aufbau und Leistung dieser von der Westinghouse Co. gebauten Maschine sind den Turbosätzen des neuen Berliner Großkraftwerkes Klingenberg außerordentlich ähnlich, abgesehen davon, daß die höhere Drehzahl von 1800/min entsprechend der Frequenz von 60 Hz kleinere Abmessungen und Gewichte bedingt. Es handelt sich um einen Zweiwellensatz mit gleicher Verteilung der Leistung auf den Hochdruck- und den Niederdruckteil, und daher zwei gleichen Generatoren. Diese besitzen eine Leistung von je 40 000 kW, 44 500 kVA, bei 13 800 V. Die Hochdruckseite ist mit einer Erregermaschine von 300 kW ausgerüstet. Die Turbine ist für einen Anfangsdruck von 28 kg/cm² und eine Anfangstemperatur von 370° C gebaut. Die Niederdruckturbine arbeitet auf ein Vakuum von 25 mm *Hg* und ist doppelflutig ausgeführt.



a = Lufteintritt
b = Weg zum Statorrücken
c = Luftaustritt

Abb. 3. 40 000 kW-Generator (Schnitt).

Der Schnitt durch den Generator, Abb. 3, läßt die Belüftungsweise und die Anordnung der Wicklung erkennen. Besondere Neuerungen sind nicht vorhanden. Die Rotoren besitzen die bekannte Westinghouse-Bauart und bestehen aus einer größeren Anzahl von Stahlscheiben, die mittels vier durch die Pole hindurchtretender Bolzen aus Spezialstahl zusammengehalten werden. Die Rotorwicklung besteht aus einzeln in die Nuten gelegten Kupferwindungen, die mit Glimmer isoliert und bei hoher Temperatur getrocknet und gepreßt sind. Das Material der zum Festhalten der Wickelköpfe erforderlichen Rotorkappen ist Nickelstahl mit einer Zugfestigkeit von 70 kg/cm² und 22 % Dehnung. Die Rückkühlung der Kühlluft erfolgt mittels eines unmittelbar unter dem Generator angeordneten zweiteiligen Kühlers für gleichzeitige Verwendung von Kondensat- und Frischwasser. Die Temperatur der Kaltluft wird hierdurch unter 40° gehalten. Der Wirkungsgrad der Generatoren bei einem Leistungsfaktor von 0,9 beträgt 96,5 %. Das Gesamtgewicht des Turbinensatzes ist rd. 800 t, das jedes Generators 146 t, der Hochdruckturbine 163 t, der Niederdruckturbine 355 t. Der Gesamtpreis des Turbinensatzes nebst Generatoren betrug rd. 1 Mill. Dollar. (Génie Civil Bd. 90, S. 89.) *phl*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein neuer Wirk- und Blindleistungsmesser. — Aus wirtschaftlichen Gründen registriert man in der Elektrizitätswirtschaft sowohl in der Abgabe wie in der Aufnahme neuerdings vielfach Wirkleistung und Leistungsfaktor. Von diesen Messungen ist das Wirkleistungsdiagramm außerordentlich instruktiv, weil es nicht nur den durch die Zähler summierten Stromverbrauch spezifiziert ausweist, sondern auch Einblicke in die Betriebsorganisation und in die betriebliche Arbeit gestattet. Die Leistungsfaktormessung dagegen hat diese Vorzüge nicht. Abgesehen davon, daß diese Messung ungenau wird, wenn die Belastung unter 20 % der Normallast sinkt, ist die Kurve des Leistungsfaktors für sich allein in bezug auf die betrieblichen Verhältnisse keineswegs eindeutig, sondern sie kann in allen Fällen, wo es sich nicht um die absolute Größe des Leistungsfaktors handelt, nur in Verbindung mit der Wirkleistungskurve gelesen werden. Dazu kommen noch besondere meßtechnische Schwierigkeiten, wenn die Leistungsaufnahme und -abgabe wechselt, der Leistungsfaktor also alle vier Quadranten bestreicht. Endlich berechnen die neueren Tarife unmittelbar die Blindleistung und nehmen den Leistungsfaktor lediglich als Maßzahl dafür, ob die Blindleistung dem Bezieher positiv oder negativ in Rechnung zu setzen ist. Aus diesen Gründen empfiehlt sich statt der Messung des Leistungsfaktors die unmittelbare Messung der Blindleistung. Da Wirk- und Blindleistung den Leistungsfaktor bestimmen, kann er aus den bezüglichen Kurven unmittelbar entnommen werden. Besonders aufschlußreich werden die Diagramme der Wirk- und Blindleistung dann, wenn man die entsprechenden Kurven nebeneinander hat. Bei der bisherigen Registrierung waren stets zwei getrennte Registriergeräte notwendig, so daß man derartige Vergleiche erst nach der Aufzeichnung vornehmen konnte, wenn man die entsprechenden Streifen aus den Geräten herausnahm und aufeinander legte. Mehrkurvendiagramme waren bisher in der Starkstromregistrierung nicht bekannt. Ein erstes Gerät dieser Art, das von Siemens & Halske hergestellt wird, beschreibt Dr.-Ing. Keinath. Das Gerät ist auch dadurch bemerkenswert, daß hier zum erstenmal eine ganz neue Art der Kurvenunterscheidung in der Mehrfachregistrierung durchgeführt wird.

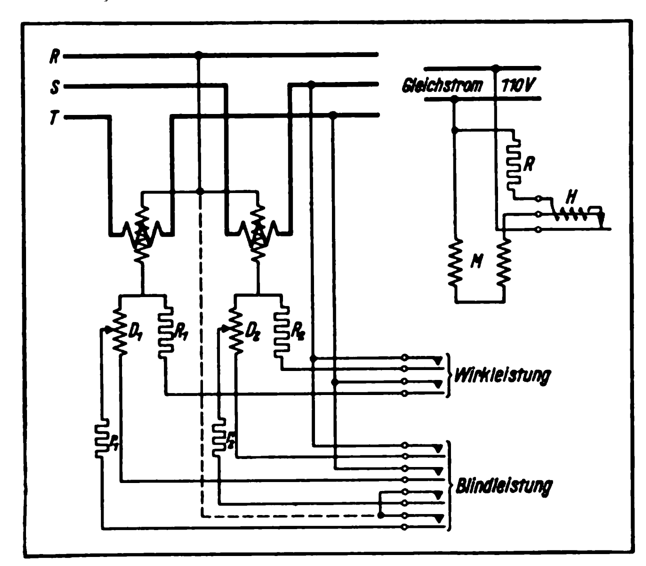


Abb. 4. Schaltung eines neuen registrierenden Wirk- und Blindleistungsmessers.

Abb. 4 zeigt die Schaltung des Gerätes. Das Meßwerk besteht aus zwei eisengeschlossenen dynamometrischen Systemen in Aronschaltung, die durch eine Bandkupplung verbunden sind und einen Ellipsenlenker zur Geradführung der Schreibfeder antreiben. Die Aufzeichnung erfolgt in rechtwinkligen Koordinaten. Zur Messung der Wirkleistung liegen die beiden Drehspulen über die Widerstände R_1 und R_2 unmittelbar an der Spannung, zur Messung der Blindleistung werden durch eine selbsttätige Umschaltung die Drosselspulen D_1 und D_2 mit den Justierwiderständen R_1 und R_2 vorgeschaltet, so daß jetzt der Strom in den Spannungsspulen gegenüber der vorherigen Schaltung um 90° verschoben ist. Der Umschaltmechanismus (Abb. 4 oben rechts) besitzt einen Bimetallstreifen, der die Heizwicklung *H* trägt. Mit dieser parallel liegt die Wicklung des Schaltmagneten *M*. Ist der Kontakt geschlossen, dann liegen die Wicklungen an einer Gleichstromquelle von 24 oder 110 V. Die Heizwicklung erhitzt in etwa 6 s den Bimetallstreifen so sehr, daß er sich krümmt und der Kontakt sich öffnet. Dadurch wird die Wicklung des Schaltmagneten stromlos. Nach etwa 1 min hat sich der Bimetallstreifen so weit abgekühlt, daß sich der Kontakt wieder schließt und der Schaltmagnet seinen Anker anzieht. Der Schaltmagnet arbeitet auf eine Schaltwalze mit Nockenscheiben, die die Federpakete der beiden Schaltungen jeweils zusammendrücken bzw. freigeben. Die tangentiale Länge der Nocken ist so bemessen, daß die Wirkleistung jeweils 4 min, die Blindleistung 2 min lang gemessen wird. Durch diese verschiedene Meßdauer ist die Gestaltung der Kurven bestimmt.

In dem Diagramm der Wirk- und Blindleistung (Abb. 5) erscheint die Kurve der Wirkleistung stärker als die der Blindleistung und hebt sich von dieser klar ab. Auch wenn die Wirkleistung stark schwankt, kann man die Kurven gut unterscheiden, weil sich entsprechend der geringeren Schwankung der Blindleistung diese Kurve als Mittellinie in dem Wirkleistungsdiagramm abhebt. Wesentlich für gut lesbare Diagramme ist eine geringe

Papiergeschwindigkeit (20 mm/h) und eine Schreibfeder mit dünner Strichführung, eine sogenannte Schlitzfeder. Da das Gerät in der Art der neuen Siemensschen Starkstromschreiber mit großer Schauöffnung ausgeführt ist, die einen großen Teil der Kurve am Gerät sichtbar macht, können die Kurven der Wirk- und Blindleistung während

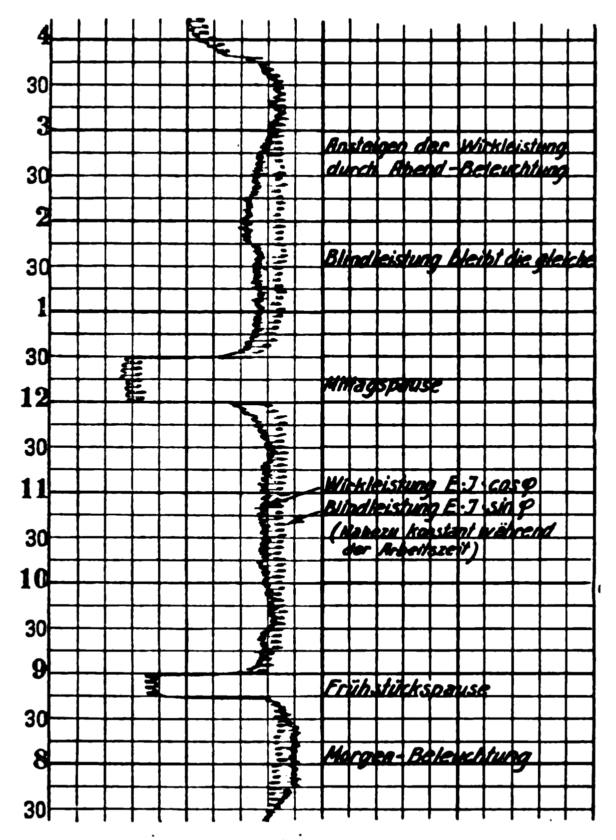


Abb. 5. Diagramm der Wirk- und Blindleistungsaufnahme in einem elektrischen Betriebe.

der Aufzeichnung beobachtet und miteinander verglichen werden. Mit Hilfe eines besonderen Lineals läßt sich für jeden Zeitpunkt der Wirkleistungskurve der zugehörige Leistungsfaktor aus dem Diagramm der Wirk- und Blindleistung in einfacher Weise bestimmen. (K e i n a t h, Siemens-Z. Bd. 7, S. 229.) *J. Br.*

Stroboskopische Methode zur Prüfung von Zählern. Es sind schon eine große Anzahl von Verfahren zur stroboskopischen Messung der Umdrehungszahl von Zählern entwickelt worden, wobei insbesondere die von B l a t h y praktische Bedeutung gewonnen hat. H. P. S p a r k e s gibt nun eine weitere Verbesserung dieser Methode an, indem er einerseits ein Anzeigeinstrument entwickelt hat, welches direkt die Ablesung des prozentualen Fehlers gestattet, und anderseits eine Vorrichtung gebaut hat, welche die Frequenz der Beleuchtung selbsttätig einstellt. Für beide Zwecke benutzt er ein Differentialinstrument, bei dem ein Wechselstrom-Wattmeter und ein auf gleicher Achse sitzendes Gleichstrom-Voltmeter gegeneinander wirken. Das Wechselstrom-Wattmeter wird genau so angeschlossen wie der Zähler. Das Gleichstrom-Voltmeter wird durch einen Magnetinduktor gespeist, der auf der Welle eines Motors sitzt, der zugleich den Kommutator für die Erzeugung der Lampenfrequenz antreibt. In Abb. 6 ist das Schema der selbsttätig arbeitenden Anlage angegeben. Die Scheibe *S* des zu prüfenden Zählers trägt 300 schwarze Marken in gleichmäßigem Abstand; besser soll noch eine eingeritzte Teilung sein, wobei eine Schwärzung fehlen kann. Die Lampe *L*, die mit veränderlicher Frequenz gespeist werden soll, erhält ihren Strom durch eine kleine Gleichstrombatterie oder einen ans Netz angeschlossenen Gleichrichter. Der Strom wird über einen vierteiligen Kommutator *K* geleitet, der von einem Motor hoher Drehzahl *M* angetrieben wird. Wenn der Zähler bei Vollast 25 Umdr./min macht, muß die Lampe mit $25 \times 300 = 7500$ Per./min betrieben werden. Eine gewöhnliche Metallfadenlampe ist dafür nicht geeignet, es ist deshalb eine besondere Lampe mit Wasserstoff-Füllung entwickelt worden, die bis zu 15 000 Per./min deutlich die stroboskopischen Erscheinungen erkennen läßt. Um den Beobachter gegen Explosionsgefahr zu schützen, muß die Lampe in ein Schutzgehäuse eingeschlossen werden. Der Indikator zur direkten Ablesung der Fehler besteht aus einem Wattmeter *W*, welches ebenso an die Belastung angeschlossen wird wie der Zähler, und einem auf der gleichen Achse sitzenden Voltmeter *V*, welches von einem Magnetinduktor *J* gespeist wird, der auf der gleichen Welle wie der Kommutator für die Erzeugung der Lampenfrequenz sitzt. Bei der Nullstellung des Indikators wird das von dem

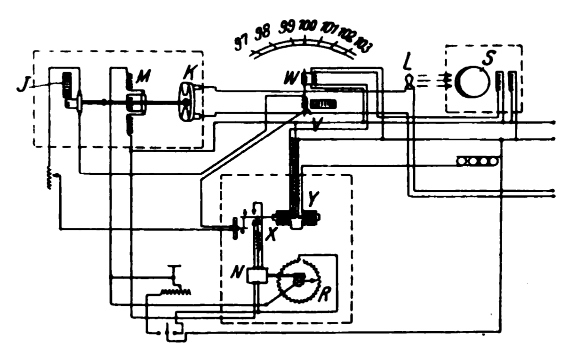


Abb. 6. Schaltung zur selbsttätigen stroboskopischen Zählerprüfung.

Wattmeter ausgeübte Drehmoment gerade von dem Drehmoment des Voltmeters aufgehoben. Dies tritt nur bei einer ganz bestimmten Drehzahl des Magnetinduktors ein, die der Eichung zugrunde gelegt wird. Will man nun z. B. den Fehler eines Zählers feststellen, so regelt man die Geschwindigkeit des Motors von Hand aus so lange, bis die Marken auf der Scheibe still zu stehen scheinen; dann liest man auf der Skala des Indikators den prozentualen Fehler ab. Will man dagegen den Zähler auf die richtige Drehzahl einstellen, so regelt man von Hand aus die Geschwindigkeit des Motors, bis der Indikator Null anzeigt; dann verstellt man den Zähler, bis die Scheibe still zu stehen scheint. Diese letzte Art der Einregelung kann auch durch den selbsttätigen Regler übernommen werden. Dieser Regler besteht wieder aus einem Wattmeter *Y*, das als Kelvin-Waage ausgebildet ist, und einem damit gekuppelten Drehspul-Voltmeter *X*. Das bewegliche Organ kann zwischen zwei Kontakten hin- und herpendeln, wobei bei Berührung des einen Kontaktes ein kleiner Motor *N* in der einen Richtung, bei Berührung des anderen Kontaktes in der anderen Richtung betätigt wird. Dieser Motor verstellt einen Regler *R*, der die Geschwindigkeit des Antriebmotors *M* für den Kommutator und den Magnetinduktor ändert. Sind die Drehmomente der Kelvin-Waage und des Drehspul-Voltmeters im Gleichgewicht, so wird der Steuermotor den Regler in die gewünschte Lage gebracht haben, bei der die Geschwindigkeit des Antriebmotors und somit die Frequenz der Beleuchtungslampe der Belastung des Zählers entspricht. Der Indikator steht dann ebenfalls in seiner Nullstellung. Diese Einrichtung ist für Laboratoriumsuntersuchungen gut geeignet. Sparkes weist aber darauf hin, daß man sie in der Nähe von Normalinstrumenten aufstellen muß, um ab und zu die Eichung zu kontrollieren.

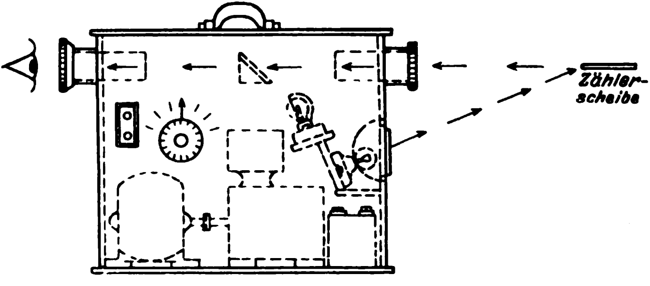


Abb. 7. Tragbarer stroboskopischer Prüfapparat.

Einen kleinen tragbaren Apparat zeigt in schematischer Anordnung Abb. 7. Zur Erklärung dieser Abbildung sei noch hinzugefügt, daß die Scheibe durch eine Linse beobachtet wird und daß zu gleicher Zeit der Indikator durch das obenliegende Prisma beobachtet werden kann. Dieser Apparat ist nur für Handregelung aus-



gebildet. Sparkes gibt an, daß man Belastungen bis zu 5 % mit dieser Methode bequem und genau messen kann. Er rechnet auch aus, wie groß die Genauigkeit der stroboskopischen Ablesung ist. Es ist selbstverständlich, daß diese außergewöhnlich groß ist. Die Genauigkeit des Apparates wird aber jedenfalls davon abhängen, daß der Indikator und der Regler mit sehr genau zeigenden Instrumenten ausgerüstet sind und daß diese ab und zu neu geeicht werden. Erfahrungen über die praktische Anwendung des Apparates liegen nicht vor; es ist aber wohl anzunehmen, daß die Westinghouse Electric & Mfg. Co. diesen Apparat weiter ausbilden wird (H. P. Sparkes, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 356.) *Schm.*

Über die Aufstellung des Differentialgalvanometers. — Während hinsichtlich der Aufstellung des Differentialgalvanometers öfters die Ansicht vertreten wird, daß die Ebenen der Spulen des Instruments im magnetischen Meridian liegen müssen, zeigt eine theoretische Untersuchung von G. Hauffe, daß dies nicht der Fall ist, wenn der Aufhängefaden keine Torsionsvorspannung hat. Nur die Meßgenauigkeit ist bei Einstellung im magnetischen Meridian am größten. Weicht die Richtung der Nadel infolge einer Torsion des Fadens etwas von dem magnetischen Meridian ab, so dürfen zwei magnetisch und elektrisch gleichwertige Spulen nicht symmetrisch zur Nadel stehen, wenn sich ihre Wirkungen auf diese aufheben sollen. (G. Hauffe, Z. Instrumentenk. Bd. 47, S. 307.) *Br.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Eine französische Grubenlokomotive. — Die Strecken in den französischen Gruben sind ziemlich hoch und eng, so daß für Grubenbahnen eine Spurweite von 0,6 m verwandt

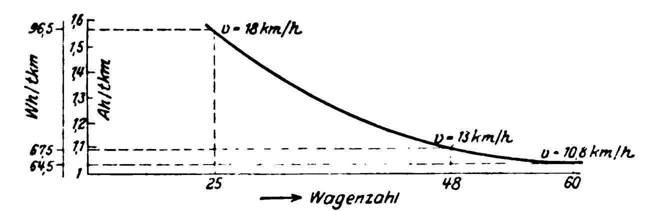


Abb. 8. Abhängigkeit der Wagenzahl vom Energieverbrauch.

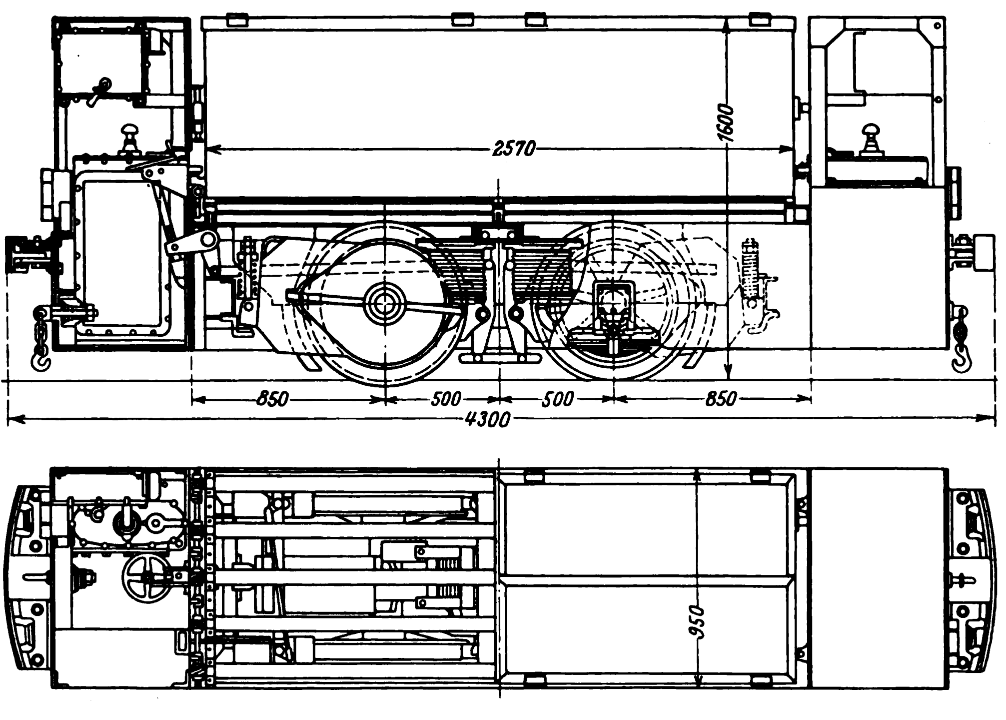


Abb. 9. Grubenlokomotive.

wird. Um Doppelgleise in einer Strecke zu vermeiden, verlangt man von der Lokomotive eine Mindestleistung von 600 nutzbaren tkm. Auf den Gruben von Lens werden Wagen von 280 kg Leergewicht und 530 kg Nutzlast verwandt. Mit der Geschwindigkeit geht man kaum über $v = 16$ km/h. Abb. 8 zeigt die Abhängigkeit der Anzahl Wagen eines Zuges vom Energieverbrauch nach Versuchen, wie sie auf den Gruben von Lens stattgefunden haben. Bei 700 Ah Entladeleistung hat man mit 25 Wagen 455, mit 48 Wagen 650 und mit 60 Wagen 685 nutzbare tkm erreicht. Man verwendet im allgemeinen Züge von 48 Wagen und geht im Notfall bis auf 60 Wagen. Abb. 9 zeigt die Lokomotive von Lens im Auf- und Grundriß. Sie ist mit zwei Motoren von je 10 PS ausgerüstet und besitzt zwei Führerstände. Die Stromlieferung erfolgt entweder durch eine Edison- oder eine Bleibatterie. Die übrigen Daten sind:

Gesamtlänge 4,32 m,
maximale Breite 0,94 m,
maximale Höhe über Schienenoberkante 1,55 m,
Raddurchmesser 0,68 m,
Radstand 1 m,
Platz für die Batterie 2,5 m × 0,91 m,
Gewicht ohne Akkumulatorenbatterie 4200 kg,
Gesamtgewicht mit Edison-Batterie 6900 kg,
Gesamtgewicht mit Bleibatterie 8000 kg.

An der Lokomotive befindet sich eine Vorrichtung, um die Batterie von Hand abrollen zu lassen. Die Edisonbatterie besteht aus 48 Zellen von einer Kapazität von 750 Ah, was einer Leistung von 45 kWh entspricht; die Bleibatterie setzt sich zusammen aus 32 Zellen mit einer Kapazität von 866 Ah (52 kWh Leistung). Auf einer Strecke mit einer Neigung von 5 ‰ wurden Versuche mit 30 Wagen zu je 1 t angestellt, wobei sich ergab, daß ein Zug von 40 t (Lokomotive einbegriffen), der mit 16 km/h fuhr, in 11,6 s nach 26 m zum Stehen gebracht wurde. Man hat es auf eine Leistung von 850 tkm täglich gebracht, wenn man die Batterie täglich 3½ h lang teilweise wiederauflud. Der Energieverbrauch hat sich ergeben zu 70 Wh/nutzbares tkm und 27 Wh/Gesamt-tkm (Kohle, Wagen und Lokomotive). Auf einer anderen Grube hat man sogar 98 Wh/nutzbares tkm und 34 Wh/Gesamt-tkm erreicht. Betriebskosten (ohne Verzinsung und Amortisation) werden zu 2,44 Fr/tkm angegeben, wenn man den Preis für die Kilowattstunde mit 0,30 Fr einsetzt. (Génie Civil, Bd. 90, S. 530.) *Ka.*

Beleuchtung.

Lichttechnische Gesellschaft, Karlsruhe. — In der Sitzung vom 8. XII. 1927 hielt nach Erledigung einiger geschäftlicher Angelegenheiten Herr cand. elektr. E. Schönberger einen Vortrag über „Lichttechnik im Nachtflugverkehr". Redner führte folgendes aus: In unserer Zeit, der Zeit der Geschwindigkeiten, ist der Flug schon eine Selbstverständichkeit. Um die Flüge auch nachts zu ermöglichen, ist man bestrebt, Einrichtungen auszubauen, die ermöglichen, durch die Nachtflüge die Wirtschaftlichkeit der Luftfahrt zu erhöhen. Diese Einrichtungen bestehen größtenteils aus Beleuchtungs- und Signalanlagen, die also in das Gebiet der Lichtingenieure fallen. — Die Anlagen sind teils auf der Flugstrecke, teils im Flughafen angebracht. Es gibt schon mehrere nachts beflogene Flugstrecken. Die einzige jedoch, die auch für Personenverkehr ausgenutzt wird, ist die Strecke Berlin—Königsberg.

Auf den Strecken werden allgemein Feuer hoher Lichtstärke wie die Leuchttürme und Seefeuer am Meeresufer, in Abständen von 20 ÷ 30 km auf möglichst hohe Türmen, Masten oder sonstigen Erhöhungen aufgestellt. Je

nach Konstruktion sind die Streckenfeuer verschiedener Art, und zwar Tauchlichtlaternen, Drehspiegellaternen, Blinklichtlaternen usw. — Die Feuer sind teils mit Linsen, teils mit Spiegeloptik versehen. Als Brennstoff benützt man vielfach Azetylen, Benzin oder Gas und, wo es möglich ist, wird elektrische Energie zugeführt.

Neuerdings werden zwischen diese größeren Feuer in kleineren Abständen von 5 ÷ 6 km rote Neonröhren aufgestellt, die dem Flugzeugführer ein genaues Einhalten der Fluglinie ermöglichen. Sämtliche Feuer werden durch Blinksignale gekennzeichnet, damit man mit Sicherheit feststellen kann, an welchem Ort man sich befindet. Bei den größeren Anlagen sind Hilfslandeplätze vorgesehen. Im Flughafen sind Ansteuerungsfeuer angebracht, ähnlich dem Streckenfeuer, aber mit weit größerer Lichtstärke, da sie in einer viel helleren Umgebung zur Wirkung kommen sollen. Das dem Flughafen sich nähernde Flugzeug wird von dem Ansteuerungsfeuer geführt. Wenn das Flugzeug sich über dem Flugplatz befindet, muß sich der Führer über Landungsrichtungen orientieren. Dazu dienen die Windrichtungsanzeiger, die entweder aus einem beleuchteten Flugzeugmodell bestehen oder aus einem System von Glühlampen, die eine T-Form bilden und gegen die Windrichtung zeigen. Der Landungsplatz wird schattenlos von 8 im Kreis aufgestellten Scheinwerfern beleuchtet, die so eingerichtet sind, daß der Flugzeugführer nicht geblendet wird. — Eine solche Einrichtung befindet sich auf dem Flughafen Rotterdam—Waalhaven.

In Berlin-Tempelhof wird eine andere Art Landbeleuchtung benutzt. In etwa 100 m breiten parallelen Reihen werden Lampen aufgestellt, zwischen denen das Flugzeug landen soll. In diesem Fall müssen die Platzgrenzen auch durch rote Lichter gekennzeichnet werden.

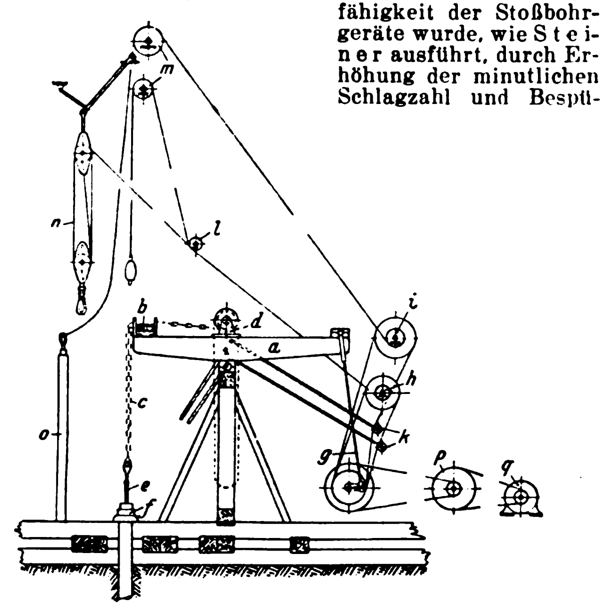
Wenn diese Einrichtungen versagen oder nicht genügen, sind noch einige Scheinwerfer zur Hand. Außerdem befinden sich an Bord des Flugzeuges Scheinwerfer und Magnesiumlichter, die der Flieger im Notfall vom Führersitz aus betätigen kann. Die den Flughafen umgebenden hohen Gebäude, Schornsteine usw. sind mit Warnungslichtern ausgestattet. Die Warnungslichter bestehen meist aus rotleuchtenden Neonröhrengebilden. Infolge der bisherigen Einrichtungen ist der Flieger abhängig von der „Bodenorganisation". Dieser Zustand wirkt hemmend auf die Entwicklung des Nachtflugverkehrs. — Teils durch Vereinfachung der Beleuchtungsapparatur, teils durch Erhöhung der Tragfähigkeit der Flugzeuge ist man bestrebt, sämtliche Hilfsapparate am Flugzeug selbst anzubringen. Hier sind dem Techniker neue Aufgaben gestellt. *of*

Bergbau und Hütte.

Tiefbohreinrichtungen mit elektrischem Antrieb. — Die Entwicklung der für die geologische Erforschung der Erdkruste, der Erschließung der festen, flüssigen und gasförmigen Bodenschätze verwendeten Tiefbohreinrichtungen ist lange Zeit hinter den übrigen Leistungen und Errungenschaften der Technik zurückgeblieben. Obwohl das Tiefbohrwesen zu den ältesten Zweigen der technischen Wissenschaft gehört, bedurfte es erst der in den letzten Jahrzehnten sprunghaft gesteigerten Nachfrage nach mineralischen Bodenschätzen, deren Besitz die Grundlage der heutigen Volkswirtschaft und Weltgeltung bildet, um diesen Wissenszweig auf die gegenwärtige hohe Entwicklungsstufe zu bringen. Dieser Aufstieg wäre allerdings ohne die vorangegangene Entwicklung anderer technischer Fachgebiete, namentlich des Hüttenwesens, dem wir die Vergütung des zur Herstellung der Bohrwerkzeuge notwendigen, hochwertigen Stahls zu verdanken haben, des allgemeinen Maschinenbaues und nicht zuletzt der Elektrotechnik, schlechthin unmöglich gewesen.

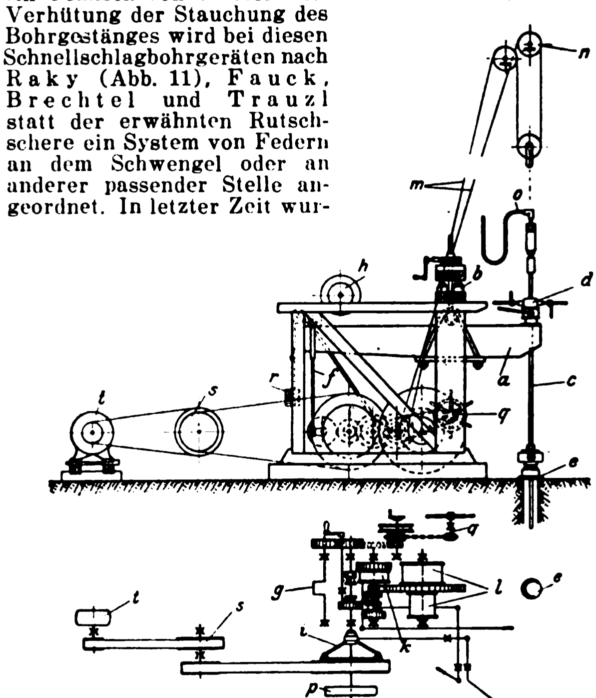
Das Tiefbohrwesen ist insbesondere mit der Erdölindustrie organisch verbunden, insofern, als es nicht nur der Erforschung der Erdöllagerstätten, zur Feststellung der Tiefe und Mächtigkeit der erdölführenden Schichten dient, sondern den weiteren Zweck verfolgt, die Bohrlöcher zu schaffen, aus denen durch geeignete Mittel das Erdöl über Tage gefördert wird. Die Tiefe der Bohrlöcher ist sehr verschieden, im Mittel beträgt sie 600 ÷ 700 m, doch gehören 1500 ÷ 1800 m tiefe Bohrlöcher zu keinen Seltenheiten, und es ist nicht ausgeschlossen, daß mit der Verknappung der Erdölvorräte noch tiefere Horizonte aufgesucht und erschlossen werden.

Daß die bekanntesten Vertreter der Tiefbohreinrichtungen, nämlich der kanadische Bohrkran mit festem Bohrgestänge, Meißel, Schwerstange und Rutschschere (Abb. 10) und der pennsylvanische Bohrkran, bei dem der Meißel an einem Seil hängt, das die Verwendung der Rutschschere entbehrlich macht, den hinsichtlich der Verkürzung der Bohrzeit gestellten Anforderungen nicht mehr genügen, liegt auf der Hand. Die Leistungsfähigkeit der Stoßbohrgeräte wurde, wie S t e i n e r ausführt, durch Erhöhung der minutlichen Schlagzahl und Bespülung der Bohrlochsohle durch Wasser oder häufiger durch ein Gemisch von Wasser mit Ton wesentlich erhöht. Zur Verhütung der Stauchung des Bohrgestänges wird bei diesen Schnellschlagbohrgeräten nach R a k y (Abb. 11), F a u c k, B r e c h t e l und T r a u z l statt der erwähnten Rutschschere ein System von Federn an dem Schwengel oder an anderer passender Stelle angeordnet. In letzter Zeit wur-



a Bohrschwengel
b Kettenkopf
c Bohrkette
d Nachlaßvorrichtung
e Bohrgestänge
f Bohrloch
g Zugstange
h Fördertrommel
i Schmandtrommel
k Riemenspannrollen
l Leitrolle
m Turmrollen
n Flaschenzug
o Schmandlöffel
p Riemenvorgelege
q Elektromotor

Abb. 10. Kanadischer Bohrkran mit elektrischem Antrieb.



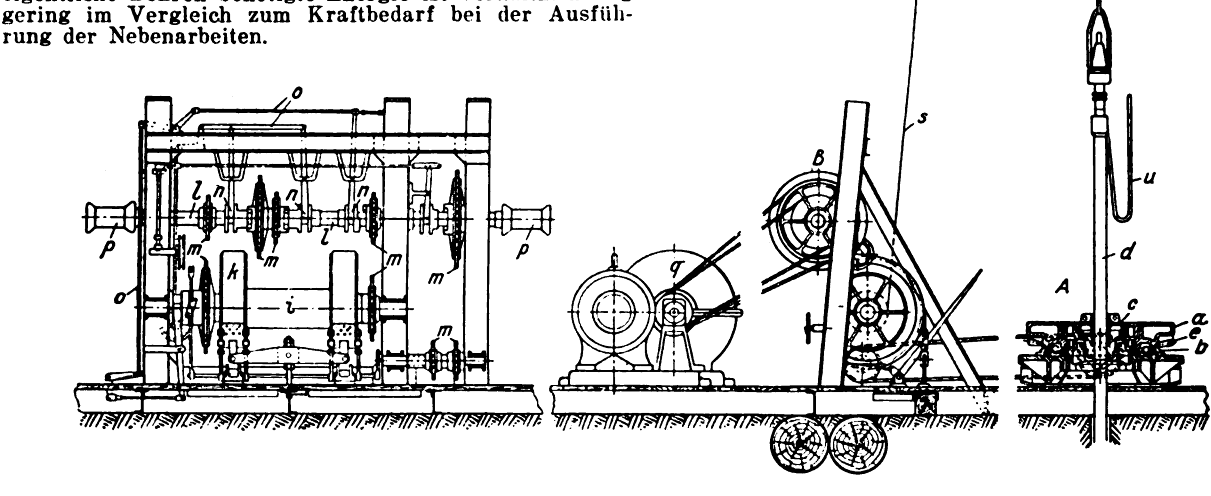
a Bohrschwengel
b Federbatterie
c Bohrgestänge
d Nachlaßschraube
e Bohrloch
f Zugstange
g Kurbelwelle
h Schmandtrommel
i Reibkuppelung
k Bremsscheibe
l Fördertrommeln
m Förderseile
n Turmrollen
o Spülschlauch
p Antriebscheibe für Kernbohren
q Nachlaßvorrichtung für das Kernbohren
r Gewichtsausgleich für das Bohrgestänge beim Kernbohren
s Riemenvorgelege
t Elektromotor

Abb. 11. Schnellschlag-Bohrkran, Bauart Raky, mit elektrischem Antrieb.

den namentlich von deutschen Tiefbohrfirmen die Seilschlagbohrgeräte entwickelt, bei denen an Stelle des durch eine Kurbel bewegten Schwengels eine Schwinge am Schlagwerk und eine Turmschwinge treten.

Den nach dem Stoßbohrverfahren arbeitenden Bohrgeräten erwuchs ein ernster Wettbewerb in dem Rotary-Bohrkran (Abb. 12), der, wie der Name schon ausdrückt, nach dem Grundsatz des drehenden Bohrens arbeitet. Die Drehbohrkräne erfreuen sich einer steigenden Verwendung. Ursprünglich in Amerika, wo die geologischen Verhältnisse für das drehende Bohren besonders günstig liegen, angewendet, bürgern sie sich auch in Europa, namentlich in den Sowjet-Republiken und in Rumänien, ein. Sie arbeiten ausschließlich mit Spülung, benötigen daher stets eine besondere Spülpumpe.

Alle Bohrgeräte sind noch mit einer Fördereinrichtung zum Hochziehen und Herablassen des Gestänges bzw. Seils und zum Bewegen der Verrohrung ausgerüstet, um das Festsitzen im Gebirge zu verhindern. Die für das eigentliche Bohren benötigte Energie ist verhältnismäßig gering im Vergleich zum Kraftbedarf bei der Ausführung der Nebenarbeiten.



A	Drehtisch	*k*	Bandbremse
B	Windwerk	*l*	Vorgelegewelle
C	Elektromotor	*m*	Kettenräder
a	Drehtischplatte	*n*	Klauenkuppelungen
b	Kugellager	*o*	Steuergestänge
c	Mitnehmerstücke	*p*	Spill
d	Mitnehmerstange	*q*	Kettenradvorgelege
e	Kegelrad	*r*	Flaschenzug
f	Ritzel	*s*	Bohrseil
g	Antriebswelle	*t*	Bohrhaken mit Abzugfeder
h	Antriebskettenrad	*u*	Spülschlauch
i	Seiltrommel		

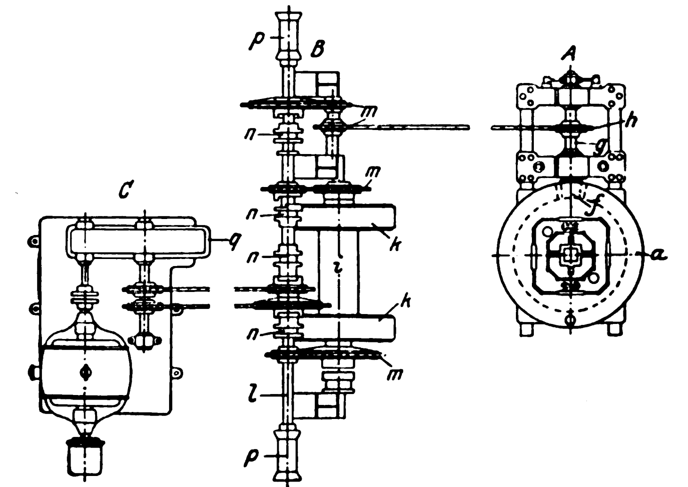



Abb. 12. Rotary-Bohrkran.

Die Elektromotoren haben sich bei allen Betriebsverhältnissen bestens bewährt, wenn ihre Leistung richtig gewählt und die Anlaß- und Regelapparate den Regelbedingungen entsprechend bemessen sind. Diese Bedingungen werden von Steiner in einer übersichtlichen Zahlentafel zusammengestellt und auf diese Weise die Planung der elektrischen Antriebe der Tiefbohreinrichtungen erleichtert. Der Aufsatz bildet eine wertvolle Ergänzung seines Buches[1]. (L. Steiner, Z. VDI, Bd. 71, S. 1185.) *Sb.*

Untersuchung von Wassereinbrüchen im Bergbau mit Hilfe elektrischer Verfahren. — In den letzten Jahren ist die Anwendung physikalischer Verfahren auf praktisch geologische und bergmännische Probleme in rascher Entwicklung begriffen. Wohl das größte Anwendungsgebiet besitzen die verschiedenen elektrischen Methoden. P. Hülsenbeck berichtet über die Untersuchung eines starken Wasserzuflusses in einem Kohlenbergwerk bei Brünn mit Hilfe der früher viel benutzten Äquipotentiallinien-Methode. An der Wasseraustrittstelle unter Tage und an einem geeignet gewählten Punkt über Tage wurden Elektroden angebracht, die dem Untersuchungsgebiet Wechselstrom zuführten. Da das Wasser eine erheblich bessere Leitfähigkeit als das Gestein besitzt, so führen die Zonen, auf welchen die Tageswässer in die Tiefe gehen, relativ mehr Strom als ihre Umgebung. Infolgedessen müssen die Linien gleichen Potentials (Äquipotentiallinien), die mittels Sonden, Verstärker und Telephon auf der Erdoberfläche aufgesucht wurden, durch die Versickerungszone bedingte Ausbiegungen und Verschwenkungen gegenüber ihrem normalen Verlauf zeigen. Bei zwei verschiedenen Anordnungen der Übertage-Elektrode wurden zwei Systeme von Äquipotentiallinien gefunden, deren physikalische Deutung übereinstimmt. Es ergab sich als Versickerungszone ein Stück der Ausstrichlinie einer bekannten geologischen Störung, die ihre Zuflüsse aus mehreren Tälern erhält. Eine Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes mit den beiden Äquipotentiallinien-Systemen, den wichtigsten geologischen Angaben und der gefundenen Versickerungszone dient zur Erläuterung. (P. Hülsenbeck, Glückauf, Bd. 62, S. 1494.) *Sb.*

Fernmeldetechnik.

Die Abfallzeiten von Fernsprech-Relais[1]. — Nach einigen allgemeinen Betrachtungen über die Anforderun-

[1] L. Steiner: Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechnik in der Erdölindustrie. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

[1] Dr.-Ing. Erich Schulze, Hannover, berichtete hierüber in einem Vortrage am 20. IV. 1926 im Elektrotechnischen Verein, Berlin.



gen in selbsttätigen Fernsprechanlagen an die Schaltzeiten von Relais und die Mittel zu ihrer Beeinflussung (Nebenwiderstände und eine zweite Wicklung in allen Schaltungsarten) werden im I. Teil zunächst die theoretischen Grundlagen für die Untersuchung der Abfallzeiten behandelt. Es sind dies die beim Aberregen eines Magneten (Relais) mit zwei Wicklungen in allen Schaltungsarten auftretenden Ausgleichsvorgänge, die beim Kurzschlußabschalten bereits bekannt und beim Ausschalten der Erregerwicklung nach folgendem Plan untersucht werden:

Abschalten eines Gleichstrommagneten

1. mit Dämpferwicklung,
2. mit zwei gegensinnig parallelen Wicklungen,
3. mit zwei gleichsinnig parallelen Wicklungen.

In jedem Falle wird zunächst eine unvollkommene magnetische Verkettung der beiden Wicklungen angenommen; die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden dann auf alle möglichen Grenzfälle angewendet, die sich leicht diskutieren lassen. Zahlreiche Oszillogramme ergänzen diese theoretischen Ausführungen.

Auf Grund der theoretischen Ergebnisse wird im II. Teil die Grundgleichung für die Abfallzeiten eines Relais abgeleitet. Ein Relais, das seinen Anker bei der AW-Zahl s_a (Ansprechwert) gerade noch anzieht und bei der kleineren AW-Zahl s_h (Haltewert) gerade noch hält, wird mit $m\,I$ AW erregt; seine „Haltesicherheit" $\frac{m\,I}{s_h}$ ist daher stets größer als seine „Anzugsicherheit"

$$\frac{m\,I}{s_h}, \left(p = \frac{s_a}{s_h} > 1\right).$$

Beim Aberregen verschwindet das Feld nach einer Zeitkonstanten T, die abhängig ist vom Verzögerungsmittel und von der Art des Aberregens (Ausschalten oder Kurzschlußabschalten). Dann wird die Abfallzeit, d. h. die Zeit vom Augenblick des Abschaltens bzw. Kurzschließens der Erregerwicklung bis zum Beginn des Ankerabfalles

$$t = T \ln \frac{m\,I}{s_h} = T \ln p \frac{m\,I}{s_a}.$$

Die Abfallzeiten sind also proportional der Zeitkonstanten, nach der das Feld beim Aberregen verschwindet, und nehmen mit der Haltesicherheit nach einer logarithmischen Kurve zu; sie sind bei einer konstanten Haltesicherheit unabhängig von der Betriebsspannung.

Hierbei könnte der Einfluß der Hysteresis, welche die Abfallzeiten bei gleichbleibendem Erregungsinn erheblich vergrößert, im anderen Falle verkleinert, berücksichtigt werden durch eine zusätzliche AW-Zahl entsprechend der Koerzitivkraft. Der Einfluß der Ankermasse wird als sehr klein ebenfalls vernachlässigt, dagegen derjenige der Wirbelströme berücksichtigt durch Einführen der sogenannten „Wirbelstromzeitkonstanten" T_w, die zur Zeitkonstanten T der Schaltungsanordnung addiert wird und durch den Versuch ermittelt werden kann.

Im einzelnen erfolgt die experimentelle Untersuchung der Abfallzeiten, die in allen Fällen mit einem ballistischen Galvanometer gemessen werden, an einem Schneidenanker-Relais mit zwei Wicklungen nach folgendem Plan:

I. Die Abfallzeiten beim Ausschalten.

a) Veränderliche Anzugs- und Haltesicherheit.
b) Wicklung 2 als Kurzschlußwicklung mit Zusatzwiderstand. Konstante Anzugs- und Haltesicherheit.
c) Erregerwicklung 1 mit veränderlichem Nebenwiderstand. Wicklung 2 offen und geschlossen. Konstante Anzugs- und Haltesicherheit.
d) Wicklung 2 als Kurzschlußwicklung. Veränderliche Anzugs- und Haltesicherheit.
e) Wicklungen gegensinnig und gleichsinnig parallel. Veränderliche Anzugs- und Haltesicherheit.

II. Die Abfallzeiten beim Kurzschlußabschalten. Veränderliche Anzugs- und Haltesicherheit.

a) Kurzschlußabschalten der Erregerwicklung 1.
b) Kurzschlußabschalten der Erregerwicklung 1. Wicklung 2 kurzgeschlossen.
c) Kurzschlußabschalten der beiden gegensinnig parallelen Wicklungen.
d) Kurzschlußabschalten der beiden gleichsinnig parallelen Wicklungen.

In allen Fällen stimmen Theorie und Messung sehr gut überein. Bei veränderlicher Haltesicherheit ist der Einfluß der Hysteresis deutlich zu erkennen.

Bezüglich der Grenzwerte der Abfallzeiten zeigt sich, daß die kleinste Abfallzeit bei konstanter Haltesicherheit gegeben ist durch den Verzögerungsbetrag der Wirbelströme. Dagegen erhält man die größte Abfallzeit mit dem kleinsten Leistungsverbrauch eines Relais durch Kurzschlußabschalten seiner Erregerwicklung, deren Kupfervolumen (Wickelraum) bei einer bestimmten Haltesicherheit allein maßgebend ist für die Abfallzeiten. (E. Schulze, El. Nachr. Techn. Bd. 3, S. 382 u. 451.) *Sb.*

Der Konuslautsprecher. — S. Hill gibt eine kurze Beschreibung des Konuslautsprechers, der von der Standard Telephones and Cables hergestellt wird. Die Membran besteht aus zwei Papierkegeln, die an ihrer Basis, die etwa 45 cm Dmr. hat, ringsherum mit einem Bindemittel verbunden sind. Die Spitze des Kegels hat eine Vorrichtung, um den Stoßstift des Magnetsystems zu halten. Das im Konuslautsprecher benutzte Antriebsystem ist von der Art des ausbalanzierten Ankers. Die Frequenzkurve ist in dem Bereich von etwa 50 ÷ 5000 Hz zufriedenstellend. Hill untersucht auch die Schwingungsform des Papiertrichters mit Hilfe von Sandfiguren; es wurden vier verschiedene Schwingungsarten beobachtet: Bewegung um einen Knotendurchmesser, Sektorschwingung (Abb. 13), ringförmige Schwingung und eine Übergangsform zwischen den beiden letztgenannten Figuren. Zum Schluß weist Hill noch auf die Wichtigkeit eines guten Verstärkers für den Konuslautsprecher hin. (S. Hill, El. Commun. Bd. 6, S. 25.) *E. M.*

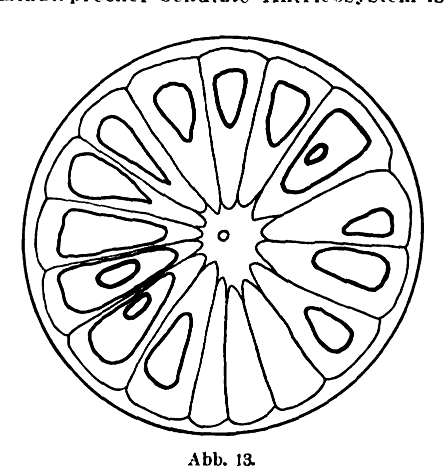


Abb. 13.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Deformation von Bimetallstreifen. — Im Chronometerbau spielt die Deformation des doppelmetallischen Reifens durch Temperaturänderung z. Zt. noch eine erhebliche Rolle zur Temperaturkompensation, und H. Bock hat sich die Aufgabe gestellt, den Deformationsvorgang mit einfachen Mitteln klarzulegen. Er hat auf Grund einer einfachen Elastizitätstheorie Formeln für die Temperaturdeformation bimetallischer Reifen abgeleitet. Da bimetallische Streifen als Temperaturkontaktgeber auch in der Elektrotechnik vielfach Verwendung finden, so ist eine Auswertung der Formeln auch für dieses Anwendungsgebiet denkbar. (H. Bock, Z. Instrumentenk. Bd. 46, S. 601.) *Schö.*

Bestimmung des Erdpotentials in Wechselstromsystemen. — Die Bestimmung der Isolationswiderstände von Wechselstromleitungen im Betriebe ist u. a. durch Arbeiten von Görges und Marx unter Ableitung der dazu benötigten Formeln und Grundsätze bekannt. Mit Hilfe eines Widerstandes, der nacheinander zwischen die verschiedenen Leiter und Erde gelegt wird, kann man aus der Beobachtung der Spannung der Leiter gegen Erde vor und nach dem Anlegen des Widerstandes die Isolationswerte auf graphischem Wege bestimmen. Dieser graphischen Methode liegt der Satz zugrunde, daß man sich die Leitwege der einzelnen Leiter nach Erde zwischen dem Nullpunkt des Systems und Erde vereinigt denken kann, während der Hilfswiderstand zwischen die Leiter und Erde gelegt wird. Der durch ihn nach Erde fließende Strom kehrt durch die vorerwähnte Kombination zum Nullpunkt zurück und wird durch die Spannung zwischen dem Nullpunkt und dem betreffenden Leiter erzeugt. T. R. War-

ren gibt für die Zulässigkeit dieses sog. Ersatzschemas einen leicht faßlichen Beweis. Ist der Widerstand der einzelnen Leiter nach Erde f_1, f_2, f_3 und x der Hilfswiderstand zwischen Leiter und Erde, v' das Potential des Leiters gegen Erde vor und v'' nach dem Anlegen von x, so gilt die Beziehung

$$F = \frac{v' - v''}{v''} x,$$

wobei $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3}$ ist.

Der Widerstand eines Poles gegen Erde setzt sich aus der Kapazität und dem Ohmschen Widerstand zusammen. Um die Kapazität zu bestimmen, will Warren eine regelbare Induktivität zwischen Pol und Erde legen und bei Beobachtung der Spannung des Poles gegen Erde durch ein statisches Voltmeter das Spannungsmaximum einstellen. Dann ist $K = \frac{1}{\omega^2 L}$, und bei bekanntem L ist K errechenbar.

Zeigt ein Leiter abweichende Spannung gegen Erde, so kompensiert man zunächst die Kapazität. Hat z. B. Leiter *1* eine kleinere Spannung gegen Erde als Leiter *3*, ein Zeichen für irgendwelchen Isolationsfehler, so legt man zwischen Leiter *3* und Erde einen Widerstand, der so bemessen ist, daß die sich einstellenden Spannungen v_1' und v_3' gleich werden. Dann gelten folgende Beziehungen:

$$f_1 = \frac{\sqrt{3}\, v\, (v_3 - v_3')\, x}{v_2'\, v_3}, \quad f_2 = \frac{\sqrt{3}\, v\, (v_3 - v_3')\, x}{(\sqrt{3}\, v - 2\, v_2')\, v_3}$$

$$f_3 = \frac{\sqrt{3}\, v\, (v_3 - v_3')\, x}{v_2'\, v_3 - \sqrt{3}\, v\, (v_3 - v_3')}.$$

Es sind dann die Einzelwiderstände zu bestimmen. Hierin bedeuten $v\sqrt{3}$ die verkettete Spannung, v_1, v_2, v_3 die Spannungen der Leiter gegen Erde vor Anlegen von x, v_1', v_2', v_3' dgl. nach Anlagen von x.

Die Methode ist nach Ansicht des Berichters für verhältnismäßig niedrige Spannungen und für nicht zu große Netzkapazität anwendbar. Sowohl die regelbare Kompensationsinduktivität als auch der regelbare Widerstand stellen wesentliche Nachteile gegenüber der von Görges angegebenen Methode der Bestimmung der Isolationswiderstände aus drei Messungen mit nur einem festen Widerstand dar. Für Anlagen sehr hoher Spannungen und großer Ausdehnung dürften alle diese Verfahren versagen, da hier zur Verlagerung des Nullpunktes Widerstände sehr großer Leistungsaufnahme gehören, die teuer und umständlich im Gebrauch sind. (T. R. Warren, J. Inst. El. Engs. London, Bd. 63, S. 1018.) *W. K.*

Das Gesetz der Magnetisierungskurve. — In J. Am. Inst. El. Engs. wird die Frölichsche Gleichung für die Magnetisierungskurve in der Nähe der Sättigung

$$J = \frac{S H}{H + h}$$

(J Magnetisierung, H Feldstärke, S und h Konstanten) einer eingehenden kritischen Betrachtung unterzogen. Es ergibt sich, daß die Beobachtungen weit besser durch das Gesetz

$$J = S\,(1 - b\,e^{-a H})$$

wiedergegeben werden. Diese Gleichung hat einen einfachen physikalischen Sinn, denn aus ihr folgt

$$\frac{\mathrm{d} J}{\mathrm{d} H} = a\,(S - J);$$

der Zuwachs von J mit weiterwachsendem H ist also der Abweichung von J von seinem Sättigungswert proportional. Der Arbeit ist ein großes Tabellenmaterial, das die Magnetisierungskurven verschiedener Materialien wiedergibt, beigegeben. (J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 45, S. 843.) *Sal.*

Einfluß der Erdschlußspule auf die Spannungen eines Netzes. — F. Stiegler untersucht den Einfluß der Erdschlußspule auf das Netz für den Fall, daß die Kapazitäten gegen Erde Unsymmetrien aufweisen. Die Untersuchung erfolgt zunächst ohne Berücksichtigung der Veränderlichkeit der Induktivität, dann unter Berücksichtigung des Eisens und schließlich auch der Verluste. Das Ergebnis läßt sich kurz dahin zusammenfassen: Erdschlußspule und Kapazität bilden einen Resonanzkreis; das Auftreten von Resonanzüberspannungen nennenswerter Höhe wird aber durch die Sättigung des Eisens unmöglich gemacht. Dagegen kann die Spannung der Phasen gegen Erde kippen. Die Berücksichtigung eines prozentual konstanten Verlustwiderstandes zeigt indes, daß diese Erscheinung wesentlich gemildert wird; praktisch ist dies noch mehr der Fall, da die Verluste mit der Spannung zunehmen. Im übrigen läßt sich das Kippen in den praktischen Grenzen der Kapazitätsänderung vollkommen vermeiden, wenn die Induktivität der Spule kleiner gewählt wird, als es genauer Abstimmung entspricht.

Die Grenze der Abstimmung, bei der überhaupt kein Kippen auftritt, ist graphisch bestimmbar. Der resultierende Strom der Fehlabgleichung ist um so geringer, je mehr die Magnetisierungskurve bis zur Phasenspannung einer Geraden gleichkommt. (F. Stiegler, Dissertation T. H. Darmstadt 1921.) *nkl.*

Hochspannung.

Eine neue Schaltung zur Messung der Durchschlagverzögerung elektrischer Isolatoren. — Die Durchschlagverzögerung elektrischer Isolatoren, auf welche ursprünglich fast nur bei Meßfunkenstrecken geachtet wurde, spielt bei der Erforschung schnell verlaufender Überspannungen und deren Folgen eine ausschlaggebende Rolle. In einer Arbeit von O. Mayr wird eine Schaltung beschrieben, welche mit einfachen Mitteln eine bequeme und genaue Messung der Durchschlagverzögerung ermöglicht. Abb. 14 a zeigt eine Leitung, welche am rechten Ende durch einen dem Wellenwiderstand der Leitung gleichen Ohmschen Widerstand Z überbrückt ist. Bei f ist die zu untersuchende Funkenstrecke eingebaut. Eine von links kommende Wanderwelle von der Höhe E wird, solange f nicht anspricht, wie in Abb. 14 a gezeigt ist, ungehindert über f

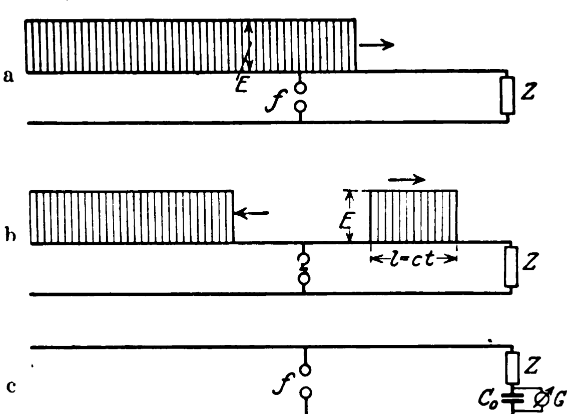


Abb. 14. Schaltung zur Messung der Durchschlagverzögerung elektrischer Isolatoren.

hinaus laufen. Sobald jedoch f anspricht, kann weitere Ladung an f nicht mehr vorbei. Der Rest der Welle wird bei f reflektiert und läuft wieder auf der Leitung zurück (Abb. 14 b). Der von f durchgelassene Teil der Welle bzw. dessen Ladung gibt ein direktes Maß für die Durchschlagverzögerung von f. Da dieser Wellenabschnitt von Z reflexionsfrei verschluckt wird, kann seine Ladung mittels der in Abb. 14 c eingetragenen Vorrichtung gemessen werden. Ein genügend groß bemessener Schutzkondensator C_0 nimmt zunächst die ganze Ladung auf, ohne daß an seinen Klemmen eine nennenswerte Gegenspannung entsteht. Nachdem der Funke bei f in kürzester Zeit erloschen ist, muß bei geeigneter Wahl der Zeitkonstanten die ganze Ladung Q über das ballistische Galvanometer G abfließen. Da

$$Q = i\,t = \frac{E}{Z}\,t,$$

ergibt sich für die Verzögerung t die einfache Formel

$$t = Z\,\frac{Q}{E}.$$

Da bei jedem Überschlag eine Galvanometerablesung erfolgen kann und damit t bestimmt ist, lassen sich auch größere Meßreihen in kurzer Zeit durchführen. An zwei Beispielen wird gezeigt, wie die zur Messung erforderliche Wanderwelle mittels einer Versuchsleitung oder eines Kondensators praktisch am besten erzeugt wird.

Messungen an einer Kugelfunkenstrecke ergaben in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Pedersen[1] Verzögerungszeiten von 0,03 ÷ 0,2 µs. An einer

[1] P. O. Pedersen, Ann. Phys. B. 71 (4. Folge), S. 338.

Spitzenfunkenstrecke und an einem Stützisolator ergaben sich vor allem bei Spannungen, welche nur wenig über der stationären Überschlagsspannung liegen, wesentlich höhere Werte. Dasselbe gilt auch für flüssige und feste Isolierstoffe zwischen flachen Elektroden. So beträgt z. B. die Verzögerung bei Transformatorenöl für die zweifache stationäre Durchbruchspannung noch mehr als 12 μs (Wärmedurchschlag). Bei sehr hohen Spannungen, bei Öl etwa von der 6 ÷ 8fachen stationären Durchbruchspannung an, erfolgt der Durchschlag jedoch bereits nach weniger als 0,1 μs, d. i. etwa ebenso rasch wie bei der Kugelfunkenstrecke (elektrischer Durchschlag). (O. Mayr, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 108.)

Überspannungen durch Lichtbogen. — An Hochspannungs-Prüftransformatoren wurden häufig Durchschläge festgestellt, sobald am Prüfstück ein Lichtbogen das Dielektrikum durchschlug, und zwar war diese Erscheinung nur beim Durchschlag bestimmter Dielektrika festzustellen, wie Kompounde und auch Öl. Dabei traten an einzelnen Spulen des Transformators Teilspannungen auf, die erheblich höher waren als die an einer Reihe von Spulen gemessene Summenspannung. Mit Hilfe des Kathodenoszillographen hat J. Fallou diese Erscheinung näher untersucht. Abb. 15 gibt das Oszillogramm der

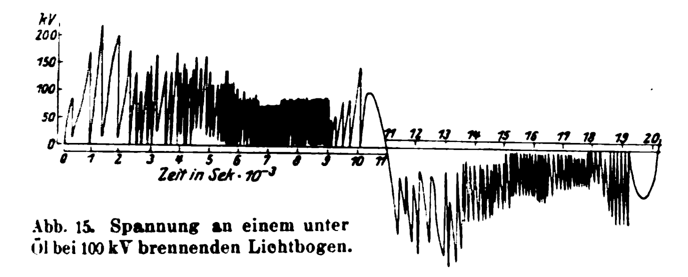


Abb. 15. Spannung an einem unter Öl bei 100 kV brennenden Lichtbogen.

Spannung am Lichtbogen während etwa 1/50 s (1 Per.), aus dem hervorgeht, daß die Spannung eine Schwingung wechselnder Amplitude und Frequenz mit zahlreichen Oberwellen enthält. Der Bogen wurde hierbei von einem 100 kV-Transformator unter Öl an einer Kugelfunkenstrecke von 20 mm Schlagweite unterhalten. Charakteristisch sind die senkrecht verlaufenden Abstürze der Spannung, denen ein sanfterer Wiederanstieg folgt. Fallou glaubt, diesen Verlauf wie folgt erklären zu können:

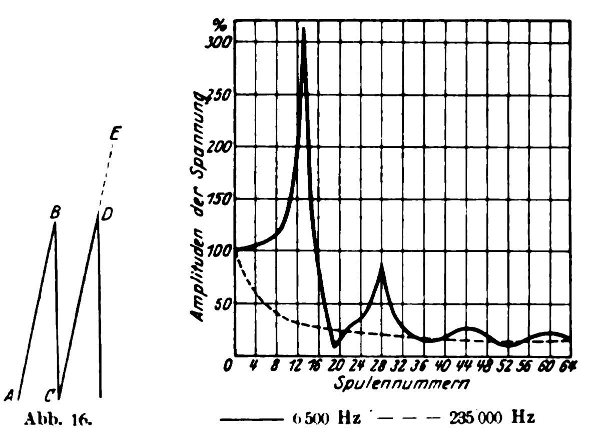


Abb. 16.

——— 6500 Hz — — — 235000 Hz

Abb. 17. Spannungsverteilung längs der Wicklung für sinusförmige EMK.

Die Spannung an der Funkenstrecke steigt, bis im Punkt *B* der Durchbruch erfolgt (Abb. 16), der den vertikalen Spannungsturz *BC* bedingt. Durch irgendeine Ursache, vielleicht komprimierte Gasbläschen, wird jedoch der Strom wieder unterbrochen, die Spannung steigt längs *CE* entsprechend der Eigenfrequenz des Kreises, bis in *D* mit Erreichung der Zündspannung wieder der Durchbruch einsetzt. Daß diese Zündspannungen (*B, D*) in wechselnder Höhe liegen, ist durch kleine Verschiedenheiten des Stromunterbrechungsvorganges leicht erklärbar. Ein ähnlicher Verlauf der Spannung, jedoch ohne die höheren Oberwellen, wurde auch zwischen Wicklung und Eisen festgestellt. Wurde dem Lichtbogen eine Kapazität von 0,04 μF parallel geschaltet, so blieb die allgemeine Form der Kurve erhalten; die Frequenz der Schwingungen wurde jedoch viel kleiner, erklärbar durch die Verringerung der den Spanungsanstieg bestimmenden Eigenfrequenz. Obgleich nun die steilen Spannungstürze blieben, die als Wellen mit steiler Stirn in den Transformator einziehen, blieb dieser doch unbeschädigt, denn die („longitudinalen") Überspannungen zwischen den Spulen waren verschwunden.

Die Aufklärung brachte eine Untersuchung der Spannungsverteilung längs der Wicklung, die mit Hilfe künstlich erzeugter Schwingungen (Röhrengenerator) von Frequenzen gleicher Größenordnung wie vor durchgeführt wurde. Es zeigte sich, daß die Verteilung bei Periodenzahlen bis etwa 15000 Hz sehr unregelmäßig war; lokale Resonanzen (durch Ungleichmäßigkeiten der Wicklung erklärbar) führten zu starken Spannungsteigerungen an einzelnen Spulen. Oberhalb von 25000 Hz wurde die Spannungsverteilungskurve zur Hyperbel und blieb mit weiter steigender Frequenz unverändert. Abb. 17 gibt zwei derartige Kurven wieder. — Das Ergebnis läßt sich also dahin zusammenfassen, daß für einen Transformator Schwingungen niederer Frequenz, wie sie durch einen Lichtbogen in verschiedenen Dielektrika entstehen, weit gefährlicher sein können als solche hoher Frequenz (Wellen mit steiler Stirn), und zwar infolge der dabei sich ausbildenden hohen longitudinalen Überspannungen an einzelnen Spulengruppen. (J. Fallou, Rev. Gén. de l'El. Bd. 21, S. 323.) *nkl*

Allgemeiner Maschinenbau.

Anfressungen an Kondensatorrohren. — Nach Charles A. Parsons, dem Erfinder der Parsons-Dampfturbine, findet das allgemein bekannte Problem der Anfressung von Kondensatorrohren immer noch keine ausreichende Erklärung, obgleich viele Versuche gemacht worden seien, es zu überwinden. Entsprechend der Theorie, daß die Ursache der Anfressungen elektrolytischer Natur sei, wurden gegenelektromotorische Kräfte angewendet, um die elektrolytische Wirkung aufzuheben; entsprechend der anderen Theorie, daß die Ursache chemischer Natur sei, wurden asphalthaltige Anstriche oder Schutz durch einen Niederschlag von Oxyd versucht. Alle diese Maßnahmen haben sich als Scheinmittel oder noch weniger als das erwiesen. In einigen wenigen Fällen wurden teuere Materialien, wie Kupfernickel oder Monelmetall verwendet. Seit vielen Jahren werden die Eintrittsöffnungen der Kondensatorrohre ausgerundet, um einen glatten Eintritt des Wassers in die Rohre zu erzielen. Es wird behauptet, daß dadurch Kontraktion des Wassers an den scharfen Rohrenden vermieden wird und damit das Freiwerden von Sauerstoff und anderer im Wasser eingeschlossener Gase, die die Rohre am Eintrittsende angreifen könnten. In den meisten Fällen wurde beobachtet, daß gewisse Rohre durch Erosion ausgewaschen, durch Korrosion angefressen, punktförmig genarbt oder gar durchlöchert waren, aber immer oder fast immer von der Wasserseite ausgehend. Die Wirkung ist gewöhnlich auf Rohre in gewissen Feldern des Rohrbündel beschränkt und wenn solche Rohre aus dem alten Vorrat erneuert werden, so werden sie ebenso schnell wieder angefressen, während die gleichen Rohre in anderen Feldern des Rohrbündels nicht leiden, so daß es scheint, als ob in gewissen Feldern die Bedingungen für Auswaschen oder Zerfressen der Rohre besonders günstig seien. Ferner scheint die Wirkung am Eintrittsende der Rohre am größten zu sein und sich oft nur auf wenige Dezimeter von der Mündung aus zu erstrecken. Diese Tatsachen scheinen darauf hinzudeuten, daß die Ursache der Kondensatorrohr-Anfressungen eher hydrodynamischer als elektrischer oder chemischer Natur sei und die auf Grund dieser Erkenntnis vorgenommenen Versuche scheinen zu zeigen, daß die Felder, wo Auswaschungen oder Anfressungen vorkommen, im Zusammenhang mit Wirbelfeldern der Wasserströmung in den Wasserkammern des Kondensators stehen.

Die Versuche wurden zunächst mit einem kleinen Rohrbündel aus einigen Rohren von 4,5 m Länge, dem eine Wasserkammer mit einem beweglichen Einbau und tangentialem Eintritt vorgeschaltet war, begonnen. Der Anfang der Rohre war aus Glas hergestellt und die Wasserkammer war mit Glasscheiben versehen, so daß der in ihr durch den tangentialen Wassereintritt erzeugte Wirbel nach Belieben vor jedes einzelne der mittleren Rohre gelenkt werden konnte. Die Wassergeschwindigkeit am Eintritt in die Wasserkammer und beim Eintritt in die Rohre betrug, wie bei gewöhnlichen Kondensatoren üblich, 2,5 m/s. Wurde mit Hilfe dieser Einrichtung

ein Wirbel über eines der Rohre gelenkt, so wurde beobachtet:

der Wirbel wird in die Rohrmündung hineingezogen;
die Strömung wird zeitweise unterbrochen;
der Hohlraum des Wirbels wird jeden Augenblick durch das Beharrungsvermögen des im Rohr befindlichen Wassers vermehrt;
jeden Augenblick tritt ein hohler Wirbel in das Rohr ein und bricht bald darauf unregelmäßig an verschiedenen Stellen des Rohres zusammen;
jeden Augenblick erscheinen silberglänzende Fransen um die Eintrittskanten der Rohre;
endlich zerspaltet sich der Wirbelfaden in mehrere und tritt in verschiedene Rohre ein.

Alsdann wurde der Versuch weitergeführt, der bewegliche Wasserkammer-Einbau mechanisch angetrieben und die Glasrohre wurden durch Messingrohre ersetzt. Nach 1450 h Dauerversuch wurden die Rohre zur Besichtigung aufgeschnitten. Bei allen Rohren wurden Aushöhlungen beobachtet, die sich von einigen Millimetern bis zu mehreren Zentimetern vom Eintritt aus erstreckten. Im übrigen waren die Rohre nicht angegriffen. Diese Versuche sollen fortgesetzt werden.

Um das Verhalten der feldweisen Störungen zu untersuchen, wurde eine Wasserkammer mit Glasfenster in etwa ¼ Naturgröße mit 100 Rohren von 16 mm Dmr. zu Versuchen benutzt, wobei die Rohre frei ausmündeten und seitlich auseinandergezogen waren, damit Unregelmäßigkeiten in der Strömung jedes einzelnen Rohres entdeckt werden konnten. In der Tat zeigten sich feldweise Störungen durch Wirbel, die von Rohr zu Rohr wanderten.

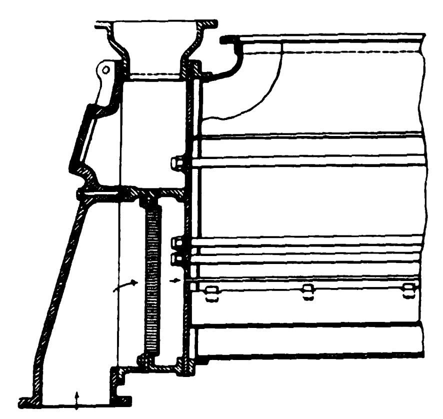


Abb. 18. Wasserkammer eines Kondensators mit eingebautem Rost zur Beruhigung der Wasserströmungen.

Schließlich schlägt Parsons auf Grund dieser Versuche vor, die Wirbelbildung durch Erweitern des Rohranschlusses an die Wasserkammer oder durch in die Eintrittswasserkammern eingebaute Roste zu mildern. Abb. 18. Im Gegensatz zu Parsons ist auf Grund ähnlicher Versuche von anderer Seite festgestellt worden, daß Auswaschungen auch bei lufthaltigem Kühlwasser nur bei sehr großen Wassergeschwindigkeiten, wie sie bei gewöhnlichen Kondensatoren nicht üblich sind, auftreten[1]. Tatsächlich ist eine große Anzahl von Kondensatoren mit Wassergeschwindigkeiten von 1,8 bis 2,4 m/s seit vielen Jahren in Betrieb, ohne daß bisher Auswaschungen vorgekommen sind.

Nicht berührt hat Parsons die Erklärung sowohl der punktförmigen als auch allgemeiner flächenhafter Anfressungen durch Fremdströme (vagabundierende Ströme), die von schlecht isolierten elektrischen Anlagen herrühren. Fremdströme sind in den allermeisten Fällen die Ursachen der Kondensatorrohr-Anfressungen. In allen Fällen, in denen es gelungen ist, die Fremdströme, die oft nicht leicht auffindbar waren, zu beseitigen, haben die Rohranfressungen regelmäßig sofort aufgehört[2]. (Ch. A. Parsons, Engg. Bd. 123, S. 433.) *ie*

Werkstatt und Baustoffe.

Die Umwandlung des gehärteten Stahles beim Anlassen. — Aus dem Gesamtergebnis von vorliegenden älteren Versuchsverfahren kann der Schluß gezogen werden, daß während des Anlassens des Stahles auf blaue Anlaßfarbe mehrere verschiedene Zustandsänderungen im Stahl nacheinander eintreten, und zwar sind folgende Umwandlungstemperaturen anzunehmen:

1. eine Umwandlung zwischen 95 und 150°,
2. eine Umwandlung bei 250 bis 300°,
3. mindestens noch eine weitere Umwandlung bei 300 bis 400°.

Zur Nachprüfung dieser Angaben unternahmen die Verfasser Untersuchungen der Vorgänge durch Messen der Längenänderung während des Anlassens und benutzten hierzu Stahlrundstäbe von 150 mm Länge und 10 mm Dmr. Durch einen Vorversuch wurde festgestellt, daß unter 75° irreversible Längenänderungen nicht eintreten. Somit wurde bei einer Temperatur von 60° begonnen. Zwischen 95 und 115° tritt eine Verkürzung ein. Alsdann wurde sehr allmählich weiter erhitzt und bei eintretender Längenänderung die Temperatur jedesmal so lange konstant gehalten, bis eine weitere Längenänderung nicht mehr eintrat.

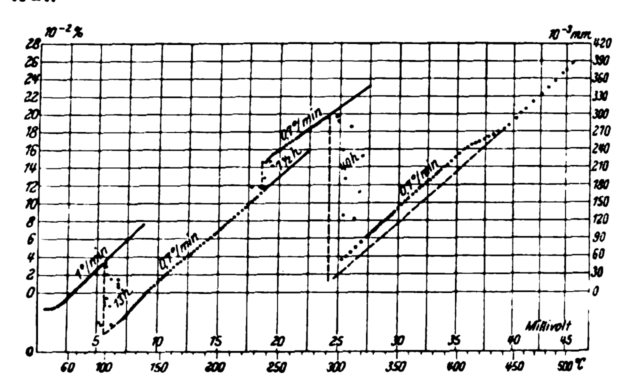


Abb. 19. Längenänderung von Kohlenstoffstahl während des Anlassens bei vollständiger Einstellung des metastabilen Gleichgewichts.

Wie Abb. 19 zeigt, ergeben die Messungen eine Kurve, die bis 550° bei drei Temperaturen eine unstetige, irreversible Änderung zeigt, nämlich bei rd. 100, 235 und 300°. Zwischen diesen Temperaturen verläuft die Kurve stetig, aber jedesmal mit einer etwas anderen Neigung. Der Stahl ändert also bei den genannten Temperaturen der unstetigen Kurvenänderung zugleich seine Wärmeausdehnungszahl. Durch Versuche mit Proben von verschiedenem Kohlenstoffgehalt wurde ermittelt, daß die Unstetigkeiten stets bei denselben Temperaturen eintreten, aber daß die Kontraktion bzw. Dilatation je nach dem Kohlenstoffgehalt verschiedene Größe annimmt. Es wurde ferner festgestellt, daß die Längenänderungen unabhängig von der Form des Querschnitts und proportional der Länge der Stäbe sind. Daraus, daß diese Punkte bei verschiedenen Kohlenstoffgehalten bei den gleichen Temperaturen einsetzen, muß gefolgert werden, daß es sich nicht etwa um Auslösung von Härtespannungen der Stähle handelt, denn da die mechanischen Eigenschaften der Stähle entsprechend dem Kohlenstoffgehalt verschieden sind, müßten verschiedene Lagen der Kontraktions- bzw. der Dilatationstemperatur gefunden werden, falls Auslösungen von Wärmespannungen durch Anlassen die Ursache der Längenänderungen wären.

Besondere chemische Eigenschaften der über 100° angelassenen Stähle veranlaßten die Verfasser zu der Hypothese, daß der Träger einer hierbei auftretenden Phase ein besonderes vom Zementit und auch von der Hanemann-Schraderschen η-Phase verschiedenes Karbid ist, welches als ζ-Phase bezeichnet wird. Aus den Versuchen ergab sich dann die weitere Hypothese, daß der Austenit bei der Zersetzung während des Anlassens in ein heterogenes Gemenge zerfällt, das als kennzeichnenden Bestandteil ebenfalls die ζ-Phase enthält. Somit ergibt sich folgende Übersicht über die Anlaßvorgänge:

nach dem Abschrecken: γ-Eisen + Martensit,
nach der Umwandlung von 100°: ζ + γ-Eisen,
nach der Umwandlung von 235°: ζ-Eisen,
nach der Umwandlung von 300°: α-Eisen + Eisenkarbid.

Die Brinellhärte des Stahles fällt bei jeder der drei Umwandlungen. Die Schlußfolgerungen dieser Versuche sind nun die folgenden:

Schon eine Anlaßtemperatur von 100° hat einen tiefgehenden Einfluß auf gehärteten Stahl. Bei einer Einwirkungszeit von etwa 14 h wird durch die Hitze des kochenden Wassers der Härtungszustand eines Kohlen-

[1] Ulick R. Evans, deutsch von Dr. Ing. Emil Honegger, „Die Korrosion der Metalle."
[2] Lasche-Kieser, „Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbo-Dynamos", 3. Auflage.

stoffstahles grundlegend verändert. Wenn ein Stahl bei dieser Temperatur etwa 14 h gehalten ist, so daß die Martensit-Umwandlung in die ζ-Phase vollendet ist, so wird er nach der Abkühlung bei Zimmertemperatur volumenbeständig sein und auch bei Erwärmungen bis auf 200° keine bleibende Formveränderung annehmen. Für Werkzeuge sind je nach ihrem Verwendungszweck Anlaßtemperaturen von 200 bis 300° üblich. Die Anlaßdauer ist aber in der Praxis herkömmlicherweise nicht derartig, daß bei den höheren Temperaturen die Umwandlung ζ→α-Eisen + Zementit annäherungsweise vollständig verlaufen kann. Daraus ist zu schließen, daß der praktisch für Werkzeugstähle erwünschte Anlaßzustand hauptsächlich aus der ζ-Phase besteht, z. T. gemischt mit Austenit oder mit α-Eisen + Zementit. Will man einen gehärteten Stahl auch für Temperaturen über 280° volumenbeständig machen, ist eine Anlaßtemperatur von 400° notwendig. (H. Hanemann u. L. Traeger, St. u. E., Bd. 46, S. 1508.) *Ill.*

Verschiedenes.

Schraubennormen. — Die in enger Zusammenarbeit mit Herstellern und Verbrauchern im Deutschen Normenausschuß aufgestellten Normen über Schrauben, Muttern, Scheiben, Sicherungen, Splinte, Schraubenschlüssel, Verschraubungen usw. sind heute in der deutschen Industrie bereits auf breitester Basis eingeführt. Insbesondere die Großindustrie legte besonderen Wert auf die recht schnelle Einführung der Normen in die Praxis, um zu einer austauschbaren Fertigung und zu einer Verringerung der Lagerhaltung zu kommen. Trotz der für Hersteller und Verbraucher aus der Normung erwachsenden Vorteile ist erstaunlich, daß es auch heute noch viele Firmen, besonders kleinere Betriebe gibt, welche die mit der Normung beabsichtigten Vorteile noch nicht erkannt haben. Vielfach werden noch Schrauben und Muttern mit ganz geringen Abweichungen von den Normenabmessungen, zum Teil aber auch mit ganz abnormalen Abmessungen verlangt, die von einigen Herstellern auch gern ausgeführt werden, um den Verbraucher als Kunden nicht zu verlieren. Die volle Auswertung der Normen kann aber nur dann erreicht werden, wenn sich Verbraucher und Hersteller hinter die Normen stellen. *of*

Neue Normblätter des DNA. — Rohrleitungen: DIN 2650 Lose Flansche mit Bund für Nenndruck 1, Betriebsdrücke: W 1, G 1 — 2651 Lose Flansche mit Bund für Nenndruck 2,5, Betriebsdrücke: W 2,5, G 2 — 2652 Lose Flansche mit Bund für Nenndruck 6, Betriebsdrücke: W 6, G 5 — 2653 Lose Flansche mit Bund für Nenndruck 10, Betriebsdrücke: W 10, G 8 — 2654 Lose Flansche mit Bund für Nenndruck 16, Betriebsdrücke: W 16, G 13, H 13.

Bergbau: BERG 900 Rutschen, Rollenrutschen, Profile — 901 Rutschen, Hängerutsche, Profil — 902 Rutschen, feststehende Rutschen, Profile — 903 Rutschen, Hammerkopfschrauben für Rollenrutschen — 904 Rutschen, Bolzen und Keil für Hängerutsche nach DIN BERG 901 — 905 Rutschen, Schüttelrutschen-Preßluft-Motoren, Typen und Anschlußmaße — 906 Rutschen, Schüttelrutschen-Preßluft-Motoren, Gabelkopf und Anschlußmaße für Kolbenstange — 907 Rutschen, Schüttelrutschen, Keil und Bolzen für Gabelkopf und Schüttelrutsche — 1600 Wetterlutten, Einstecklutten — 1601 Wetterlutten, Lutten mit Bandverbindung — 1602 Wetterlutten, Muffenlutten — 1603 Wetterlutten, Flanschenlutte mit festem Bund und losem Flansch — 1604 Wetterlutten, Flachdichtung für Flanschenlutte mit festem Bund und losem Flansch —

Elektrotechnik: VDE 9000 Gummirohre, Rohre und Muffen —

Holzbearbeitungsmaschinen: VDH 2 Fräsmaschinen, Spindelköpfe — 3 Fräsmaschinen, Überwurfmuttern für Spindelköpfe — 4 Fräsdorne, kurz, zur Verwendung ohne Oberlager — 5 Fräsdorne, lang, zur Verwendung mit Oberlager — 7 Fräsdorne, Zwischenringe — 8 Fräsdorne, Scheibe — 9 Fräsdorne, Muttern —

Kraftfahrbau: Vornorm Kr K 62: Druckschmierköpfe für starren Anschluß, Richtlinien —

Luftfahrt: Vornorm L 14 Passungen, Auswahl, Übersicht

Geänderte Normblätter: Bauwesen: DIN 1072 Straßenbrücken, Belastungsannahmen (2. Ausgabe, geändert) —

Elektrotechnik: VDE 2 Betriebsspannungen elektrischer Starkstromanlagen (2. Ausgabe, Änderungen s. ETZ 1926, S. 1336) —

Kraftfahrbau: KrL 201 Felgenprofillehren für Wulstfelgen nach Kr W 113 (3. Ausgabe, geändert) — Kr L 204 Felgenbandmaße für Wulstfelgen nach Kr W 113 (4. Ausgabe, geändert) — Kr V 403 Bedienungshebel für Kraftwagen, Lage und Bewegung (2. Ausgabe, geändert) — Kr K 951 Winkelgelenke mit Schraubsicherung, Übersicht — Kr K 952 Kugelpfannen für Winkelgelenke nach Kr K 951 — Kr K 953 Kugelstopfen für Winkelgelenke nach Kr K 951.

Energiewirtschaft.

Die Elektrizitätsversorgung Luxemburgs. — Am 16. XII. 1927 hat die luxemburgische Kammer der Abgeordneten einer im November zwischen der Regierung und der Gesellschaft L'Electrification Industrielle, anc. Etablissements Loustau, Petit & Cie., Société Anonyme, Paris, abgeschlossenen Konvention zugestimmt, so daß nunmehr, nach fünfzehnjährigen Verhandlungen, die Grundlage für die Durchführung der Elektrizitätsversorgung Luxemburgs gegeben ist. Die Konvention war die Folge einer Submission, an der sich die belgische Centrales Electriques des Flandres, S. A., Brüssel, die Gruppe Soclair-Thüringer Gasgesellschaft und die französische Electrification Industrielle beteiligt hatten. Die augenblickliche Lage ist nun folgende:

Unter dem 11. IV. 1927 war zwischen der Großherzoglichen Regierung einerseits und den Gesellschaften Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), der Métallurgique des Terres Rouges, den Anciens Etablissements P. Würth, den Hauts-Fourneaux et Aciéries de Differdange, St. Ingbert, Rumelange, der S. A. d'Ougrée-Marihaye, Division de Rodange, der La Houve, S. A. de Mines et d'Electricité à Creutzwald, der Société Alsacienne et Lorraine d'Electricité à Strasbourg und der Société Electrique de la Sidérurgie Lorraine à Nancy, die sich auf Wunsch der Regierung zur Stromlieferung für das Großherzogtum zusammengeschlossen haben, andererseits, ein Vertrag zustande gekommen, der auch die Zustimmung des Staatsrats und der Kammer gefunden hat und demgemäß rechtsgültig geworden ist. In diesem auf 10 Jahre abgeschlossenen Vertrag verpflichten sich die genannten Werke der Hüttenindustrie bzw. der Elektrizitätswirtschaft der luxemburgischen Regierung den von ihr benötigten Strom zu gewissen Preisen zu liefern, die von dem Preis der Kohle abhängig sind.

Die für die Regierung aus dem Vertrag sich ergebenden Rechte und Pflichten überträgt sie auf den Konzessionär für die Stromlieferung, d. h. die von der Firma L'Electrification Industrielle zu diesem Zweck gegründete luxemburgische Gesellschaft (50 Mill. belg. Fr Aktienkapital[1]). Letztere hat sich verpflichtet, sämtliche Orte des Großherzogtums innerhalb dreier Jahre an das von ihr zu erbauende Stromlieferungsnetz anzuschließen, wenn an sie ein dahingehendes Ersuchen gerichtet wird. An dieser Gesellschaft beteiligt sich der luxemburgische Staat dadurch, daß er ihr ein Kapital von 25 Mill. belg. Fr zur Verfügung stellt, welches während der ersten sechs Jahre unverzinslich ist. Die Stromlieferungsgesellschaft verfügt somit über 75 Mill. belg. Fr, während sie garantiert, daß die Herstellungskosten des Verteilungsnetzes 96 Mill. belg. Fr nicht übersteigen. Die vorhandenen Verteilungsnetze der Städte Luxemburg und Esch bleiben bestehen; diese Werke sind jedoch verpflichtet, den Strom von der neuen Gesellschaft zu beziehen.

Der Tarif sieht verschiedene Preise für einen Bedarf von mehr als 10 000 kWh und von weniger als 10 000 kWh vor, ebenso für die öffentliche Beleuchtung und den Kraftstrom. Für die Beleuchtung hat der Abnehmer die Wahl zwischen zwei Formeln: 0,6 Fr + den Preis von 7 kg Kohle für 1 kWh, oder eine Monatstaxe von 2 Fr/kWh + den Preis von 5 kg Kohle für jede verbrauchte Kilowattstunde. Für die Kleinkraft sind die beiden entsprechenden Formeln: 0,3 Fr + 3,5 kg Kohle oder 8 Fr/kWh + 3,5 kg Kohle. Bei Einführung des Goldfrankens kann der Preis nicht unter 0,38 Fr für Beleuchtung bzw. 0,19 Fr für Kleinkraft heruntergehen.

Für die elektrischen Zentralen von Luxemburg, Esch, für das interkommunale Syndikat der Straßenbahnen im Kanton Esch und für die interkommunale Wasserleitung sind Spezialtarife vorgesehen. Die Dauer des Vertrags beträgt zunächst 30 Jahre. Nach dieser Zeit übernimmt der Staat die Einrichtungen zu den im Vertrag festgesetzten Preisen; doch kann der Vertrag auch verlängert werden.

Aus einem die Elektrisierung des Großherzogtums mehr von der finanziellen Seite aus behandelnden Artikel der Frankf. Zg.[2] geht hervor, daß der Unternehmer eine stetige Stromlieferung zu allen Tages- und Nachtstunden

[1] 1 RM = 8,5 bis 8,6 belg. Papierfr.
[2] 1928, Nr. 1.



garantiert und die technische Leitung bis zum Ablauf der Konzession beibehalten muß, damit er an einer tadellosen Herstellung der Anlagen interessiert bleibt. Letztere sollen nach den Vorschriften des VDE ausgeführt werden. Zunächst wird mit 26 Mill. kWh Jahresverbrauch, nach sechs Jahren mit 50 und nach zwölf Jahren mit 77 Mill. kWh gerechnet. Voranschläge der Regierungsbureaus ergeben allerdings nur 25 Mill. kWh im Durchschnitt.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Im Jahresbericht der Industrie- und Handelskammer des Ruhrbezirks werden von Oberbürgermeister a. D. Plaßmann, Essen, folgende Ziffern für die Entwicklung der Maschinenleistung und des Stromabsatzes verschiedener Werke seit 1910 genannt:

Jahr	RWE	VEW	Mark	Fortuna
	Maschinenleistung in kW			
1910	57 250	51 434	13 750	—
1925	471 655	175 650	99 215	120 000
	Verkaufte Arbeit in Mill. kWh			
1910	121,8	63,8	21,2	—
1925	1153,0	270,6	154,7	214,0

Wir haben kürzlich auf ein von dem RWE der Rhein-Main-Donau A. G. gemachtes Angebot hingewiesen, das sich auf die Abnahme von Strom aus den Main-Kraftstufen bezog. Nunmehr ist das Bayernwerk von der Staatsregierung veranlaßt worden, an Stelle des RWE in den Vertrag mit der Rhein-Main-Donau A. G. einzutreten. Nach dem seitens des Bayernwerks bereits vollzogenen Abkommen trägt dieses, wie die Elgawe schreibt, den gesamten Zins- und Amortisationsdienst der Rhein-Main-Donau A. G. und zahlt alle Betriebskosten und Steuern in den ersten 25 Jahren. Vom 26. Jahr an hat es außer den Betriebskosten jährlich einen kleinen Pauschalbetrag an die Rhein-Main-Donau A. G. zu entrichten. Bis zum 26. Jahre soll sich der Preis der Mainstufenarbeit auf etwa 2¼ Pf/kWh stellen. Nach diesem Zeitpunkt wird er zu ¼ bis ½ Pf geschätzt. Den Verlust für das Bayernwerk aus den zunächst zu errichtenden drei Kraftwerken beziffert die Frankf. Zg. auf jährlich je 0,5 Mill. RM, die der bayerische Staat zu decken sich verpflichtet hat.

Die Landkraftwerke Leipzig A. G., Kulkwitz, verzeichnen für 1926/27 eine Erhöhung des Gesamtanschlußwertes von 153 146 auf 164 764 kW oder um 7,6 % gegenüber dem Vorjahr. Die nutzbare Stromabgabe betrug 65,219 Mill. kWh (64,892 i. V.), wovon 87,2 % auf Hochspannung und 12,8 % auf Niederspannung entfielen. Das Kraftwerk Kulkwitz verfügt nach der Erweiterung nunmehr über 30 000 kW Maschinenleistung. Seit Juni 1927 arbeitet auch das vom sächsischen Staat errichtete Wasserkraftwerk Wurzen auf das Leitungsnetz der Berichterstatterin. Der Stromabsatz im Gebiet der Licht- und Kraft G. m. b. H., Borna, ist auf 9,527 Mill. kWh angewachsen. Die Einnahmen aus Stromlieferung usw. betrugen 6 380 744 RM (5 464 414 i. V.), der Reingewinn 1 014 326 RM (1 016 567 i. V.) und die Dividende wieder 6 % auf 16 Mill. RM Stammaktienkapital.

Die Überlandwerk Jagstkreis A. G., Ellwangen, teilt in ihrem Geschäftsbericht für 1926/27, dem sie einen Plan der Höchstspannungsleitungen Württembergs beigegeben hat, mit, daß im Februar 1927 der Strombezug vom Bayernwerk über die Württ. Landes-Elektrizitäts-A. G. aufgenommen werden konnte. Von der Württ. Sammelschienen-A. G., Stuttgart, bezieht die Gesellschaft über das von ihr mit letzterer errichtete Umspannwerk Kupferzell[1] Reserve- und Spitzenstrom. Der nunmehr fertige Zusammenschluß mit der Wlag und Wusag erlaubt es, gleichzeitig von zwei großen Werken Strom zu beziehen und sichert, zusammen mit dem eigenen Kraftwerk der Berichterstatterin, die Belieferung der Abnehmer nach Möglichkeit. Die nach Aalen führende 60 kV-Leitung ist nach Gmünd verlängert worden und wird vorläufig mit 20 kV betrieben. Nach dem Umbau der 15 kV-Leitung nach Nördlingen auf 20 kV kann das bayerische Versorgungsgebiet künftig durch einen besonders leistungsfähigen 20 kV-Ring zweiseitig versorgt werden. Der Anschlußwert des Unternehmens ist auf 55 323 kW (52 854 i. V.), die Erzeugung von 20,448 auf 26,736, der Verkauf von 15,535 auf 20,916 Mill. kWh und die abgegebene Höchstleistung von 7300 auf 8500 kW gestiegen. Mit den Vereinigten Bühler- und Kocher-Elektrizitätswerken wurde ein neues langfristiges Stromlieferungsabkommen getroffen. Die Einnahmen aus Betrieb usw. ergaben 3 615 625 RM (2 902 057 i. V.). Zuzüglich des Vortrags stellte sich der Reingewinn auf 372 172 RM (269 688 i. V.); aus ihm hat die Gesellschaft 8 % Dividende auf 4 Mill. RM Aktienkapital ausgeschüttet (6 % i. V.).

Das Ergebnis der Geraer Elektrizitätswerk- und Straßenbahn-A. G., Gera, im Geschäftsjahr 1926/27 wird als befriedigend bezeichnet. Die Erzeugung betrug 13,034 Mill. kWh oder 14 % mehr als 1925/26 (11,393 Mill. kWh) und die nutzbare Stromabgabe 10,546 Mill. kWh (8,982 i. V.). Der Anschlußwert hat sich von 13 500 auf 14 300 kW erhöht.

Wie uns die Landelektrizität G. m. b. H., Halle a. S., der zwölf Elektrizitätsgenossenschaften, der Provinzialverband der Provinz Sachsen zu Merseburg, die Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen in Halle a. S. und der Verband der landwirtschaftlichen Genossenschaften e. V. angehören, mitteilt, gelangte für 1926/27 eine Dividende von 8 % zur Verteilung.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1920.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1038, 1160.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12

Kommission für Fernmeldetechnik.

Auf Vorstandsbeschluß wird in den am 1. Januar 1928 in Kraft getretenen

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anodenbatterien

in § 3 „Aufschrift" die Angabe von Woche und Jahr der Herstellung geändert in „Monat und Jahr der Herstellung".

Diese Änderung tritt mit dem Tage ihrer Ankündigung in Kraft.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Der Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad gibt nachstehend den Entwurf der

„Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad elektrischer Anlagen"

bekannt, der der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt werden soll.

Einsprüche sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 15. März 1928 an die Geschäftsstelle zu richten.

Einführung.

In der Jahresversammlung in Hannover im Jahre 1920 wurde dem Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad die Aufgabe zugewiesen, übergeordnete Vorschriften herauszugeben, nach denen sich die Sicherheit unserer elektrischen Hochspannungsanlagen zu richten hat. Es sollte dadurch einerseits erzielt werden, daß diese Anlagen in ihrer Gesamtheit den Sicherheitsgrad erreichen, der durch die heutigen scharfen Anforderungen des Betriebes benötigt wird, und andererseits, daß die einzelnen Teile der Anlagen, wie Transformatoren, Schalter, Isolatoren und andere Geräte, in ihrer elektrischen Sicherheit richtig gegeneinander abgestimmt sind, um bei guter Wirtschaftlichkeit des Ganzen die höchstmögliche Gesamtsicherheit für die Anlage zu gewährleisten. Nur durch solche übergeordneten Vorschriften läßt es sich auch erreichen, bestehende Netze nachträglich zusammenzuschalten, ohne daß das jeweils schwächere Netz von dauernden Betriebstörungen heimgesucht wird.

Die nunmehr in ihrem Hauptteil abgeschlossenen Arbeiten des Ausschusses erstrecken sich über eine größere Zahl von Jahren. Es ist in der Zwischenzeit durch Fühlungnahme mit anderen Ausschüssen gelungen, deren verschiedenartige Vorschriften in ihren wichtigsten Punkten

in Übereinstimmung zu bringen, so daß beim Inkrafttreten der hiernach veröffentlichten einheitlichen Gesichtspunkte keine wesentlichen Änderungen der jetzigen Einzelbestimmungen mehr erforderlich sind. Insbesondere gilt dies von den Regeln für elektrische Hochspannungsgeräte, deren Spannungs-Prüfvorschriften gemeinsam mit diesem Ausschuß behandelt wurden.

Im Anfang gingen die Meinungen stark auseinander, welchem Teile der Anlage der höhere Sicherheitsgrad zukommen müsse, ob den Maschinen- und Transformatoranlagen, die lange dauernde Reparaturen erfordern, oder den Schaltanlagen, die das Herz der Betriebsführung darstellen und daher fast unersetzlich sind, oder der Fernleitungsanlage, bei der Störungen oft schwer aufzufinden und zu beseitigen sind. Man einigte sich schließlich dahin, für sämtliche Teile einer leitend zusammenhängenden Anlage den gleichen Sicherheitsfaktor vorzuschreiben, der nunmehr nur noch von der Höhe der Spannung der Anlage abhängig ist. Die absolute Höhe der Prüfspannung und Überschlagspannung aller Art von Isolatoren wurde gegenüber der früher üblichen erheblich heraufgesetzt, insbesondere weil eine Reihe von Elektrizitätswerken die Erfahrung gemacht hatte, daß ihre Betriebsicherheit um ein Vielfaches gesteigert wird, wenn der Sicherheitsfaktor auch nur etwas vergrößert wurde.

Im Abschnitt I ist der Geltungsbereich der Vorschriften umschrieben, die sich auf sämtliche Teile von elektrischen Anlagen beziehen, die der elektrischen Spannungsbeanspruchung unterworfen sind. Als untere Spannungsgrenze ist 1 kV festgelegt.

Bei der Diskussion der Prüf- und Sicherheitsvorschriften der elektrischen Anlagen im In- und Auslande zeigte es sich, daß eine klare Definition der Begriffe notwendig ist, wie z. B. Prüfspannung, Prüfgrad, Überschlagspannung, Sicherheitsgrad usw., um dauernde gegenseitige Mißverständnisse zu vermeiden. Diese Begriffsbestimmungen finden sich im Abschnitt II.

Abschnitt III enthält eine Reihe allgemeiner Bestimmungen, die bei der Prüfung der Geräte oder beim Bau und bei der Auswahl der Geräte für eine ganze Anlage zu beachten sind.

In Abschnitt IV sind die Zahlenwerte für die Prüfspannung und Überschlagspannung angegeben und die damit in Zusammenhang stehenden Gesichtspunkte niedergelegt.

Gemäß der Festlegung eines einheitlichen Sicherheitsgrades ist für Innenisolatoren und Freiluft-Außenisolatoren die gleiche Prüfspannung vorgeschrieben, die sich bei Innenisolatoren auf trockenen, bei Außenisolatoren auf nassen Zustand bezieht. Für die Steigerung der Spannung bei der Prüfung sind grundsätzliche Regeln ausgearbeitet, um es zu ermöglichen, daß die vielfach voneinander abweichenden praktischen Gebräuche sich vereinheitlichen.

Für die richtige Abstimmung der Isolierfestigkeit bei sternpunktgeerdeten Drehstromanlagen und bei einpolig geerdeten Einphasenanlagen im Verhältnis zu der Isolierfestigkeit der vorwiegend üblichen Drehstromanlagen mit isoliertem Sternpunkt bestanden bisher verschiedene Meinungen. Es ist in diesen Vorschriften ein einheitliches Schema zur Beurteilung dieser Verhältnisse niedergelegt und durch eine längere Anmerkung erläutert. Ferner ist auf einige Punkte hingewiesen, für die weitere Vorschriften in Vorbereitung sind, wie z. B. die Größe der Prüftransformatoren, die Hochfrequenz- und Stoßprobe für Isolatoren, die Isolierfestigkeit von Hochspannungsanlagen für Gleichstrom. Für diese Gebiete setzt der Ausschuß seine Arbeiten fort.

Nur für eine einzige Frage, die in § 9 niedergelegt ist, hat sich keine Einstimmigkeit im Ausschuß erzielen lassen, nämlich ob es nötig ist, die Innenisolation von Schaltgeräten und Meßwandlern unter allen Umständen elektrisch fester auszuführen als die Außenisolation. Es wird deshalb der Öffentlichkeit anheimgestellt, sich hierzu zu äußern. Der eine Teil der Ausschußmitglieder ist der Ansicht, daß es genügt, die Innenisolierung so fest zu machen, daß die nunmehr festgelegte hohe Überschlagspannung nach § 14 auf keinen Fall einen inneren Durchschlag hervorrufen kann. Der andere Teil glaubt, daß dies noch nicht ausreichend ist, sondern daß die Innenisolierung so stark sein muß, daß auch eine wesentlich erhöhte äußere Überschlagspannung, die beispielsweise Freiluftapparate bei trockenem Wetter zeigen, trotzdem nicht zum inneren Durchschlag führen darf. In dem Wortlaut § 9 b empfiehlt dieser Teil der Ausschußmitglieder, parallele Funkenstrecken an jedem Freiluftgerät anzubringen, damit die tatsächliche Innenisolierung nicht über alle Maßen gesteigert werden muß.

Zum Schluß ist noch darauf hingewiesen, daß es nicht verlangt werden soll, eine fertig erstellte Anlage mit den hohen nunmehr vorgeschriebenen Geräteprüfspannungen zu prüfen. Dies ist im allgemeinen auch mangels Prüfmittel gar nicht durchführbar. Dagegen wird eine Anlagenprüfspannung angegeben, mit der die gesamte Anlage zur Feststellung grober Fehler nach ihrer Errichtung geprüft werden kann.

Entwurf.

Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad elektrischer Anlagen.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungstermin.

Die Vorschriften treten am 1. Januar 1929 in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

Die Vorschriften beziehen sich auf elektrische Anlagen von 1 kV an. Ihnen unterliegen alle der Betriebspannung ausgesetzten Teile der Anlage, also Isolatoren, wie Freileitungsisolatoren, Stützer, Durchführungen, Endverschlüsse, Leitungsausführungen von Maschinen und Transformatoren; ferner ganze Apparate, wie Schalter, Strom- und Spannungswandler, Kurzschlußdrosselspulen, Überspannungsschutzapparate usw.

Unter besondere Vorschriften fallen die Wicklungen der Maschinen und Transformatoren sowie isolierte Leitungen, Kabel mit ihren Muffen und Kondensatoren.

§ 3.

Die Prüfvorschriften beziehen sich auf neues Material vor dem Einbau. Die Prüfung soll nach Möglichkeit beim Hersteller erfolgen. Die *gesamte* Schalt- oder Leitungsanlage braucht nicht der vollen Prüfspannung unterworfen zu werden.

II. Begriffsbestimmungen.

§ 4.

Als *Prüfspannung* wird der Wert der Spannung bezeichnet, die dem zu prüfenden Gegenstand entsprechend den nachstehenden Bestimmungen nach beendeter Herstellung aufgedrückt wird.

Überschlagspannung ist der Spannungswert, der bei allmählicher Steigerung der Spannung zum Überschlag in Luft außerhalb des Isoliermaterials führt.

Durchschlagspannung ist der Spannungswert, der bei allmählicher Steigerung der Spannung zum Durchschlag innerhalb des Isoliermaterials führt.

Zur Feststellung der Durchschlagspannung ist es meist erforderlich, den zu prüfenden Gegenstand in ein elektrisch festeres Isoliermaterial als Luft einzubetten.

Der *Prüfgrad* ist das Verhältnis der Prüfspannung zur Nennspannung U.

Der *Überschlaggrad* eines Isolators oder Apparates ist das Verhältnis der Überschlagspannung zu seiner Nennspannung.

Der *Sicherheitsgrad der Anlage* ist das Verhältnis der geringsten Überschlagspannung irgendeiner Stelle der ganzen Anlage zu ihrer Betriebspannung.

Alle diese Angaben beziehen sich auf den Effektivwert der sinusförmigen Spannung von der Frequenz 50 Per/s.

III. Allgemeine Bestimmungen.

§ 5.

Die Prüfspannung wird nur auf die Nennspannung, jedoch nicht auf die Kraftwerk- oder Kurzschlußleistung der Anlage bezogen. Die einzelnen Geräte der Anlage müssen im allgemeinen mit der gleichen Spannung geprüft werden, auch wenn sie verschiedene Leistung, Größe oder Lage in der Anlage haben.

Die Gerätenennspannung darf nicht unter der Betriebspannung liegen. Es ist jedoch zulässig, gewisse Teile für höhere Prüfspannung auszuführen.

§ 6.

Die Prüfung der Innenraum- und Freiluftisolatoren und -geräte wird als Stückprüfung im trockenen Zustand ausgeführt. Die Prüfung der Freiluftisolatoren und -geräte unter Regen gilt im allgemeinen als Typenprüfung.



§ 7.

Die Prüfungen nach § 6 sind mit 50 Per/s vorzunehmen; außerdem sind Typenproben mit Sprung- oder Stoßwellen und gedämpften Hochfrequenzschwingungen nach Sondervorschriften auszuführen.

§ 8.

Bei der Prüfung ist das im Betrieb herrschende elektrostatische Feld nachzuahmen; insbesondere ist der im Betrieb an Erde liegende Teil zu erden.

§ 9.

a) Die Durchschlagspannung von Schaltgeräten und Meßwandlern mit fester oder flüssiger Isolation muß größer sein als der in § 14 festgesetzte Mindestwert der Überschlagspannung in Luft.

oder b) Die Durchschlagspannung von Schaltgeräten und Meßwandlern mit fester oder flüssiger Isolation muß größer sein als ihre wirkliche Überschlagspannung in Luft.

Für Schaltgeräte und Meßwandler in Freiluftanlagen wird empfohlen, eine Parallelfunkenstrecke zum Außenteil des Isolators zu legen.

§ 10.

Beim Überschlag von Isolatoren oder Apparaten dürfen stets nur geerdete Teile getroffen werden, dagegen niemals Teile eines anderen Netzes, das für sich gegen Erde isoliert ist. Die Isolation von Netz zu Netz muß daher an den gefährdeten Stellen stärker sein als die Isolation des Netzes mit der höheren Spannung zur Erde.

IV. Zahlenwerte.

§ 11.

Die Prüfspannung U_p beträgt:

Von 1 bis 2,5 kV $10\,U$

über 2,5 kV $2{,}2\,U + 20$ kV.

Bei Innenisolatoren bezieht sich die Prüfspannung auf trockenen Zustand, bei Freiluftisolatoren auch auf nassen Zustand.

Die Zahlenwerte der Prüfspannungen für die normalen Betriebspannungen zeigt die Tafel 1.

Tafel 1.
Prüfspannungen.

Stromart	Normale Betriebspannung V	Prüfspannung kV	Überschlagspannung kV
I. Gleichstrom	1 100	11	12
	1 500	15	16
	2 200	22	24
	3 000	26	29
II. Drehstrom von 50 Per/s	1 000	10	11
	3 000	26	29
	6 000	33	36
	10 000	42	46
	15 000	53	58
	20 000	64	70
	30 000	86	95
	45 000	119	131
	60 000	152	167
	80 000	196	216
	100 000	240	264
	150 000	350	385
	200 000	460	506
	300 000	680	748
III. Einphasenstrom von 16⅔ Per/s	6 000	33	36
	15 000	53	58
	30 000	86	95
	60 000	152	167
	100 000	240	264
	200 000	460	506

Die Werte der Tafel 1 gelten auch für Durchführungen von solchen Maschinen und Transformatoren, deren Nennspannung die in Tafel 1 stehende normale Betriebspannung bis zu 10 % überschreitet.

§ 12.

Die Dauer der Prüfung beträgt 1 min, sofern nicht Sonderbestimmungen eine längere Prüfdauer vorschreiben (z. B. „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen R.E.H/1928", § 69 und „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen VSK/1928", § 9).

Bei der Prüfung ist die Spannung allmählich auf den vollen Wert der Prüfspannung zu steigern.

Als Regel gilt:

1. Bei der Vornahme der Spannungsprüfung darf nur höchstens 50 % der Endspannung durch Einschalten mittels Schalters auf das Prüfobjekt gegeben werden.
2. Die Steigerung der Spannung vom halben Wert zum Endwert muß stetig oder in einzelnen Stufen von höchstens je 5 % der Endspannung erfolgen.
3. Die Zeit der Spannungsteigerung vom halben Wert bis zum Endwert soll nicht kleiner sein als 10 s.
4. Diese Regeln beziehen sich auf sämtliche Spannungsproben von Isolatoren und Apparaten, also nicht nur auf die Spannungsprüfung, sondern auch auf die Überschlag- und Durchschlagprüfung.

§ 13.

Für die Mindestleistung des Prüftransformators sind besondere Vorschriften in Vorbereitung.

§ 14.

Der Mindestwert der Überschlagspannung muß 10 % über der Prüfspannung liegen. Die Überschlagsprüfung gilt als Typenprobe. Sie bezieht sich bei Maschinen, Transformatoren und Spannungswandlern nur auf die Durchführungen. Die Zahlenwerte der Überschlagspannungen für die normalen Betriebspannungen zeigt die Tafel 1.

§ 15.

Gleitfunken längs der isolierenden Oberfläche dürfen bis zu Spannungen von $8\,U$ bzw. $1{,}75\,U + 15$ kV nicht auftreten. Bei Maschinen, Transformatoren und Spannungswandlern ist die Gleitfunkenprüfung nur mit den Durchführungen allein auszuführen.

Beim Steigern der Spannung wird die elektrische Festigkeit der umgebenden Luft im allgemeinen zuerst an scharfen Kanten der isolierten oder geerdeten Elektrode überschritten. Dies äußert sich in einem gleichmäßigen Glimmen der Luft, die diesen Kanten direkt benachbart ist. Bei weiterer Steigerung der Spannung können aus den Elektroden längere Büschel in die Luft oder Gleitfunken längs der Isolatoroberfläche herausschießen, die den anderen Pol nicht erreichen. Sie bilden keinen Überschlag, können aber den Isolator bei längerer Dauer beschädigen. Schließlich findet ein Funkenüberschlag von Elektrode zu Elektrode statt, der bei ausreichend starker Leistung der Spannungsquelle einen Kurzschlußlichtbogen bildet.

§ 16.

Die Naßprüfung von Freiluftisolatoren erfolgt bei Beregnung mit Wasser von 100 µS/cm (gleich 10 000 Ωcm), das mit einer Regenstärke von 3 mm/min unter 45° auffällt.

Die Prüfung erfolgt nach einer Vorberegnung ohne Spannung von 5 min Dauer.

§ 17.

Bei Drehstromanlagen mit Sternpunkterdung bis zu 100 kV Nennspannung gelten die gleichen Prüfspannungen wie bei Anlagen mit isoliertem Sternpunkt nach § 11. Bei Drehstromanlagen mit Sternpunkterdung über 100 kV Nennspannung ist die Prüfspannung im allgemeinen nach der Formel in § 11 aus dem 0,75-fachen der Betriebspannung zu berechnen.

Bei Verwendung von normalen Betriebspannungen gelten jedoch die Prüfspannungen nach Tafel 2.

Tafel 2.
Prüfspannungen für geerdete Anlagen.

Normale Betriebspannung V	Prüfspannung kV Dreiphasen Sternpunkt geerdet	Prüfspannung kV Einphasen einpolig geerdet
1 000	10	
3 000	26	
6 000	33	42
10 000	42	
15 000	53	64
20 000	64	
30 000	86	119
45 000	119	
60 000	152	
80 000	196	
100 000	240	
150 000	240	
200 000	350	
300 000	460	



§ 18.

Die Ausführung des betriebsmäßig kurz geerdeten Sternpunktes ist entsprechend $^1/_{10}$ der Nennspannung zu isolieren; Sternpunktleitungen, die nicht kurz geerdet sind, müssen für die volle Nennspannung des angeschlossenen Transformators isoliert werden.

§ 19.

Bei dauernder Erdung eines Poles ist im allgemeinen die Prüfspannung nach der Formel im § 11 aus dem 1,25-fachen der Betriebspannung zu berechnen. Bei Verwendung von normalen Betriebspannungen für Einphasenstrom gelten jedoch die Prüfspannungen nach Tafel 2.

Für die Höhe der Prüfspannung von Anlagen mit einpoliger Erdung oder mit Sternpunkterdung kommen folgende Gesichtspunkte in Betracht:

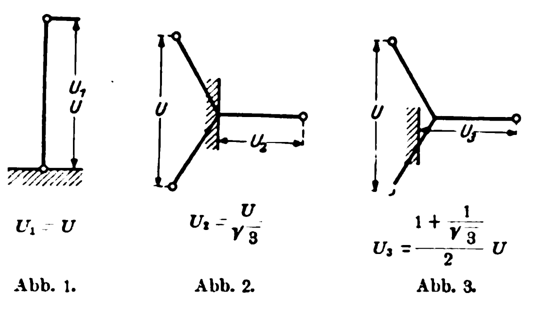


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Für einpolig geerdete einphasige Anlagen ist die auf die Isolation wirkende Spannung U_1 gleich der vollen Betriebspannung U. Es ist also entsprechend Abb. 1

$$U_1 = U.$$

Für sternpunktgeerdete Drehstromanlagen nach Abb. 2 wirkt auf die Isolation nur die Phasenspannung

$$U_2 = \frac{U}{\sqrt{3}}.$$

Bei sternpunktisolierten Drehstromanlagen nach Abb. 3 wirkt bei gesundem Betrieb mit symmetrischen Spannungsystemen nur die Phasenspannung auf die Isolation. Bei Erdschluß eines Poles wird die Isolation von der verketteten Spannung beansprucht, und da dieser Betrieb in jeder derartigen Anlage gelegentlich vorkommt, so muß man für die Isolierspannung einen Mittelwert aus verketteter und Phasenspannung nehmen, nämlich

$$U_3 = \frac{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}{2}\, U.$$

Bei einphasigen ungeerdeten Anlagen nach Abb. 4 wird die Isolation je nach symmetrischem oder unsymmetrischem Spannungsystem mit einem Mittelwert aus Nennspannung und halber Nennspannung beansprucht. Der Einfachheit halber soll mit demselben Mittelwert wie bei isolierten Drehstromanlagen, also

$$U_4 = U_3,$$

gerechnet werden.

Bei Drehstromanlagen mit dauernder einpoliger Erdung nach Abb. 5 wird die Isolation mit der vollen verketteten Spannung

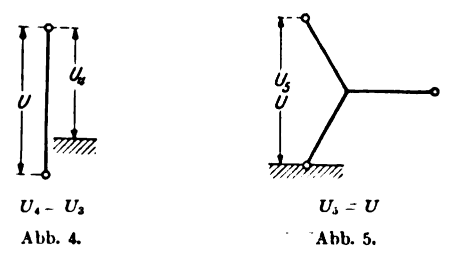


Abb. 4. Abb. 5.

$$U_5 = U$$

beansprucht.

Als Richtwert für die Isolation von einpolig geerdeten Einphasen- oder Drehstromanlagen im Vergleich zu isolierten Drehstromanlagen gilt daher das Verhältnis

$$\frac{U_1}{U_3} = \frac{U_5}{U_3} = \frac{2}{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{1 + \sqrt{3}} = 1{,}26.$$

Als Richtwert für die Isolation von sternpunktgeerdeten Drehstromanlagen im Vergleich zu isolierten Drehstromanlagen gilt das Verhältnis

$$\frac{U_2}{U_3} = \frac{2}{1 + \sqrt{3}} = 0{,}74.$$

Diese Zahlenverhältnisse entsprechen im Mittel ungefähr dem Stufungsverhältnis der normalen Spannungsreihe. Man kann daher für alle Anlagen mit oder ohne Erdung praktisch mit der gleichen Stufung für die Isolation auskommen und braucht nur bei einpolig geerdeten Anlagen die nächst höhere, bei sternpunktgeerdeten Drehstromanlagen die nächst niedrigere Isolationstufe zu verwenden. In Tafel 2 sind die Prüfspannungen für geerdete Anlagen den der Normalspannungen zugeordnet. Nur für Spannungen unter 6 kV stimmen die Stufungen der Normalspannungen nicht mit den Isolierspannungsverhältnissen überein. Hier liegt aber kein Bedürfnis für geerdete Anlagen vor. Gegebenenfalls empfiehlt es sich, stets die nächst höhere über der berechneten Spannung liegende normale Spannung zu nehmen.

Bei neuen Drehstromanlagen mit Sternpunkterdung bis 100 kV Nennspannung soll zur Erzielung erhöhter Betriebsicherheit die volle Prüfspannung nach Tafel 1 angewandt werden.

§ 20.

Für Hochspannungsanlagen mit Gleichstrom sind Sondervorschriften in Vorbereitung.

§ 21.

Die Fabrikprüfung der Innenisolierung von neuen Transformatoren, Maschinen, isolierten Leitungen, Kabeln an kurzen Stücken und Kondensatoren, die keinerlei Verschmutzung unterliegt, darf nicht mit weniger als der doppelten Nennspannung des betreffenden Gerätes erfolgen.

§ 22.

Vollständige neue Anlagen mit ihren Isolatoren und Apparaten dürfen zur Feststellung grober Fehler mit einer Spannung geprüft werden, die das arithmetische Mittel zwischen der Nennspannung und der Apparat-Prüfspannung beträgt.

Die Anlagenprüfspannung ist demgemäß für isolierte Anlagen

für Nennspannungen von 1 bis 2,5 kV $5{,}5\,U$
für Nennspannungen über 2,5 kV . . $1{,}6\,U + 10\,\text{kV}$.

Entwurf für die Normung von Leitungsaluminium.

Die nachstehenden Ausführungen sind das Ergebnis von Arbeiten und Beratungen des Ausschusses für Aluminiumleitungsnormen, der gemeinsam vom Verband Deutscher Elektrotechniker e. V. und der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde unter Leitung von Herrn Dr. Apt, Berlin, gebildet worden ist.

Bei der „International Electrical Commission" (I. E. C.) sind seit längerer Zeit Bestrebungen im Gange, Aluminium zu normen. Vom „International Physical Laboratory, Teddington (England)" und vom „Laboratoire Central d'Electricité, Paris" liegen aus dem Oktober 1925 zur Normung der Leitfähigkeit folgende gemeinschaftliche Vorschläge vor:

a) S p e z i f i s c h e r W i d e r s t a n d von mustergültigem hart gezogenem (hard drawn) Aluminium

$0{,}0286 \frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ entsprechend einer Leitfähigkeit von

$35{,}0 \frac{\text{m}}{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}$

b) S p e z i f i s c h e r W i d e r s t a n d von mustergültigem weich geglühtem Aluminium

$0{,}0282 \frac{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ entsprechend einer Leitfähigkeit von

$35{,}5 \frac{\text{m}}{\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2}$

Diesen beiden Vorschlägen konnte sich jedoch das „United States National Committee of the International Electrical Commission" nicht anschließen und schlug folgende Werte vor:



1. Der spezifische Widerstand von Aluminium beträgt bei einer Temperatur von 20° C $0{,}02828 \frac{\text{Ohm}\cdot\text{mm}^2}{\text{m}}$ entsprechend einer Leitfähigkeit von $35{,}37 \frac{\text{m}}{\text{Ohm}\cdot\text{mm}^2}$
2. Der Widerstands-Temperatur-Koeffizient bei 20° beträgt 0,00403 je Grad C.
3. Das spezifische Gewicht bei einer Temperatur von 20° beträgt 2,703.
4. Der Längenausdehnungs-Koeffizient ist 0,000023 je Grad C.
5. Die Änderung des Widerstandes mit der Änderung der Temperatur beträgt $0{,}000115 \frac{\text{Ohm}\cdot\text{mm}^2}{\text{m}}$
6. Der Widerstand von Aluminium soll bei Temperaturen nicht unter 10° C und nicht über 30° C bestimmt werden, und die erhaltenen Werte sollen auf 20° C umgerechnet werden.

Bei der Besprechung der I. E. C. im April 1926 in New York konnte jedoch infolge der kurzen Zwischenzeit, die zu einer Nachprüfung der einzelnen Werte den Staatslaboratorien zur Verfügung stand, eine Entscheidung nicht getroffen werden, und es wurde empfohlen,

1. den vier National-Laboratorien Amerikas, Deutschlands, Englands und Frankreichs Aluminium-Muster zur Untersuchung einzusenden,
2. den Begriff „hartgezogenes Aluminium" zu klären und einheitlich festzusetzen,
3. durch jedes nationale Laboratorium Toleranzen für Aluminium vorzuschlagen.

Auf Grund dieser Beschlüsse wurden in Deutschland von neun verschiedenen Walzwerken mit dem von deutschen Aluminiumhütten (Vereinigte Aluminiumwerke A. G. Lautawerk und Aluminiumwerk G. m. b. H. Bitterfeld) für Leitungszwecke gelieferten Aluminium nach einem von der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde aufgestellten Arbeitsplan Versuche durchgeführt. Hergestellt wurde zu etwa gleichen Teilen 4,0-, 3,0-, 2,5-, 2,25- und 1,8 mm-Draht. Jedes der neun Walzwerke verarbeitete 30 Barren dieses Leitaluminiums, die Abmessungen der Barren waren 100/100/1250 mm, das Gewicht jedes einzelnen Barrens betrug rd. 33 kg. Bei jedem Walzwerk wurden die Barren nach dem Warmwalzen ohne Zwischenglühung auf die zuvor erwähnten Durchmesser kalt heruntergezogen. Von den Drähten wurden am Anfang und am Ende Proben zur Leitfähigkeits- und Festigkeitsbestimmung entnommen.

Die Analysen der verschiedenen Güsse wurden in den Aluminiumwerken ausgeführt und ergaben bei einer sehr guten Übereinstimmung folgende Werte:

0,21 % Fe
0,13 % Si
99,66 % Al (Rest).

Sämtliches bei den verschiedensten Werken hergestellte Material wurde zunächst bei den Werken selbst und dann in dem Laboratorium der Vereinigten Aluminiumwerke A. G. Lautawerk untersucht. Ein Teil dieser Proben wurde wahllos herausgegriffen und in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin-Charlottenburg, auf Leitfähigkeit, im Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, auf Zugfestigkeit nachgeprüft.

Die bei den Untersuchungen erhaltenen Werte der beiden genannten amtlichen Anstalten sind nachstehend zusammengestellt:

A. Leitfähigkeit $\left(\frac{\text{m}}{\text{Ohm}\cdot\text{mm}^2}\right)$
(Physikalisch-Technische Reichsanstalt)

I. Hartgezogenes Material

1. $\frac{4\text{ mm-Draht}}{35{,}21}$ 2. $\frac{3\text{ mm-Draht}}{35{,}26}$ 3. $\frac{2{,}5\text{ mm-Draht}}{36{,}19}$
4. $\frac{2{,}25\text{ mm-Draht}}{35{,}12}$ 5. $\frac{1{,}8\text{ mm-Draht}}{35{,}00}$

II. Weich geglühtes Material

1. $\frac{4\text{ mm-Draht}}{35{,}82}$ 2. $\frac{3\text{ mm-Draht}}{36{,}02}$ 3. $\frac{2{,}5\text{ mm-Draht}}{35{,}89}$
4. $\frac{2{,}25\text{ mm-Draht}}{35{,}74}$ 5. $\frac{1{,}8\text{ mm-Draht}}{35{,}86}$

B. Zugfestigkeit (kg/mm², hartgezogen)
(Staatliches Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem)

1. $\frac{4\text{ mm-Draht}}{17{,}69}$ 2. $\frac{3\text{ mm-Draht}}{18{,}65}$ 3. $\frac{2{,}5\text{ mm-Draht}}{19{,}51}$
4. $\frac{2{,}25\text{ mm-Draht}}{20{,}57}$ 5. $\frac{1{,}8\text{ mm-Draht}}{21{,}89}$

C. Widerstands-Temperatur-Koeffizient
(Physikalisch-Technische Reichsanstalt)
0,0040 je 1° C.

D. Spezifisches Gewicht.
(Physikalisch-Technische Reichsanstalt)
2,702

E. Längenausdehnungs-Koeffizient
(Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem)
0,000023 für 1° C.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen ergibt sich der nachstehende Entwurf für die Normung des Leitungsaluminiums. Diese Normen sollen zunächst in Kraft gesetzt werden, bis eine internationale Regelung erfolgt ist.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. März 1928 an die Geschäftstelle zu richten.

Entwurf für „Aluminiumnormen".

§ 1.

Leitungsaluminium hat im weichgeglühten Zustande für 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt bei + 20° C einen Widerstand von $0{,}02797 = \frac{1}{35{,}75}$ Ohm und im hartgezogenen Zustand einen Widerstand von $0{,}02857 = \frac{1}{35}$ Ohm.

Für die Leitfähigkeitswerte ist eine Toleranz von 0,5 nach unten zulässig. Somit darf weichgeglühtes Leitungsaluminium für 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt bei + 20° C keinen höheren Widerstand als $0{,}02837 = \frac{1}{35{,}25}$ Ohm und hartgezogenes Leitungsaluminium für 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt keinen höheren Widerstand als $0{,}0290 = \frac{1}{34{,}5}$ Ohm haben.

§ 2.

Unter hartgezogenem Aluminium wird ein Material verstanden, dessen Zugfestigkeit für Drähte bis zu 4 mm Dmr. mindestens 18 kg/mm² und für Drähte von 4 mm Dmr. und darüber mindestens 17 kg/mm² beträgt. Unter Zugfestigkeit ist zu verstehen der Quotient aus der höchsten Belastung und dem Anfangsquerschnitt.

Bei Seilen werden der Widerstand und die Zugfestigkeit an aus den Seilen entnommenen Drähten, die mit der Hand gerade zu richten sind, bestimmt.

Die freie Einspannlänge beträgt 150 mm, die Zerreißgeschwindigkeit 0,14 ÷ 0,20 mm/s.

§ 3.

Die Dichte des Aluminiums beträgt bei + 20° C 2,70 g für 1 cm³.

§ 4.

Der Temperatur-Koeffizient für den Widerstand, der zwischen zwei fest am Aluminium angebrachten zur Spannungsmessung bestimmten Ableitungen ermittelt wird, also bei gleichbleibender Masse, beträgt bei + 20° C 0,0040 für 1° C.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Die Prüfstelle hat eine neue Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens sowie der zugewiesenen Firmenkennfäden für isolierte Leitungen nach dem Stande vom 1. I. 1928 herausgegeben. Diese enthält außerdem diejenigen Installations-Selbstschalter, welche laut Prüfung des Elek-

trischen Prüfamtes 3 in München den Leitsätzen des VDE entsprechen und daher laut Veröffentlichung in der ETZ 1924, Seite 1389 von den Elektrizitätswerken zugelassen werden können. Ferner sind aufgeführt die zusätzlichen Berührungsschutzmittel für Glühlampenfassungen früherer Bauart, die auf Grund einer Prüfung der Prüfstelle den „vorläufigen Leitsätzen für die Prüfung des Berührungsschutzes" entsprechen und bis zum 31. XII. 1928 zulässig sind.

Wir machen aufmerksam, daß diese Zusammenstellung gegen Einsendung des Portos kostenlos abgegeben wird.

Betrifft: Isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen.

Nach den vom 1. I. 1928 ab gültigen Vorschriften müssen nunmehr auch isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen, die diesen Vorschriften entsprechen, einen von der Prüfstelle des VDE zugewiesenen Firmenkennfaden aufweisen, durch den ersichtlich gemacht werden soll, von welchem Werk die Leitungen hergestellt sind. Außerdem verleiht die Prüfstelle den Werken, denen ein Firmenkennfaden zugewiesen worden ist, das Recht, den dem VDE gesetzlich geschützten schwarz-roten Kennfaden in den vorschriftsmäßigen Leitungen zu verwenden, sowie auch die geschützte Bezeichnung „Codex" neben den verbandsmäßigen Typenbezeichnungen anzuwenden.

Die Zuweisung der Kennfäden seitens der VDE-Prüfstelle geschieht auf Grund der vom Beirat der Prüfstelle aufgestellten und vom Vorstand des VDE genehmigten Satzung, Geschäftsordnung und des Prüfungstarifes. Anträge auf Zuweisung bitten wir an die Prüfstelle zu richten, von der auch die Satzung und die anderen Unterlagen zu beziehen sind.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 20. I. 1928, abds. 8¼ h, Konzerthaus: 2. Versammlungsabend.

Elektrotechn. Verein Breslau. 24. I. 1928, abds. 8 h, gr. Hörsaal d. Elektrotechn. Instituts der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. König, „Das Experiment im Dienste des Fortschritts".

Elektrotechn. Verein zu Aachen. 25. I. 1928, abds. 8 h, Hörsaal d. Elektrot. Inst. d. T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. Flegler, „Überspannungen in Starkstromanlagen und ihre Bekämpfung".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Frankfurt a. M. 25. I. 1928, abds. 8 h, Saal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Straße 47: a) Vortrag Dipl.-Ing. Laue, „Der heutige Stand der Bogenlampentechnik"; b) 1. II. 1928, abds. 8 h, Saal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: Vortrag Dipl.-Ing. König, „Überspannungs- und Schaltvorgänge in Bild und Film".

Elektrotechn. Verein München. 26. I. 1928, abds. 8 h, Sitzungssaal des Hotel Deutscher Kaiser, Arnulfstr. 2: Hauptversammlung.

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Gleiwitz. 26. I. 1928, nachm. 5 Uhr, Büchersaal der Donnersmarckhütte, Hindenburg: „Aussprache über elektrotechn. Leitungsmaterial und seine Verwendung für verschiedene Zwecke".

Elektrotechn. Verein Hamburg. 31. I. 1928, abds. 7½ h, Hörsaal 8 der Techn. Staatslehranstalten, Lübecker Tor 24: Vortrag Prof. Bock, „Neues aus der theoret. Elektrizitätslehre".

Lichttechnische Gesellschaft, Karlsruhe. 31. I. 1928, nachm. 5 h und 6 h: Besichtigung der neuen Lichthalle des Lichttechn. Instituts.

Dt. Gesellsch. f. technische Physik, Berlin. 3. II. 1928, Landwehr-Kasino, Charlottenburg 2, Jebenstr. 2: Wintervergnügen mit Damen. Nähere Mitteilungen folgen.

PERSÖNLICHES.

Hubrich †. Am 22. XII. 1927 starb im Alter von 58 Jahren Direktor a. D. Hubrich. Der Verstorbene war erst vor Jahresfrist aus dem aktiven Dienst der Essener Straßenbahn ausgeschieden, wo er auf eine jahrelange arbeits- und erfolgreiche Tätigkeit zurückblicken konnte.

R. Ribbentrop †. Rennig Ribbentrop, der frühere Generaldirektor der Straßenbahn Braunschweig, ist am 26. XII. 1927 im Alter von 83 Jahren den Folgen eines Unfalles erlegen. Zu den Verdiensten Ribbentrops, der nach 25jähriger Tätigkeit aus seinem Dienst ausgeschieden war, gehört die Gründung des Elektrizitätswerks Braunschweig.

E. Wiedemann †. — In der Nacht zum 7. Januar starb in Erlangen im Alter von 76 Jahren der Geheimrat Prof. Dr. E. Wiedemann. Der Verstorbene, seinerzeit Herausgeber der Beiblätter zu den Annalen der Physik, hat vom Jahre 1886 bis zu seiner Emeritierung 1926 am Physikalischen Institut der Universität Erlangen gewirkt und auf dem Gebiete der Physik und der Geschichte der Physik bahnbrechende Forscherarbeit geleistet.

Auszeichnung. — Die T. H. Darmstadt hat dem Dipl.-Ing. Karl Schnetzler, Vorstand der Brown, Boveri & Cie. A. G., Mannheim, die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste auf dem Gebiete der elektrischen Maschinen und ihrer Anwendung sowie seiner erfolgreichen organisatorischen Tätigkeit.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrizitätszähler und Wandler, deren Theorie, Beschreibung u. Eichung. Von H. W. L. Brückman. Mit 390 Textabb., 9 Taf., IV u. 412 S. in 8⁰. 2. Aufl. Verlag von Oscar Leiner, Leipzig 1926. Preis geb. 24 RM.

Das Buch, nach dem Vorwort in erster Linie für Elektrizitätswerke bestimmt, dürfte seinen Zweck, die betr. Angestellten mit dem Stoff vertraut zu machen, gut erfüllen. Die Anlage und Gliederung des Werkes ist praktisch und dem Zwecke entsprechend. Nach einer historischen Einleitung werden die verschiedenen Zählerarten sowie Wandler besprochen. Es ist eine stattliche Anzahl, darunter auch viele nichtdeutsche, erwähnt und dargestellt. Dann folgen Kapitel über Untersuchung und gesetzliche Bestimmungen. In einigen Tafeln sind die verschiedenen Formen der Triebsysteme für Ferrariszähler, Magnetformen, Eigenschaften verschiedener Fabrikate sowie die normalen Fehlerkurven zusammengestellt. Theorie ist in genügender Menge gebracht, um das tiefere Verständnis zu fördern, ohne daß der Verfasser sich zu sehr in Weitläufigkeiten verloren hat. Literaturhinweise geben dem, der sich noch weiter informieren will, Aufschluß. Zu bemängeln ist kaum etwas; der Verfasser hat sich in das weite Gebiet gut eingearbeitet und bekundet freien Blick. Der geschichtliche Teil der Induktionszähler ist im letzten Jahrzehnt des verflossenen Jahrhunderts etwas stiefmütterlich behandelt worden. In der Mitte dieses Jahrzehnts gelang es mehreren Erfindern auf verschiedenen Wegen, genau 90° Phasenverschiebung zwischen Spannungsfeld und dem Felde des induktionsfreien Stromes zu erzeugen, und damit einwandfreie Meßgeräte zu schaffen. Die beiden an dieser Stelle in Abb. 20 und 21 dargestellten und beschriebenen Zähler haben mit diesen Pionierarbeiten nichts zu tun und sind auch wohl jünger. J. Busch.

Le Magnétisme. Von Prof. P. Weiß und G. Foëx. Mit 69 Textabb., VIII u. 215 S. in 8⁰. Verlag von Armand Colin, Paris 1926. Preis geh. 8,20 Fr, geb. 10,20 Fr.

Wenn ein Physiker von der Bedeutung von P. Weiß zusammen mit seinem früheren Schüler und jetzigen Kollegen an der Straßburger Universität, G. Foëx, eine zusammenhängende Darstellung desjenigen Gebiets der Physik gibt, dem er als Forscher seine Arbeitskraft in erster Linie widmete, so wird man von vornherein eine wertvolle Bereicherung der Literatur erwarten dürfen, und der Leser sieht sich in seinen Erwartungen auch keineswegs enttäuscht. Nur der Titel des Buches ist irreführend, denn es handelt sich, wie auch die Verfasser in ihrem Vorwort betonen, keineswegs um eine umfassende Darstellung des ganzen Gebiets, sondern im wesentlichen um die Molekular- bzw. Atomtheorie des Magnetismus, um die sich ja P. Weiß, der Schöpfer der allerdings nicht unbestritten gebliebenen Magnetonentheorie, sicherlich erhebliche und dauernde Verdienste erworben hat. Die auf diesem Gebiet von Weiß und seinen Schülern erschienenen zahlreichen theoretischen und experimentellen Untersuchungen sind an ganz verschiedenen Stellen veröffentlicht worden, und es ist daher für denjenigen, der selbst auf diesem Gebiet arbeitet oder sich wenigstens ohne allzu große Mühe einen gewissen Überblick über den jetzigen Stand der Untersuchungen verschaffen will, von großem Wert, die hauptsächlichsten Forschungsergebnisse hier in übersichtlicher Weise zusammengestellt zu finden, wenn auch der Darstellung durch das Übergehen einer Anzahl von anderweitigen bedeutsamen Veröffentlichungen, z. B. der wertvollen Arbeiten von Gans und anderen, eine gewisse Einseitigkeit nicht abzusprechen ist.



Nach einem Überblick über die Definitionen der verschiedenen magnetischen Größen wird die Theorie des Dia- und Paramagnetismus und speziell die Theorie von Langevin und das Gesetz von Curie in seiner ursprünglichen und der erweiterten Form besprochen und an zahlreichen experimentell gewonnenen Daten geprüft, da ja gerade dies Gesetz ein relativ einfaches Mittel zur Gewinnung der Werte des Atommoments als Grundlage des von Weiß gebildeten Begriffs des „Magneton" liefert. Der Einführung des molekularen Feldes, welches den zahlreichen Abweichungen der paramagnetischen Substanzen vom Curieschen Gesetz Rechnung trägt, ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Nach einem kurzen Überblick über die Haupteigenschaften ferromagnetischer Stoffe wird eingehend die Theorie des Ferromagnetismus behandelt, dessen Erkenntnis ja Weiß durch die Einführung des Begriffs des molekularen Feldes und der spontanen Magnetisierung wesentlich gefördert und durch seine sorgfältigen Versuche über die Abhängigkeit der Magnetisierbarkeit des Nickels von der Temperatur der Prüfung zugänglich gemacht hat. Hieran schließt sich das theoretisch besonders wichtige Kapitel der ferromagnetischen Kristalle, die ebenfalls von Weiß und seinen Schülern besonders sorgfältig studiert wurden, ferner die von Weiß entdeckte Wärmetönung bei Magnetisierungsvorgängen und eine Diskussion über die Natur des molekularen Feldes, welches die Verfasser auf einen elektrostatischen Ursprung zurückführen. Die letzten Kapitel beschäftigen sich eingehender mit dem vom Verfasser eingeführten „Magneton" als der Elementareinheit, auf welche die sämtlichen experimentell bestimmten Atommomente mit wenigen Ausnahmen ganzzahlig zurückzuführen sein sollen, den dabei beobachteten Abweichungen, dem Verhältnis dieses Magneton zu der aus der Bohrschen Theorie sich ergebenden, fünfmal größeren Einheit und den durch die Einführung der Quantentheorie bedingten Änderungen in der Auffassung, die besonders durch die Versuche von Gerlach und Stern gestützt werden. — Da die auf der Erkenntnis der molekularen Vorgänge aufgebaute Theorie des Magnetismus sich notwendig auch in praktischer Beziehung auswirken muß, so kann das Studium des interessanten Werkes auch dem Techniker nur warm empfohlen werden. Gumlich.

Untersuchungen über die Geschiebeableitung bei der Spaltung von Wasserläufen. Modellversuche aus dem Flußbaulaboratorium der T. H. Karlsruhe. Von Dr.-Ing. H. Bulle (Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Herausgegeb. vom VDI, Heft 283.) Mit 58 Textabb. u. 34 S. in 8°. VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin 1926. Preis geh. 5 RM.

Für den Bau von Wasserkraftanlagen hat die Geschiebebewegung eine grundlegende Bedeutung, ganz besonders auch auf die Betriebskosten, welche durch Beseitigung des Geschiebes aus jenen Stellen, wohin es ungewollt geschleppt wird, und Ersatz dort, wo es gegenüber dem freien Zustand des Flusses fehlt, entstehen. Der Verfasser der Schrift hat es sich zur Aufgabe gestellt, systematisch den Erscheinungen auf den Grund zu kommen, welche ganz allgemein bei der Spaltung von geschiebeführenden Flußläufen hinsichtlich der Wassermengen- und Geschwindigkeitsverteilung als Folge der zur Einleitung des Wassers in einen Abzweig nötigen Druckhöhenunterschiede auftreten. In einem Modellgerinne wurden für eine unter verschiedenen Winkeln erfolgende Abzweigung vom geraden Flußlauf mit scharfer sowie mit abgerundeter Uferlinie die Strömungsrichtungen, Fließgeschwindigkeiten und Wasserspiegelgefälle in der Längs- und Querrichtung beobachtet, die Wasserverteilung und Verteilung des oberhalb eingebrachten Geschiebes gemessen. Die in Verlauf und Ergebnissen ausführlich dargestellten Versuchsreihen bestätigen und erklären die früheren speziellen Modellversuche der mittleren Isar, wonach bei Abzweigung aus einem gerade weiterlaufenden Flußbett stets das Geschiebe in den Abzweig eingeschleppt wird und günstigsten Falles 12½ % desselben im geraden Arm verbleibt, weil infolge der an der Verzweigungsstelle sich bildenden querschnittverengenden Wasserwalzen mit lotrechter Achse ein Quergefälle gegen den Abzweig zu den nötigen Druckhöhenunterschied herstellen muß; daraus ergibt sich weiter eine Querströmung an der Sohle gegen den Abzweig hin und ein Geschiebetransport dorthin. Für die zweckmäßige Ausbildung einer möglichst geschiebefreien Abzweigung ergibt sich also die Forderung, daß die querschnittverengende Walzenbildung und als deren weitere Folge die Querströmung in den weitergehenden Flußlauf hinein verlegt werden muß, d. h. daß die Abzweigung tangential von der Außenseite einer Flußkrümmung weggenommen werden soll.

Die Durchführung der Versuche, die grundlegenden Erwägungen und die aus den Ergebnissen gezogenen Folgerungen sind klar erörtert und geben beachtenswerte Fingerzeige von allgemeiner Gültigkeit. Die durchsichtige Verarbeitung der vielen und zusammengesetzten Versuche ist ein neues wertvolles Glied in der Kette der von unseren mustergültigen Wasserbaulaboratorien und ihren Beobachtern zu lösenden allgemeinen Probleme. Ing. C. Reindl.

Vorrichtungen im Maschinenbau nebst Anwendungsbeisp. aus d. Praxis. Von Obering. O. Lich. 2., vollständ. umgearb. Aufl. Mit 656 Textabb., VII u. 500 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 26 RM.

Zweck und Ziel des Buches sind, auf angemessenem Raum eine große Anzahl Vorrichtungen zu bringen. Dieses Ziel ist unbedingt erreicht worden. Der Titel des Buches heißt ausdrücklich „im Maschinenbau". Es sind daher nicht nur Vorrichtungen an den gebräuchlichen spanabhebenden Werkzeugmaschinen sondern auch solche für fernerliegende, wie Zieh- und Feilmaschinen, weiter für Abpreßarbeiten, Schmiede und Schlosserei behandelt. Das Buch zerfällt, wenn auch äußerlich nicht ohne weiteres erkennbar, in drei Abschnitte: Aufspannvorrichtungen allgemein für die verschiedenen Maschinen, Vorrichtungen für die verschiedenen Maschinen und Sonderbearbeitungsvorrichtungen. Nachdem kurz auf die Grundzüge und Richtlinien für den Vorrichtungsbau (Grundformen von Bohrbüchsen, Spannungen, Verschlüsse) eingegangen ist, werden die wichtigsten Aufspannvorrichtungen für 16 verschiedene Werkzeugmaschinen besprochen. Der Verfasser gibt hier eine Zusammenstellung von Sonderspannvorrichtungen für die verschiedensten Zwecke, wie sie sich derart kaum anderswo wiederfindet. Erst dann werden die Vorrichtungen für die wichtigsten Werkzeugmaschinen besprochen. Den weitaus größten Raum nimmt die Behandlung der Bohrvorrichtungen für die verschiedensten Gegenstände ein, aber auch Bohrvorrichtungen für Bohrwerke sind nicht vergessen. Bei einer so eingehenden Behandlung gerade dieser Vorrichtungen hätten vielleicht die Mehrspindelbohrmaschinen auch noch berücksichtigt werden können, denn gerade für diese Sonderbohrmaschinen finden Bohrlehren im weitesten Maße Verwendung. Die Fräsvorrichtungen sind teilweise nach der Art der Fräsmaschinen (Universal- und Planfräsmaschine), teilweise nach der Art der vorzunehmenden Arbeit (Kopier-, Gewindefräsen) behandelt.

Bei den Sonderbearbeitungsvorrichtungen für die verschiedensten Erzeugnisse nehmen wieder die Bohrarbeiten den ersten Platz ein; Nutenhinterstechen und -eindrehen, Ausschneiden von Blechplatten, mehrspindlige Bohrköpfe, transportable Ausbohrvorrichtungen werden nacheinander vorgeführt. Hierbei hätten eigentlich die Sondervorrichtungen zum Kantigbohren nicht so ganz fortfallen sollen. Ein besonderer Abschnitt ist den Hilfsvorrichtungen für Schmiede und Schlosserei gewidmet, die mehr für handwerksmäßige Bearbeitung bestimmt sind. Hier sind nun die verschiedenartigsten Beispiele gebracht, Vorrichtungen zum Biegen und Auseinanderschmiegen von Winkeleisen, Montagegestelle, Zentrier- und Anreißvorrichungen, Meßvorrichtungen, Abscheer- und Windevorrichtungen, Einschraub- und Nietvorrichtungen usw. Diese kurze Übersicht zeigt schon, wie groß die Fülle der besprochenen ungleichartigen Vorrichtungen ist. Auf fast 100 Seiten werden angewandte Beispiele für Herstellung von Werkzeugen und Maschinenteilen in Vorrichtungen gebracht. Wird berücksichtigt, daß bei jedem Beispiel eine besondere Spannvorrichtung dargestellt ist und daß alle verschiedene Gegenstände betreffen, so ist wohl nicht zu viel gesagt, daß hier ein Nachschlagewerk geschaffen ist, das nicht nur für den Ingenieur, sondern vor allen Dingen für den Vorrichtungskonstrukteur von großem Werte ist. Es ist unmöglich und kann auch nicht erwartet werden, daß ein solches Buch jeden Sonderfall behandelt. Es bietet aber so viel, daß der Erfahrene auch für einen Sonderfall etwas Geeignetes aus ihm entnehmen kann. Die Benutzung wird sehr erleichtert durch ein umfangreiches, ausführliches Sachregister. Dem Buche kann im Interesse unserer Industrie nur die weiteste Verbreitung gewünscht werden. Witt.

Die Vektoranalysis und ihre Anwend. i. d. theoret. Physik. Von Prof. Dr. W. v. Ignatowsky. 3. umgeänd. Aufl. (Samml. mathemat.-physikal. Lehrbücher. Bd. 6,1 u. 6,2, herausgegeb. v. E. Trefftz.) Teil I: Die Vektoranalysis. Mit 27 Textabb., IX u. 108 S. in 8°. Teil II: Anwendung der Vektoranalysis in der theoret. Physik. Mit 14 Textabb., IV u. 123 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1926. Preis kart. je 5,60 RM.



Das Ignatowskysche Buch über Vektoranalysis hat sich in seinen beiden ersten Auflagen als zuverlässiges Lehrbuch bewährt. Der Gesamtplan des Werkes ist in der III. Auflage unverändert geblieben: im ersten Teil eine Darstellung der Vektorrechnung als mathematische Disziplin, im zweiten Teil ihre Anwendung auf physikalische Probleme. An wichtigeren stofflichen Änderungen sind zu nennen: die Einführung der reziproken Vektoren, Abänderung des Beweises für den Zerlegungsatz bei Vektorfeldern (quellen- und wirbelfreie Strömung) und Streichung der Unterscheidung von polaren und axialen Vektoren.

Die Verdienste des Ignatowskyschen Buches sind hinlänglich bekannt, um es mir zu ermöglichen, zwei Wünsche auszusprechen, ohne dadurch das Buch beim Leser herabzusetzen. Diese Wünsche sind: Im I. (mathematischen) Teil sollte der Parallelismus mit der physikalischen Anwendung besser hervortreten — vielleicht schon durch Hinweise auf geeignete Abschnitte in Teil II zu erreichen. Die wechselweise Befruchtung von mathematischem und physikalischem Denken ist für Viele das erziehlichste Moment der Vektorrechnung. — Und anderseits sollte auch der Zusammenhang mit der gewöhnlichen ($x\,y\,z$-)Darstellung nicht völlig unterdrückt werden. So schön es ist, eine Vektorrechnung ohne die „Krücke" der Koordinaten aufzubauen, so ist doch nicht zu verkennen, daß für viele Bedürfnisse der Physik der übliche mathematische Formalismus die größte Bequemlichkeit bedeutet, und daß gerade die Vektorrechnung geeignet ist, in den einfachen Fällen zu einer gedanklichen Durchdringung der formaleren Koordinatendarstellung zu führen, die die beste Schule darstellt für die Bemeisterung schwierigerer Verhältnisse. — Nach diesen beiden Richtungen hin möchte man die Durchschlagskraft der Ignatowskyschen Darstellung noch gesteigert sehen.

P. P. Ewald.

Die Regiebetriebe der Gemeinden. Von Dipl.-Ing. Hans Ludewig. Eine Kritik d. gleichnamig. Broschüre d. Verb. d. Gemeinde- u. Staatsarbeiter als Beitrag zur Frage d. Betätigung d. öffentl. Hand auf wirtschaftl. Gebiet. Mit 60 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis. geh. 2,40 RM.

Nach längerer Pause legt der auf dem Gebiete der Elektrowirtschaftsstatistik bekannte Verfasser der Öffentlichkeit ein Büchlein vor, das als eine Entgegnung auf eine vom Verband der Gemeinde- und Staatsarbeiter herausgegebene Broschüre über das gleiche Thema gedacht ist. In dieser letzteren Broschüre soll der Nachweis der alleinigen Zweckmäßigkeit des Regiebetriebes dargetan werden. Zur Widerlegung bedient sich der Verfasser in sehr geschickter Weise in der Hauptsache der Äußerungen von Persönlichkeiten, die ihrer politischen und wirtschaftlichen Einstellung nach als Anhänger des Regiebetriebes angesehen werden. Man wird überrascht sein, in dem zweiten Abschnitt des Schriftchens Äußerungen von Wissel, August Müller, Hilferding und anderen zu lesen, aus denen hervorgeht, daß sie die Mängel der Kommunalbetriebe durchaus erkennen. In der Arbeit Ludewigs ist weiter die Behauptung widerlegt, daß die Elektrizitätswerke der Gemeinden eine Monopolstellung einnehmen, was meistens als Hauptgrund für die Überführung dieser Betriebe in die öffentliche Hand angegeben wird; daß die Leistung der Regiebetriebe in sozialer und kultureller Hinsicht die der privaten Betriebe nicht übersteigt, daß die Preispolitik der öffentlichen Unternehmungen meist von fiskalischen und nicht von sozialen Rücksichten diktiert wird und trotz der grotesk ungerechten Steuerbefreiung der öffentlichen Betriebe dem Abnehmer keinerlei Vorteil gegenüber den privaten Unternehmungen bietet, daß die Finanzwirtschaft der in öffentlicher Hand befindlichen Elektrizitätswerke vielfach anfechtbar ist, und daß auch die in der Form der G. m. b. H. oder der Aktiengesellschaft verselbständigten Regiebetriebe die größte Gefahr ihrer Überführung in die öffentliche Hand, nämlich die Politisierung, nicht verhindern. Gerade dieser Abschnitt zeichnet sich durch eine Fülle von Äußerungen führender Kommunalpolitiker aus, aus denen hervorgeht, daß sich gerade diese der Gefahr des Überwiegens politischer Gesichtspunkte statt wirtschaftlicher bei den Regiebetrieben durchaus bewußt sind.

Schließlich erörtert Ludewig noch die Lohn- und Arbeiterfrage und weist an Hand von Zahlen nach, daß einmal die Entlohnung bei privaten Unternehmungen eine bessere ist und daß mit geringerem Personal mehr geleistet wird. In einem Schlußkapitel wird auf die Gefahr hingewiesen, die darin liegt, daß gegenüber dem Rückgang des deutschen Volksvermögens das Vermögen der öffentlichen Hand, die zur Kapitalneubildung nur unwesentlich beiträgt, gestiegen ist. Noch gefährlicher ist es aber, daß dieses stärker angewachsene Vermögen und seine Erträge von allen Steuern befreit sind, während das Übermaß der Steuern den Privatbetrieben allein aufgebürdet ist.

Die flott geschriebene Arbeit müßte von jedem, der sich mit Elektrizitätspolitik beschäftigt, gelesen werden.

Siegel.

Chemins de fer électriques. Von Ing. A. Bachellery (Encyclopédie d'électricité industrielle, herausgegeben von Prof. M. A. Blondel). Mit 224 Textabb., VII u. 445 S. in 8°. Verlag von I.-B. Baillière et Fils, Paris 1925. Preis geh. 75 Fr, geb. 87 Fr + Teuerungszuschlag.

In der großen Industrie-Enzyklopädie von Baillière in Paris ist ein weiterer Band erschienen, der sich mit den elektrischen Eisenbahnen befaßt und von dem Chef für elektrischen Betrieb der französischen Südbahn A. Bachellery bearbeitet worden ist. Er beschränkt sich auf die Hauptbahnen; für die Straßen- und Stadtschnellbahnen wird ein besonderer Band der Enzyklopädie herausgegeben werden. Ebenso wird dies mit besonderen Ausführungen über Entwicklung und Bau der Motoren und ihre Regelung der Fall sein, worüber der vorliegende Band lediglich die auf die Hauptbahnen bezüglichen besonderen Eigenschaften behandelt. Bei den festen Anlagen und den Fahrzeugen der Hauptbahnen an sich wird auf die in genügendem Maße vorhandenen Sonderwerke verwiesen.

Daß bei diesen Einschränkungen noch genügend Stoff dem Verfasser verblieben ist, zeigt der rd. 450 Seiten starke und 224 Abbildungen enthaltende Band, in dem der Verfasser alles Wesentliche über einen Betrieb zusammengefaßt hat, der in seinem Lande heute eine starke Förderung erfährt. Daß dieser, d. h. die Elektrisierung der französischen Hauptbahnen, hierbei im Vordergrunde steht, ergibt sich von selbst, wie auch, daß hierbei die dem Verfasser nahestehende französische Südbahn vorherrscht. Diese Bahnen werden bekanntlich mit Gleichstrom von 1500 V Fahrdrahtspannung betrieben; das vorliegende Buch kann demnach als ein Kompendium für diesen Hauptbahnbetrieb gelten.

Nach einem kurzen geschichtlichen Überblick und einem Abriß über die Wahl der Stromart werden die Erzeugung und Fortleitung der elektrischen Arbeit behandelt, wobei Verfasser dem Verhältnis der installierten zur mittleren abgegebenen Leistung der Kraftwerke seine besondere Aufmerksamkeit zuwendet. Er geht dann in einem längeren Abschnitt auf die Unterwerke und deren Verteilung auf der Strecke ein, worüber in einem späteren Abschnitt über den Entwurf von Elektrisierungen besondere Angaben folgen. Als Stromzuführungen kommen die dritte Schiene und Oberleitungen in vielen maßstäblichen Zeichnungen zur Darstellung. Die Stromabnahmevorrichtungen schließen sich hieran an. Bei der Stromverteilung finden die Rückleiter, die Erdströme und die Einrichtungen zur Verhütung der Beeinflussung der Fernmeldeleitungen die ihnen gebührende sorgfältige Beachtung.

Bei den nun folgenden Motoren werden die Gleichstrom-, Einphasen- und Drehstrommotoren, ihre Schaltung für Antrieb und elektrische Bremsung sowie ihre Kennlinien durchgegangen, wobei auch die sog. Umformersysteme mit herangezogen werden. Der daran anschließende Abschnitt über Lokomotiven bildet den an sich stärksten Teil des Buches und gibt ein vollständiges Bild des ganzen Lokomotivbaues einschließlich der hierbei eine Hauptrolle spielenden Triebwerke zwischen Motor und Triebachsen. Auch hier bieten zahlreiche maßstäbliche Zeichnungen von Einzelteilen und ganzen Fahrzeugen der Bauarten aller Länder dem Konstrukteur wertvolle Unterlagen. Dasselbe gilt von den Triebwagen für Oberleitungs- und selbständigen Betrieb.

Sehr wichtige Betrachtungen stellt hierauf Verfasser über die Eigenart der elektrischen Zugförderung und ihren Einfluß auf den Bahnbetrieb an, über das gegenseitige Verhältnis von Fahrzeug und Linienführung, die Leistung, Fahrgeschwindigkeit, Abgleichung der aufgewandten elektrischen Arbeit, Verhältnis der mittleren zur höchsten Leistung eines Betriebes, Betriebsmaßnahmen, Bahnhöfe, Ausbesserungswerke usw. Dieser Teil des Buches enthält eine Menge wertvoller Beobachtungen eines Praktikers und liest sich besonders gut. Mit Anleitungen für die Aufstellung eines Entwurfs findet das Werk seinen Abschluß. Es bildet eine brauchbare Ergänzung des bestehenden Schrifttums über elektrische Bahnen.

Zehme.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Aussichten für den Export von Elektrodrähten. — Wie der Ind. Handelszg. aus Düsseldorf berichtet wird, liegen in der Drahtindustrie die Ausfuhrverhältnisse für Spezialerzeugnisse wesentlich günstiger als für handelsübliche Artikel. Daher kann Deutschland auch in Drähten für elektrotechnische Zwecke an Ausschreibungen ziemlich regen und nicht selten erfolgreichen Anteil nehmen, die allerdings häufig amtlich sind und mitunter schwer zu erfüllende Vorschriften enthalten. Insgesamt werden monatlich in den genannten Drahtsorten, von Saisoneinflüssen abgesehen, etwa 1500 t ausgeführt. Hauptabnehmer von Kupferdrähten ist England, doch bezieht auch die Schweiz hin und wieder beträchtliche Mengen davon. In sonstigen umsponnenen Drahtmaterialien werden ferner Holland und Argentinien als Bezieher genannt. Diese Staaten haben in den letzten Monaten meist über 100 t aufgenommen. Im allgemeinen schwanken die Ausfuhrziffern zwischen 10 und 50 t je Monat und Land. Der Bericht weist darauf hin, daß leider keine einheitliche Exportzentrale innerhalb des hier in Betracht kommenden Industriezweiges bestehe und daher mitunter bei dem Auslandswettbewerb eine gegenseitige Konkurrenz der deutschen Fabrikanten wahrzunehmen sei. Trotz der i. a. nicht sehr befriedigenden Erlöse bedürfe das Exportgeschäft aber auch weiterhin einer regen Aufmerksamkeit und Pflege, denn rein wertmäßig sei die Ausfuhr durchaus nicht unrentabel. Sie belaufe sich auf etwa 3 bis 4 Mill. RM je Monat und übe infolgedessen einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die deutsche Handelsbilanz aus; denn von einer Einfuhr in Elektrodrähten könne kaum gesprochen werden. Sie betrug 1925 5941, 1926 jedoch nur 1931 dz (Stat. Nr. 890a).

Algier ein aussichtsreicher Markt für Elektrowaren. — Die Zivilisierung Afrikas nach europäischem Vorbild setzt sich fort. Die Heranziehung afrikanischer Soldateska für den französischen Waffendienst im Kriege hat dem eingeborenen Element das europäische Leben wesentlich weiter aufgeschlossen. Ganz besonders aber hat der wirtschaftliche Aufschwung in den afrikanischen Kolonialgebieten, zumal im Norden und Westen, und die damit in überaus lebendigem Tempo fortschreitende wirtschaftliche Annäherung Afrikas an Europa die kulturelle Entwicklung dort nach europäischen Grundsätzen bestimmender beeinflußt. Auf die Elektrisierung Algiers ist beispielsweise von den für die Wirtschaft verantwortlichen Staatsstellen schon im Lauf der letzten Jahre eine vermehrte Sorgfalt verwendet worden. Die größeren algerischen Ortschaften sind bereits hinreichend mit elektrischem Strom versorgt. Trotzdem erwies sich bisher das Absatzfeld für elektrotechnische Artikel als noch verhältnismäßig schmal. Wegen der ausnahmsweise schwachen Kaufkraft der Eingeborenen verbrauchten zumeist nur die Behörden und zugewanderten Europäer bzw. die ausländischen Siedlungen elektrische Arbeit, und daher beschränkte sich die Aufnahme elektrischer Lampen, von Leitungs- und Installationsmaterial, insbesondere aber auch von elektrotechnischen Apparaten, Geräten usw. in der Hauptsache auf diese Kreise. Hindernd für eine weitere Verbreitung des Konsums elektrotechnischer Güter wie auch allgemein für die Interessierung der ortsstämmigen Elemente für die Verwendung elektrischer Energie in größerem Umfang wirkte nicht zuletzt der hohe Preis des Stromes selbst. Die Kilowattstunde kostete 1,50 Fr.

In letzter Zeit scheint sich nun das etwas beschränkte, einförmige Absatzbild für elektrotechnische Erzeugnisse in einfuhrförderlichem Sinne zu verändern. Mit wachsender Kaufkraft werden in Zukunft auch größere Teile der Eingeborenen neben den fremden Kolonisatoren sich der Ausnutzung elektrischer Arbeit zuwenden. Algier verfügt heute bereits über eine Bevölkerungsdichte von annähernd 6 Mill. Menschen, darunter allein 800 000 Europäer, die sich sehr wahrscheinlich zu bedeutenden Abnehmern elektrotechnischer Geräte usw. entwickeln werden. Auf den vielversprechenden Märkten in Algier ist natürlich mit einer ausgedehnten und wirksamen Konkurrenz französischer Erzeugnisse zu rechnen, die vollkommene Zollfreiheit genießen. Besondere Begünstigungen erfuhren französische Fabrikate außerdem bisher durch die niedrige Wertung des Franken, die dem französischen Händler eine schwer anzugreifende Überlegenheit auf dem Markt gab. Mit der Festigung des Franken hat sich dieser Vorsprung indessen bereits fühlbar vermindert.

Bisher wurden die an sich bereits zahlreichen Wiederverkäufer, elektrotechnischen Geschäfte usw. durch ein örtliches Verkaufsbureau versorgt, das sehr eng mit den französischen Produzenten zusammenarbeitet. Die Aussichten der künftigen Entwicklung dieser Organisation sind jedoch erfahrungsmäßig durchaus nicht derartig, daß nicht auch andere als französische Erzeugnisse etwa wegen Vielseitigkeit der Verwendbarkeit, höherer Qualität, überzeugendem Preiswert usw. vorzügliche Absatzmöglichkeiten vor sich sähen. Die Vorliebe für französische Waren schaltet durchaus nicht den Wettbewerb anderer Güter aus.

Die Nachfrage des algerischen Verbrauchs nach Elektroartikeln entwickelt sich vielseitig und verdient z. B. neuerdings größere Beachtung, insoweit sie sich auf Elektroventilatoren bezieht. Das außerordentlich heiße Klima erfordert wenigstens für den Europäer einen gewissen Schutz, zumal heute die Arbeitsintensität in Anbetracht des wachsenden Konkurrenzkampfes erheblich gesteigert ist. In den großen Städten haben sich elektrische Fächer daher schon recht gut eingeführt, sowohl Wand- wie Tischapparate werden gekauft. Einem über den Durchschnitt gehenden Interesse begegnen ferner Exhaustoren, die vor allem in größeren Betrieben, öffentlichen Gaststätten, Bureaus usw. zunehmende Anwendung finden. Steigende Beachtung schenkt man jetzt dem Staubsauger, der der ausgesprochenen Neigung des Einheimischen für Teppiche sehr entgegenkommt. Die Aussichten, Staubsauger im Verbrauch unterzubringen, sind daher besonders günstig. Vielfach findet man auch bereits elektrische Waschmaschinen, die sich überall gut bewährt haben. Weit in den Konsum vorgedrungen sind elektrische Bügeleisen, während der Markt für elektrische Kocher, Kaffeemaschinen, Heizkissen, elektrische Sonnen und Wärmeplatten noch unentwickelt ist. Für Rösteisen besteht dagegen schon größeres Interesse. Für die Propagierung der zuletzt genannten Erzeugnisse ist allerdings auch noch verhältnismäßig wenig getan worden. Im Lauf der neuesten Zeit hat in den kälteren Wintermonaten der Gebrauch elektrischer Heizvorrichtungen zugenommen. Auch in dieser Richtung erscheint der Markt erfolgreich ausbaufähig. Einen vorläufig noch bescheidenen Verbraucherkreis finden trotz an sich vortrefflicher Absatzaussichten elektrische Brenneisen, Haartrockner, Tauchsieder, Vibratoren u. dgl. Daher sollte sich die Propaganda für Elektrogerät in Algier auch auf derartige Spezialerzeugnisse richten.

Das Abzahlsystem ist in Algier noch nicht eingeführt; nur Staubsauger werden nach derartigen anderen Orts beliebten Teilzahlungsmethoden abgegeben. Bei der Preisgestaltung ist auf diese Eigenheit des Geschäfts Rücksicht zu nehmen. hgm.

Aus der Geschäftswelt. — Auf dem Gebiet des Eisenbahnsignalwesens vollzieht sich ein sehr beachtenswerter Zusammenschluß. Eine a. o. Generalversammlung der Eisenbahnsignal-Bauanstalten Max Jüdel, Stahmer, Bruchsal A. G., Braunschweig, hat nämlich soeben den Antrag des Vorstandes angenommen, sich gemeinsam mit der Siemens & Halske A. G. und der AEG an der Gründung der Vereinigten Eisenbahnsignal-Werke G. m. b. H. zu beteiligen. Diese wird mit 12 Mill. RM Kapital ausgestattet, von denen jede der genannten Firmen ein Drittel übernimmt. Ferner werden von den Gründern die bisher dem Eisenbahnsicherungswesen dienenden Maschinen, Betriebseinrichtungen und Forderungen eingebracht, die für den Zweck des neuen Unternehmens geeigneten Grundstücke und Gebäude gegen angemessene Vergütung zur Benutzung überlassen, ebenso alle bezüglichen Patente und Schutzrechte. — Die AEG hat in Verbindung mit den Firmen: Julius Berger Tiefbau Aktiengesellschaft, Berlin; Dyckerhoff & Widmann A. G., Wiesbaden-Biebrich; Hochtief Aktiengesellschaft für Hoch- und Tiefbauten, vorm. Gebr. Helfmann, Essen; Polensky & Zöllner, Off. Handelsgesellschaft, Driesen; Wayß & Freytag A. G., Frankfurt a. M., in Berlin als Vertretungsinstrument des von den genannten Firmen gebildeten Konsortiums die Bauverbands-A. G. gegründet. Zweck der neuen Gesellschaft ist es, Kraftwerke und elektrische Bahnanlagen nach einheitlichen Grundgedanken durchzuführen. Ihr Gesellschaftskapital beträgt 1,2 Mill. RM, die von den beteiligten Firmen zu gleichen Teilen übernommen wurden. — Zum Zweck des Handels mit Drähten für die Elektrotechnik und verwandte Industrien, insbesondere mit Lack- und Kupferdrähten, ist in Spandau mit 0,1 Mill. RM die „Ama“ Drahtaktiengesellschaft gegründet worden. Sie hat auch die Befugnis, selbst solche Erzeugnisse herzustellen usw.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 189: Wer stellt die Stab-Taschenlampe „Hemersa“ her?

Abschluß des Heftes: 14. Januar 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

[...] HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 26. JANUAR 1928
[(12]1—160)

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang Berlin, 26. Januar 1928 Heft 4

UMSCHAU.

Fortschritte der Elektrizität in der Fördertechnik.

Der letztjährigen Entwicklung der Kran- und Transportanlagen hat größtenteils wieder das Streben nach wirtschaftlicherer Gestaltung der Förderarbeiten zugrunde gelegen. Sind doch gerade diese Arbeiten einige Hauptfaktoren bei der für die heutige Wirtschaftsführung richtunggebenden Rationalisierung der Fabrikations-, Verkehrs- und Handelsbetriebe. So ist in erster Linie der Wunsch nach Ausschaltung der teueren und doch unzuverlässigen menschlichen Arbeitskraft gerade bei den unproduktiven Hebe- und Transportarbeiten auch im vergangenen Jahre der Anlaß zur Neuausstattung vieler Betriebe mit transportmaschinellen Einrichtungen gewesen. Daß dabei vor allem einfache, verhältnismäßig billige Anlagen, wie Karren, Stapler und andere Kleinfördermitttel, in Betracht gekommen sind, ist im Hinblick auf die ja immer noch notleidende Wirtschaft wohl verständlich. In der regen Einführung solcher Transportmittel ist indes hauptsächlich ein Beweis für die quantitative Entwicklung der Fördertechnik, für die erfreulich zunehmende Erkenntnis ihres wirtschaftlichen Wertes zu erblicken, während die rein technischen Fortschritte dagegen im letzten Jahre zurücktreten.

Wenn man bei den Elektrokarren von der Schaffung weiterer Wagenformen durch Anpassung der Aufbauten an alle möglichen Sonderzwecke absieht (z. B. von Wasserbehältern für Sprengzwecke, von Kästen für Müll- und Schlammabfuhr, von Ausziehleitern für Montage-, Revisions- und Reinigungsarbeiten u. a. m.), so dürfte als wesentlichere technische Neuerung die Ausbildung der Elektrohubkarren mit einer hydraulischen Hebevorrichtung hervortreten. Während die AEG die Hubkolben mittels einer einfachen Handpumpe vortreibt (wobei die Plattform mit rd. 15 Hebelhüben in 15 s um 115 mm gehoben werden kann), benutzt die Maschinenfabrik Eßlingen eine elektrisch angetriebene Ölpumpe (die Pumpe und ihr Motor sind an der Seite des Führerstandes zu einem Block zusammengefaßt) und sucht dadurch die Hubzeit von der Arbeitslust des Fahrers unabhängig zu machen und Beschädigungen durch ungeschickte Handhabung auszuschließen.

Auch in der für Vorspanndienste durchgebildeten Bauart des Elektrokarrens als sogenannter Elektroschlepper hat sich dieses ebenso kompakte wie anpassungs- und leistungsfähige Transportmittel weiteren Eingang, namentlich in Fuhr- und Rangierbetriebe, verschafft. In letzteren sogar mit Schienenfahrbarkeit als sogenannte Schienenschlepper (Eßlingen). Der dadurch geschaffene Ersatz der dampfbetriebenen Verschiebelokomotiven durch strombetriebene Fahrzeuge stellt einen interessanten Beitrag zur fortschreitenden Elektrisierung der Bahnbetriebe dar.

In der Maschinenindustrie kann die mit einem Elektrokarren im Vergleich zum Handtransport erzielbare Jahresersparnis zu rd. 11 000 RM angenommen werden, im Bahn- und Postverkehr zu rd. 7000 RM (infolge der hier durchschnittlich kürzeren Fahrwege, aber längeren Ladezeiten). Wie der Elektrokarren auf Grund seines erprobten wirtschaftlichen Nutzens auch im letztverflossenen Jahre sich steigende Anwendung besonders in solchen Betrieben errungen hat, in denen Stück- oder auch Schüttgüter bestimmungsgemäß zu bewegen sind, z. B. bei der Bahn und Post und Spedition, in Häfen und Hotels, so haben in den verschiedenartigsten Fabrikationsbetrieben hauptsächlich solche umlaufenden Fördermittel stark Eingang gefunden, die den zeitgemäßen Übergang zur Fließarbeit ermöglichen. Außer den bandartigen Förderern (Gurt- und Plattentransporteuren sowie Wandertischen) sind zu dieser Fließarbeit häufig umlaufende Ketten mit für die verschieden gestalteten Bearbeitungsgegenstände geeigneten Aufnahmegehängen, sog. Kreistransporteure, in Anwendung gekommen. Auch für die recht weitgehende Einführung dieser unübertrefflich einfachen Anlagen, die sowohl horizontal- als auch raumbeweglich in leichtester Weise selbst nachträglich aufgestellt und betrieben werden können, dürfte ihre dementsprechende Billigkeit oft wieder entscheidend gewesen sein. — Zur Kennzeichnung der mit ungemein großer baulicher Anpassungsfähigkeit gepaarten vielseitigen Verwendbarkeit und betrieblichen Bedürfnislosigkeit einer solchen Anlage sei nur auf eine jüngste Ausführung (Schenck) für eine Fahrradfabrik verwiesen: Der Kreistransporteur durchläuft hier mit teils erheblichen Steigungen und Kurven und unter Freilassung einer zwischenliegenden Etage das erste Stockwerk und das Dachgeschoß und dient nicht nur zum Transport von Fahrradteilen aller Art, sondern auch dazu, diese an bestimmten Stellen in Tauchgefäße abzusetzen, um sie mit einem Lacküberzug zu versehen. Bei einer Gesamtlänge der Anlage von etwas mehr als 100 m und einer Fördergeschwindigkeit von normal 1,1, maximal 2,35 m/min genügt zum Antrieb ein Motor von nur 0,5 PS!

Im Aufzugsbau haben Rücksichten auf die Sicherheit und Bequemlichkeit der Benutzung die Feineinstellungsvorrichtungen entstehen lassen, die mit dem Inkrafttreten der neuen Aufzugsvorschriften in Deutschland im vergangenen Jahre zur Ausführung gelangt sind. Ihr Zweck ist die selbsttätige Herbeiführung einer mit dem Stockwerksfußboden jeweils bündigen Einstellung des Kabinenfußbodens, also das besonders bei Druckknopfsteuerung erfahrungsgemäß leicht eintretende ungenaue Halten des Fahrkorbes und die für dessen Benutzung sowohl bei reinem Personen- als besonders bei Fahrzeugverkehr (z. B. mit Krankenwagen oder Elektrokarren) so lästige, ja gefährliche Stufenbildung zu vermeiden. Das Zubehör der neuen Hilfseinrichtung besteht, in der Ausbildung der Carl Flohr A. G., im wesentlichen aus einem kleinen Feineinstellungsmotor, der über ein Vorgelege und eine Kuppelung den Hauptmotor und damit die Aufzugsmaschine mit einer Geschwindigkeit von nur einem kleinen Bruchteil ($^1/_{10}$ bis $^1/_{25}$) der normalen Betriebsgeschwindigkeit antreiben kann. Die Betätigung jenes Feineinstellungsmotors erfolgt durch einen am Fahrkorb angebrachten und durch Gleitkurven beeinflußten Apparat: Sobald der Fahrkorb am Stockwerk zum Halten gekommen ist, beginnt die Feineinstellung selbsttätig zu arbeiten und fährt den Kabinenboden in das Stockwerksniveau genau ein.

Andere Bauarten, z. B. von Armin Tenner, benutzen den gleichen Antriebsmotor für Normal- und Feineinstellbetrieb, jedoch einen umschaltbaren Bremsmotor, der für das Bremslüften und Umschalten verwendet wird, wohingegen die sonst übliche einfache Kuppelung zwischen Hauptmotor und Winde als besondere aus- und einrückbare Getriebekuppelung ausgebildet ist. Ist nun bei ungenauem Halten der auf der Kabine angebrachte Feinsteuerapparat durch die im Schacht befestigten Gleitschienen in Tätigkeit gesetzt, so bewirken die dadurch eingeschalteten Kontakte die Umschaltung des Bremsmotors und die Ausrückung der Getriebekonuskuppelung zwischen Hauptmotor und Winde. Infolgedessen arbeitet der Motor jetzt über das Übersetzungsgetriebe auf die Winde, wodurch der Fahrkorb mit stark verminderter Geschwindigkeit fährt, bis die Gleitschiene abgelaufen ist, d. h. die Fußböden

bündig stehen. Bei der auf rund ein Zehntel der normalen verringerten Geschwindigkeit ist der Bremsweg sehr gering und ein genaues Halten gewährleistet.

Für die Entwicklung des Aufzugsbaues besonders kennzeichnend ist auch im Berichtsjahr die weitere Einführung der Treibscheibenwinden gewesen. Sie wurde nicht nur durch den im Vergleich zu den Trommelmaschinen wesentlich geringeren Bedarf an Platz, Material, Gewicht und Kosten begünstigt, sondern vor allem durch die Normungsbestrebungen, die sich, der Not gehorchend, ja auch bei uns immer mehr geltend machen. Während aber in den V. S. Amerika, aus denen diese Treibscheibenaufzüge ebenso wie die erwähnten Elektrokarren und Fließarbeitstransporte sowie die noch zu nennenden Rolltreppen und Kabelkrane stammen, während dort bei den oft bedeutenden Hubhöhen und teueren Bodenpreisen die Ersparnisse durch Verwendung solcher gedrängten Winden meist beträchtlich und ausschlaggebend sind, fallen sie bei unseren bescheideneren Verhältnissen weniger ins Gewicht. Vielmehr wird hier die Rücksicht auf die geringere Seilabnutzung bei Trommelwinden diese auch in Zukunft vorläufig wohl noch weiter bestehen lassen.

Als eine Neuerung in der Aufzugstechnik, die bauliche und betriebliche Vorteile mit Erfolg anstrebt, ist im verflossenen Jahre die Aufzugsmaschine mit Verschiebeanker-Motor (Flohr) bekannt geworden. Solche Elektromotoren sind an sich vom Kraftfahrzeugbau her wohl bekannt; ihre Anwendung im Aufzugsbau zeitigt indes eine Reihe günstiger Folgen. Die Wirkungsweise eines solchen Motors mit Verschiebeanker besteht darin, daß dieser, sobald der Motor einen Stromimpuls erhält, die (Backen-)Bremse lüftet, die in stromlosem Zustande durch Federdruck geschlossen war. Durch die Benutzung der Verschiebekraft des Ankers zur Lüftung der Bremse kann der sonst, bei Elektromotoren mit festem Anker, erforderliche Bremsmagnet mit all seinen ungünstigen Begleiterscheinungen fortfallen: der nicht unbeträchtliche Platzbedarf, die Mehrverlegung von elektrischer Leitung mit ihren Fehler- und Störungsquellen, die Gefahr des Durchbrennens der Magnetspulen, das schlagende Geräusch u. a. m. Die mit der neuen Bauart insbesondere erzielbare Raumersparnis sei durch die Gegenüberstellung der Bauhöhen und -längen von rd. 700 bzw. 800 mm bei der alten und 400 bzw. 700 mm bei der neuen Maschine gleicher Leistung beleuchtet.

Im übrigen ist dem Wunsche der Fördermittelindustrie nach Vereinheitlichung der von ihr verwendeten Antriebsmaschinen inzwischen — z. B. von der AEG — Rechnung getragen worden durch Schaffung von Einheitsmotoren für aussetzenden Betrieb, bei denen die äußeren Hauptabmessungen (wie Achshöhe, Fußlöcher, Wellenstümpfe) für Gleichstrom- und für Drehstrommotoren übereinstimmen, so daß die gleichen Triebwerke für beide Stromarten benutzt werden können.

Als weitere Entwicklung der Transporttechnik, soweit sie der Personenbeförderung hierzulande dient, ist auch die letztjährige Einführung der Fahrtreppen (Otis, Flohr) in großen Kaufhäusern und Vergnügungstätten zu betrachten; z. B. bei Tietz in Berlin und Köln, bei Wertheim und im Lunapark zu Berlin. Schon früher hat man ja an solchen Orten besonders starken Menschenverkehrs die Bewältigung des letzteren durch stetig bewegte und deshalb besonders leistungsfähige Transportmittel versucht. Aber weder der Paternosteraufzug noch das umlaufende Schrägband haben sich dafür durchsetzen können, weil ihre Benutzung durch ein ebenso verschiedenartiges wie ungeübtes Publikum diesem zu unbequem war — beim Elevator durch die ständige Änderung der Niveauunterschiede zwischen Treppenpodest und Kabinenfußboden, beim Band durch die Schräglage der Trittfläche. Diese Nachteile vermeidet nun die für Deutschland neue (in Amerika schon seit drei Jahrzehnten als „escalator" benutzte) Rolltreppe, die gewissermaßen eine Kombination von Paternoster und Band ist und daher auch deren gemeinsame Leistungstärke aufweist: die beiden üblichen Ausführungen der Fahrtreppe in Breite von 0,6 und 1,2 m vermögen bei einer Fahrgeschwindigkeit von 0,45 m/s die außerordentliche Menge von 4000 bzw. 8000 Personen in der Stunde zu befördern!

Auf dem Gebiete des Kranbaues sind grundsätzliche und wesentliche technische Fortschritte aus dem letzten Jahre nicht bekannt geworden. Indessen hat die Entwicklung auch hier insofern nicht stillgestanden, als zunächst die immerhin neuere Bauart der Auslegerkrane mit wagerechter Lastwippbewegung, bei der bekanntlich das Lasteinziehen mit dem geringsten Energieaufwand erfolgt, nicht nur weitere Ausführungen in ihrem eigentlichen Anwendungsfeld, den Hafenbetrieben, erhalten hat, sondern als bei den neuesten Bauarten (Demag) mit der horizontalen Lastverschiebung auch eine wagerechte Bewegung der Auslegerspitze verbunden ist. Dadurch wird (ähnlich wie es für sich allein allerdings schon bei einer älteren Bleichertschen Ausführung von lenkerbewegten Kranauslegern für Hamburg-Grasbrook der Fall ist) der Auslegerkopf in zweckentsprechendster Weise unter die Schiffstakelage und Antennen geschoben, ohne mit diesen selbst in schadenbringende Berührung zu kommen.

Der Bau von Verladebrücken brachte neben der Inbetriebsetzung der beiden Erzverladebrücken (Demag) im Rotterdam-Vlaardinger Hafen — in bezug auf die Tragkraft (30 t) heute wohl die stärksten — namentlich an Abraumverladebrücken eine noch weitere Zunahme der Abmessungen und Leistungsfähigkeit. Die vor kaum drei Jahren von der ATG geschaffene Brücke für die Plessaer Braunkohlenwerke, die mit ihrer 125 m-Spannweite und 500 m^3-Stundenleistung damals einen Aufsehen erregenden Rekord darstellte, ist inzwischen mehrfach übertroffen worden: vor allem von der (schräggestellten) Abraumbrücke, gleichfalls von der ATG für den rheinischen Tagebau Neurath geliefert, die 160 m horizontal gemessene Spannweite, mit dem einseitigen Ausleger 210 m Gesamtlänge und 800 m^3/h Leistung aufweist! Interessant bei dieser Förderbrücke auch in werkstofflicher Hinsicht ist, daß bei ihr mit Rücksicht auf die gewaltigen Abmessungen und Gewichte zum ersten Male der Hochbaustahl St 48 verwendet und dadurch eine sehr beträchtliche Gewichtsersparnis erzielt worden ist. Trotzdem wiegt die betriebsfertige Brücke, die auf nicht weniger als 72 Laufrädern ruht, noch 1140 t. Bei der wegen des stark einfallenden Flözes teils recht unebenen Fahrbahn bzw. häufigen Veränderung des Drehmomentes an der Motorwelle und bei der erforderlichen Verschiedenartigkeit der Fahrgeschwindigkeiten der Brückenstützen an der Bagger- und der Haldenseite hat die Wahl der Steuerung für die Brückenfahrmotoren besondere Schwierigkeiten geboten. Diese sind von der AEG durch Einbau einer selbsttätigen Drehstrom-Bremsschaltung für zwei Motoren gelöst worden, wobei durch Anordnung von Spannungswächtern das für den jeweiligen Belastungszustand erforderliche Kraft- oder auch Bremsmoment wenigstens bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der Aufmerksamkeit des Führers eingeschaltet wird.

Wenn auch die letztzeitige Entwicklung der Fördertechnik hauptsächlich durch technische Weiterbildung und praktische Ingebrauchnahme von Kleinfördermitteln sich geäußert hat, so sind doch — aus dem wirtschaftlich besser gestellten Auslande — auch noch einige weitere Ausführungen bekannt geworden, die geradezu als Rekord in bezug auf ihre Abmessung, Trag- oder Leistungsfähigkeit anzusprechen sind: z. B. eine Elektrohängebahnanlage für Ballentransport bei der Terminal Warehouse Co. in Manchester, Texas, die für den Verkehr von 150 Fahrzeugen eine Schienenlänge von 5180 m aufweist; ferner eine Schiffs- und Speicherverladeanlage (Heckel) für Kali im Hafen von Antwerpen, bestehend u. a. aus 35 Bandförderern von 2200 m Gesamtlänge, die bei 700 t/h Leistung zu ihrem Antrieb nicht weniger als 46 Motoren von zusammen 1000 PS benötigt. Auch der für die französische Kriegsmarine im Arsenal zu Gâvre aufgestellte fahr- und versetzbare Bockkran für 480 t Last (Dayde) verdient, als der zur Zeit tragfähigste Kran, an dieser Stelle Erwähnung[1].

Die Fördertechnik des vergangenen Jahres weist außer den vorgenannten, wohl besonders kennzeichnenden oder neuartigen Beispielen natürlich noch zahllose Neuausführungen auf, die, wie z. B. die (aus der letztjährigen Literatur schon hinreichend bekannt gewordenen) reinen und die brückenmäßigen Kabelkrane, die einseiligen Personenschwebebahnen, einesteils das fortschrittliche Streben der an Transportfragen interessierten Kreise zur Schaffung leistungsfähiger und dennoch relativ billiger Fördermittel, andernteils und vor allem aber die weitgehenden wirtschaftlichen Auswirkungen solcher neuzeitlichen Fördermittel erkennen lassen.

Michenfelder.

[1] Vgl. S. 149.



Der neue Entwurf zu „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial (K. P. I./1928)“[1].

Von **A. Molly**, Oberingenieur des VDE, Berlin.

Die zur Zeit gültigen Arbeiten des VDE für Installationsmaterial, die von der Kommission für Installationsmaterial herausgegeben und von den Jahresversammlungen des VDE angenommen wurden, sind:

1. Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial. (Sonderdruck VDE 336.)
2. Vorschriften, Regeln und Normen für plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen 500 V. (Sonderdruck VDE 313.)
3. Vorschriften, Regeln und Normen für einpolige Drehschalter 6 A, 250 V. (Sonderdruck VDE 310.)
4. Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 6 A, 250 V. (Sonderdruck VDE 312.)
5. Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 10 A, 250 V. (Sonderdruck VDE 311.)
6. Vorschriften für die Prüfung von Isolierrohren mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech nach DIN VDE 9030. (Sonderdruck VDE 361.)
7. Vorschriften für die Prüfung von Stahlpanzerrohren nach DIN VDE 9010. (Sonderdruck VDE 361.)
8. Verschiedene Veröffentlichungen betr. Berührungsschutz.

Hierzu kommen noch 39 Normblätter.

Die grundlegende Arbeit: „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“ ist 1925 letztmalig geändert worden. Die Vorschriften für Isolierrohre sind 1926 beschlossen. Die übrigen oben erwähnten Arbeiten wurden bereits von der Jahresversammlung 1924 genehmigt.

Die Kommision hat ferner noch im Jahre 1924 „Leitsätze für die Untersuchung der Isolierteile von Installationsmaterialien“ sowie „Leitsätze für Installations-Selbstschalter“ bekanntgegeben. Beide Arbeiten sind jedoch bis jetzt nur ein Entwurf geblieben, da sie der Jahresversammlung des VDE noch nicht vorgelegt worden sind.

Die 1924 angenommenen Vorschriften für plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen, für einpolige Drehschalter 250 V, 6 A sowie für zweipolige Steckvorrichtungen 250 V für 6 und 10 A treten am 1. Juli 1928 in Kraft.

Es erschien nun zweckmäßig, alle vorerwähnten Arbeiten zu sichten und zusammenzufassen.

In mühevoller Kleinarbeit wurden alle Einzelbestimmungen von den Unterkommissionen, Arbeitsgruppen sowie auch von der Hauptkommission eingehend behandelt. Hierbei zeigte es sich wiederholt, daß auf Grund neuerer Erfahrungen an vielen Stellen der Vorschriften weitere Änderungen unbedingt notwendig seien.

Nachdem bis Anfang 1927 von den Unterkommissionen sowie auch von der Hauptkommission zu einzelnen grundsätzlichen Punkten Stellung genommen war, begann man den neuen Entwurf zu Vorschriften für Installationsmaterial zusammenzustellen.

Zunächst wurden die einzelnen Abschnitte von den Unterkommissionen durchberaten, die Änderungen den Arbeitsgruppen zur Behandlung überwiesen; von der Geschäftsstelle wurde dann der 1. Vorentwurf ausgearbeitet.

Nach der Lesung dieses Vorentwurfs durch die Unterkommissionen wurde nach nochmaliger Behandlung durch die Arbeitsgruppen der 2. Vorentwurf zusammengestellt, in dem die neuen Bestimmungen den alten Bestimmungen gegenübergestellt wurden. Es fand dann eine nochmalige Durcharbeitung durch die Unterkommissionen statt.

Das Ergebnis dieser umfangreichen Vorarbeiten wurde der Kommission für Installationsmaterial als „E n t w u r f“ zwecks Vorlage für die Jahresversammlung 1928 zur Behandlung in einer in Nürnberg anberaumten Sitzung vorgelegt. Schließlich haben noch einzelne Unterkommissionen sowie eine besondere Arbeitsgruppe sich mit der endgültigen redaktionellen Festlegung des Wortlautes beschäftigt.

Während die jetzigen Vorschriften nur 50 Paragraphen umfassen, enthält der neue Entwurf der K.P.I./1928 103 Paragraphen. Dieser erweiterte Umfang erklärt sich daraus, daß einmal die Bestimmungen, die bereits von der Jahresversammlung des VDE angenommen sind und am 1. Juli 1928 in Kraft treten sollen, in dem neuen Entwurf aufgenommen worden sind. Ferner ist ein neuer Abschnitt hinzugefügt, der die Bestimmungen über die Ausführung von Prüfungen entsprechend den bisherigen „Leitsätzen für die Untersuchung der Isolierteile von Installationsmaterialien“ enthält. Außerdem ist das Kapitel „Rohre und Zubehör“, das bisher nur sehr kurz war, durch Übernahme und Neueinfügung verschiedener Bestimmungen bedeutend erweitert worden. So wurden die umfangreichen „Vorschriften für die Prüfung von Isolierrohren mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech nach DIN VDE 9030“ sowie die „Vorschriften für Stahlpanzerrohre“ aufgenommen. Völlig neue Bestimmungen sind die „Vorschriften für Abzweigdosen aus imprägnierter Papiermasse mit verbleitem Eisenmantel zur Verlegung unter Putz“ sowie für „Abzweigdosen aus keramischen oder anderen Isolierstoffen zur Verlegung auf Putz“.

Die in den alten Vorschriften noch enthaltenen Zeichnungen und Angaben über Normen sind in dem neuen Entwurf gestrichen. Sie werden in Form von Normblättern herausgegeben; die bisherige Zahl der zu den Vorschriften für Installationsmaterial gehörenden Normblätter erhöht sich durch diese sowie durch ganz neue Normblätter von 39 auf etwa 50.

Die wichtigsten Änderungen der K. P. I./1928 gegenüber den zur Zeit gültigen Bestimmungen sind nachstehend kurz erörtert.

Da es sich als sehr zweckmäßig erwiesen hat, für die langen Titel der einzelnen VDE-Arbeiten eine abgekürzte Bezeichnung herauszugeben, wurde für die „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“ das Kurzzeichen K.P.I./1928 gewählt (**K**onstruktion, **P**rüfung, **I**nstallationsmaterial).

Der Bereich der K.P.I. ist zunächst auf Spannungen bis 750 V (Gleich- und Wechselspannung) begrenzt. Nicht enthalten in den neuen Vorschriften sind Bestimmungen über das Installationsmaterial für Kleinspannungen sowie über die noch in Bearbeitung der Unterkommission befindlichen Leitsätze für Installations-Selbstschalter.

Wie bereits erwähnt, treten verschiedene von der Jahresversammlung 1924 angenommene Arbeiten am 1. Juli 1928 in Kraft. Somit wurde auch das Inkrafttreten des neuen Entwurfes der K.P.I./1928 vorbehaltlich der Genehmigung durch die Jahresversammlung auf den 1. Juli 1928 festgelegt.

Da jedoch in den letzten Jahren mehrfach die Beobachtung gemacht wurde, daß die Festsetzung nur eines einzigen Termins gewisse Schwierigkeiten ergibt, wurde ein zweiter Geltungstermin vorgesehen, und zwar der 1. Juli 1930. Der erste Termin (1. Juli 1928) gilt unbedingt für die Neuanfertigung von Installationsmaterialien. Die sich an diesen Termin anschließende Karenzzeit von zwei Jahren soll dazu dienen, vorhandene Lagerbestände an Halbteilen und Fertigfabrikaten aufzubrauchen, so daß bis zum 1. Juli 1930 noch Installationsmaterialien verwendet werden dürfen, die dem neuen Entwurf noch nicht entsprechen. Bemerkt sei jedoch, daß alles Installationsmaterial ab 1. Juli 1928 den b i s h e r i g e n „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial“, die am 1. Juli 1926 in Kraft getreten sind, sowie den eingangs erwähnten Vorschriften der Ziffern 2 bis 8 entsprechen muß.

Es ist zu wünschen, daß alle beteiligten Kreise sich streng an die Einhaltung der Termine halten, daß insbesondere von den Abnehmern nicht vorzeitig Installationsmaterialien verlangt werden, für die der endgültige Einführungstermin der 1. Juli 1930 ist.

Eingangs wurde bereits erwähnt, daß bei den Arbeiten der Unterkommissionen verschiedene weitergehende Verbesserungen der Vorschriften als notwendig erachtet wurden. Die hierdurch bedingten Änderungen der Bestimmungen sind in dem neuen Entwurf der K.P.I. erstmalig der Öffentlichkeit bekanntgegeben. F ü r d i e s e Ä n d e r u n g e n kann daher als Einführungstermin der 1. Juli 1928 noch nicht in Frage kommen, für sie ist daher ein besonderer Einführungstermin, und zwar der 1. Juli 1930 festgesetzt und hieran wiederum eine Karenzzeit von zwei Jahren, bis zum 1. Juli 1932, angeschlossen.

---

[1] Vgl. S. 157.

In einzelnen Paragraphen des neuen Entwurfes, die also noch nicht von den Jahresversammlungen des VDE beschlossene Bestimmungen enthalten, sind daher diese Sondertermine besonders angegeben (z. B. gültig ab 1. Juli 1930/32).

Im inneren Aufbau unterscheidet sich der neue Entwurf der K.P.I./1928 von dem bisher gültigen Wortlaut der Vorschriften nicht wesentlich.

In einem besonderen Abschnitt sind wiederum verschiedene Begriffsbestimmungen zusammengestellt. Neu festgelegt ist der Begriff der „Schaltfeuersicherheit" sowie der der „Glutsicherheit", ferner der Begriff der Luftstrecke (§ 3 f). Im übrigen sind die bereits vorhandenen Begriffserklärungen genauer umschrieben worden.

Sehr wichtig ist der sich an die Begriffsbestimmungen anschließende Abschnitt „Allgemeines" (§§ 4 bis 13), der die grundlegenden Vorschriften für alles Installationsmaterial enthält.

Besonders hervorzuheben ist es, daß in § 7 allgemein für Installationsmaterial Bestimmungen über Kriech- und Luftstrecken gemacht werden. Bisher war eine Bestimmung über Kriechstrecken (3 mm) nur bei Fassungen vorgesehen. Jetzt werden Unterschiede zwischen den einzelnen Nennspannungen 250, 380/500 und 750 V gemacht und außer für die Kriechstrecken auch Kleinstmaße für die kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität sowie für die kürzeste Luftstrecke zwischen spannungführenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen oder der Wand festgelegt. Auch sind erstmalig Bestimmungen über die notwendige Schichtdicke der Vergußmassen festgelegt.

Bezüglich der Nennspannungen sei erwähnt, daß für alles Installationsmaterial, mit Ausnahme der Sicherungen, für die Spannungsstufe 500 V festgelegt wurde, daß Material für 500 V auch für 550 V verwendbar ist. Diese Bestimmung ist mit Rücksicht auf die in Bahnanlagen vorkommenden Spannungen eingeführt worden. So wird es vermieden, eine besondere Spannungsstufe, 550 V, vorzusehen, was nicht nötig ist, da Installationsmaterial für 500 V auch einer Spannung von 550 V standhält.

Bisher fehlende Angaben über die Bemessung der Erdanschlußvorrichtung sind in § 9 nachgeholt.

Wichtig ist es, daß künftig Leitungsdrähte nur noch durch Verschraubung an den Apparaten befestigt werden dürfen (§ 10). Im alten Wortlaut der Vorschriften waren noch „gleichwertige Mittel" zugelassen. Diese Bestimmung ist in Fortfall gekommen, da eine Entscheidung, was als „gleichwertige Mittel" anzusehen ist, nicht gefällt werden kann.

Bisher mußten nicht keramische gummifreie Isolierstoffpreßteile durch ein Ursprungzeichen, eine Klassenbezeichnung und durch ein Warenzeichen gekennzeichnet sein. Diese Bestimmung ist nunmehr auf alle nichtkeramischen Isolierstoffpreßteile ausgedehnt worden (§ 12).

Als Neuerung sei erwähnt, daß in § 13 der K.P.I./1928 die Angaben für die Aufschriften, die alle Installationsmaterialien tragen müssen, übersichtlich zusammengestellt sind.

In dem Abschnitt „Dosenschalter" (§§ 14 bis 29) ist besonders hervorzuheben, daß künftig bei 250 V als geringster zulässiger Nennstrom für Ausschalter und Umschalter 6 A gefordert wird (§ 14).

Ferner sind künftig Angaben über Spannung, Strom usw. auf Schalterkappen unzulässig, da durch abnehmbare Kappen Verwechslungen zwischen Schaltern verschiedener Stromstärken sowie verschiedener Herkunft möglich sind (§ 16).

Sehr langwieriger Verhandlungen bedurfte es, um den Wortlaut des § 20, der die Bedienungselemente für Schalter behandelt, festzulegen. Griffe, Knebel und Drücker müssen aus Isolierstoff bestehen. Nach den Errichtungsvorschriften ist für diese Teile Isolierstoff oder eine Umkleidung aus haltbarem Isolierstoff zulässig. Man hat sich jedoch auf den Standpunkt gestellt, daß bei Dosenschaltern die Bedienungselemente ganz aus Isolierstoff bestehen müssen, und hat die Umkleidung aus Isolierstoff verworfen, da eine Umkleidung nie so mechanisch sicher ist wie ein vollständig aus Isolierstoff hergestelltes Bedienungselement.

Bei Steckschlüsseln muß eine Ausnahme zugelassen werden, da für diese ein Werkstoff, der den mechanischen Beanspruchungen gewachsen ist, schwer zu finden ist.

Besondere Aufmerksamkeit muß den Übertragungsorganen zur Bedienung der Stangen- und Zugschalter gewidmet werden; gefordert wird, daß zwischen den Übertragungsorganen und dem Schalter ein mit letztem fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein muß.

Bemerkt sei noch, daß zweckmäßigerweise der Griff an Dosenschaltern so auszubilden ist, daß ein Anhängen von Gegenständen erschwert ist (§ 21). Eine Neuerung ist es, daß künftig die Schaltstellung bei mehrpoligen Ausschaltern erkennbar sein muß (§ 22).

In den Prüfbestimmungen für die Dosenschalter wird neu gefordert, daß der Isolationswiderstand zwischen den Anschlußklemmen und den Befestigungsschrauben sowie der Achse bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 0,5 *M*Ω ist. Es hat sich nämlich gezeigt, daß Schalter zwar der Spannungsprüfung widerstanden, daß aber durch die Isolierteile bzw. auf deren Oberfläche ein Stromübergang stattfinden kann (§ 23). Diese Prüfung wird übrigens für alle Installationsmaterialien gefordert.

Übernommen aus den bisherigen „Leitsätzen für die Untersuchung der Isolierteile von Installationsmaterialien" sind die Bestimmungen über die Prüfung der mechanischen Festigkeit von Kappen (§ 27) sowie der Wärmesicherheit der Isolierteile (§ 28). Für letzte wird gefordert, daß die Isolierteile der Dosenschalter, die mit spannungführenden Teilen in Berührung kommen oder kommen können, bei der Prüfung auf Wärmesicherheit auf 100° und daß alle übrigen Isolierteile der Dosenschalter hierbei auf 70° erwärmt werden müssen. Es ist jedoch bereits vorgesehen, daß vom 1. Juli 1930 ab für die Wärmesicherheit allgemein die Stufe von 100° gefordert wird.

In Aussicht genommen ist es ferner, die Bestimmungen über die Prüfung der Feuersicherheit genau festzulegen. Die entsprechenden Bestimmungen konnten jedoch noch nicht herausgegeben werden, da diese Frage zunächst noch von der Kommission für Isolierstoffe eingehend behandelt wird. Bemerkt sei jedoch, daß an Stelle des Begriffes „Feuersicherheit" künftig wohl die Begriffe „Schaltfeuersicherheit und Glutsicherheit" eingeführt werden.

Auf dem Gebiet der Steckvorrichtungen (§§ 30 bis 45 der K.P.I./1928) ist die Tatsache von besonderer Bedeutung, daß man dahin strebt, künftig als niedrigste Nennstromstärke nicht wie bisher 6 A, sondern 10 A einzuführen. Um diesen Bestrebungen Rechnung zu tragen, sind zunächst alle Konstruktionsangaben für die 6 A-Steckdose in Fortfall gekommen. Mit Rücksicht auf vorhandene Steckdosen 6 A müssen jedoch bis auf weiteres Stecker für 6 A noch bleiben. Erinnert sei daran, daß diese 6 A-Stecker auch in die vorschriftsmäßigen 10 A-Dosen passen, da diese 10 A-Dosen federnde Kontakte haben müssen.

Von vielen Verbrauchern wird bisher die Polunverwechselbarkeit der Steckvorrichtungen gefordert. In den alten Vorschriften für Installationsmaterial waren auch polunverwechselbare Steckvorrichtungen vorgesehen. Nunmehr ist festgelegt worden, daß für zweipolige Steckvorrichtungen eine Polunverwechselbarkeit in den Vorschriften nicht gefordert wird.

Von vielen Abnehmern wurden bisher auch Steckdosen mit Sicherungen verlangt. Als Sicherungen dienen meist Papplamellen, die an und für sich schon nicht vorschriftsmäßig sind, da die Träger spannungführender Teile auf feuer- und feuchtigkeitsicheren Körpern angebracht sein müssen, was bei der Papplamelle jedoch nicht der Fall ist. Tatsache ist es ferner, daß fast alle Sicherungen in Steckdosen nach kurzer Zeit durch Nägel, Heftklammern, Haarnadeln und ähnliche Metallteile überbrückt werden. Ein wirkliches Bedürfnis für Steckdosen mit Sicherungen liegt daher nicht vor. Der neue Entwurf enthält daher auch keine Angaben über derartiges Installationsmaterial.

Nach den bisherigen Bestimmungen ist für die Kappen der Steckdosen unter anderen eine haltbare Isolierauskleidung zulässig. Da dieses im Gegensatz zu den Errichtungsvorschriften steht, fordert der neue Entwurf, daß der Berührung zugängliche Teile der Dose und des Steckerkörpers, wenn sie nicht für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt sind, aus Isolierstoff bestehen müssen. Mit Rücksicht auf etwa vorhandene Lagerbestände sind jedoch bis zum 1. Juli 1930 Metallkappen mit einer haltbaren Isolierauskleidung zulässig.

Sehr wichtig ist es, daß künftig Muttern auf den Steckerstiften zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper nicht mehr zulässig sind; auch sind Stifte mit Bunden künftig verboten. Letzte Forderung ist notwendig geworden, da die bisher geforderte Einsenkung an den Hülsen in der Abdeckung der Steckdose in Fortfall gekommen ist (§ 34).

Besondere Aufmerksamkeit widmet der neue Entwurf der K. P. I./1928 dem Leitungsanschluß und der Zugentlastung an Steckern, da gerade an diesen Stellen die meisten Fehler auftreten.

Auf Grund des bisherigen allgemein gehaltenen Wortlautes war es möglich, Steckerkonstruktionen herauszu-



bringen, die zwar dem Wortlaut nach den Vorschriften entsprachen, aber keineswegs eine sichere und technisch einwandfreie Herstellung der Zugentlastung ermöglichten. Erinnert sei hier an Stecker, bei denen die Zugentlastung in einem Bindfaden besteht, der in irgendeiner Weise verknotet wird.

Nunmehr muß die Ausführung der Zugentlastung mittels besonderer in der Konstruktion des Steckers vorgesehener Teile leicht erkennbar und ausführbar sein (§ 35). Sie soll möglichst ohne Verwendung besonderer, nicht im Stecker enthaltener Teile ausgeführt werden.

Die bisher in den VDE-Bestimmungen enthaltene Regel bezüglich Mehrteiligkeit der Stecker ist in eine Vorschrift geändert worden, da bei einteiligen Steckern ein einwandfreies Anschließen der Leitungen, Berührungsschutz und Zugentlastung sowie Verdrehungsschutz ausgeschlossen ist (§ 36).

Die Prüfbestimmungen für Steckvorrichtungen sind ebenfalls wie die für Schalter erweitert worden. Der § 39 sieht eine Messung des Isolationswiderstandes vor. Der § 43 enthält die Prüfbestimmungen in bezug auf die mechanische Festigkeit der Kappen und Stecker. Was über die Wärmesicherheit und Feuersicherheit bei den Dosenschaltern gesagt ist, gilt auch für die Prüfung der Steckvorrichtungen. Neu eingeführt ist die Prüfung der Zugentlastung und des Verdrehungschutzes (§ 42).

Gegenüber den bisherigen Vorschriften für „Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz" weist der neue Entwurf nur wenig Änderungen auf (§§ 46 ÷ 53).

Neu ist es, daß die Stöpselköpfe, sofern sie eine Öffnung für einen Unterbrechungsmelder haben, künftig durch ein Fenster abgeschlossen sein müssen (§ 47).

Allgemein wird gefordert, daß Schmelzeinsätze, die in Sicherungsockeln mit Edison-Gewinde eingesetzt werden, einen Unterbrechungsmelder haben müssen. Bemerkt sei, daß dieser Forderung künftighin auch alle Mehrfachsicherungen unterliegen (§ 48).

Für „Fassungen" (§§ 54 bis 73) sind die zulässigen Höchstbelastungen festgelegt.

Schaltfassungen mit Edison-Gewinde müssen künftig die Aufschrift: „2 A" haben. Dies wird mit Rücksicht auf die Verwendung von Steckerfassungen, Schraubsteckern usw. gefordert. Die Aufschrift soll ein Anhaltspunkt dafür sein, daß derartige Fassungen nicht höher als mit 2 A belastet werden dürfen. Es hat sich leider als unmöglich herausgestellt, Bestimmungen gegen unsachgemäße Verwendung von Fassungs- oder Schraubsteckern und dgl. aufzustellen. Oft ist die Belastungstromstärke der Fassung bei Verwendung derartiger Zwischenglieder bedeutend größer als 2 A, wenn z. B., wie es sehr oft vorkommt, eine Lampe, ein Bügeleisen, eine Kaffeemaschine und womöglich noch ein Ofen gleichzeitig von einer Fassung aus durch einen Fassungstecker gespeist werden. Die hierdurch bedingte unzulässige Erwärmung sowie das Stehfeuer bei Betätigung der Schaltfassung können leicht zu Bränden führen (§ 55).

Nicht unerwähnt sei, daß Fassungstecker in allen Teilen den Vorschriften für Installationsmaterial, insbesondere in bezug auf den Berührungschutz, entsprechen müssen. Nach den vorhergehenden Ausführungen dürfen aus ihnen nicht mehr als 2 A entnommen werden.

Bisher war eine Bestimmung in dem alten § 36 der Vorschriften, nach der der Gewindekorb und die Anschlußkontakte aus Kupfer oder einer mindestens 80 % Kupfer enthaltenden Legierung bestehen sollten. Jetzt wird in § 56 vorgeschrieben, daß diese Teile aus Kupfer oder Kupferlegierung bestehen müssen. Für die Gewindehülse selbst muß ab 1. Juli 1930 Kupfer oder eine mindestens 85-prozentige Kupferlegierung verwendet werden.

Besondere Schwierigkeiten machen Gewindehülsen aus Porzellan und sonstigen keramischen Stoffen in bezug auf die zulässigen Toleranzen. Die Hersteller dieser Isolierteile haben sich bereit erklärt, diese mit einem Ursprungzeichen zu versehen, damit jederzeit festgestellt werden kann, welche Erzeugnisse zu Schwierigkeiten Anlaß geben. Falls die Mängel in bezug auf die Toleranzen nicht behoben werden, so soll vom 1. Juli 1930 durch die Kommission für Installationsmaterial ein Beschluß herbeigeführt werden, ob keramischer Werkstoff künftig für die Gewindehülse beibehalten werden kann.

Von einschneidender Bedeutung wird es sein, daß die Befestigung der Fassung an Beleuchtungskörpern nicht mehr durch eine Madenschraube zulässig ist. Die Nippelmutter, d. h. die mit Gewinde versehene Einführungsöffnung am Fassungsboden muß künftig gegen eine Lockerung vom Nippel am Beleuchtungskörper (Rohrnippel, Zwischennippel usw.) im Innern des Fassungsbodens gesichert werden können. Durch diese Neuerung werden die Klagen über unzweckmäßige und schwierige Montage der Fassungen an Beleuchtungskörpern, z. B. bei Verwendung von Kaschierungen, hoffentlich verschwinden.

Auf Wunsch der Elektrizitätswerke soll künftig die Wandstärke des Gewindekorbes sowie des Mantels und Fassungsbodens im fertigen Zustande 0,35 mm bei der Fassung E 27 sein. Im Ausland wird bereits von einigen Ländern dieses Maß verlangt.

Wie bei Schaltern hat man auch bei Schaltfassungen in dem neuen Entwurf der K. P. I. den Bedienungselementen, insbesondere bei Zugkettenfassungen, erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet. Der § 62 fordert, daß Bedienungsorgane für Zugkettenfassungen, falls sie aus Metall bestehen, gegen Metallteile des Mechanismus isoliert sein müssen. Ferner müssen Metallteile der mit dem Mechanismus in Verbindung stehenden Bedienungsvorrichtungen, deren Isolierteile außerhalb des Fassungsmantels angebracht sind, an der Manteldurchgangstelle in Isolierstoff lagern und so geführt sein, daß sie auch mit nicht spannungführenden Teilen der Fassung bei ordnungsmäßiger Bedienung nicht in Berührung kommen können. Diese Forderung ist mit Rücksicht auf das evtl. Versagen der Isolation spannungführender Teile gegen den Mechanismus erhoben worden.

In den Prüfvorschriften ist bei der Prüfung der mechanischen Haltbarkeit die bisher vorgesehene hundertmalige Betätigung auf 500 erhöht worden (§ 67). Neu eingeführt ist die Prüfung des Isolierzwischenstückes an Zugkettenfassungen (§ 71) und die Prüfung auf mechanische Festigkeit der Fassungsmäntel und Gewindehülsen (§ 72).

Ferner sind aus den bisherigen „Leitsätzen für die Untersuchung der Isolierteile von Installationsmaterialien" die Anforderungen über die Wärmesicherheit übernommen. Erwähnt sei, daß für Fassungen E 40 die Isolierteile bei der Erwärmungsprüfung auf 300 ° erwärmt werden müssen (§ 70).

Die §§ 74 bis 77 enthalten die Bestimmungen über Armaturen, Kaschierungen und Fassungsnippel. Hauptsächlich sind es Vorschriften über den Berührungschutz.

Die früher verhältnismäßig kurz gefaßten Bestimmungen über Handleuchter sind wesentlich erweitert; es müssen ihnen auch die Maschinenleuchter, ortsveränderliche Werktischleuchter sowie Backofenleuchter entsprechen.

Als normale Nennspannung für Handleuchter galt u. a. bisher auch 1000 V. Diese Spannungstufe wird jedoch als nicht unbedingt notwendig erachtet und durch 750 V ersetzt (§ 78).

Neu aufgenommen in dem Abschnitt Handleuchter sind die in den „Leitsätzen für die Untersuchung der Isolierteile von Installationsmaterialien" enthaltenen Anforderungen in bezug auf die mechanische Festigkeit sowie die Bestimmungen über die Prüfung der Zugentlastung und des Verdrehungschutzes (§ 85).

Die Bestimmungen über die Wärmesicherheit sind durch Erhöhung der Erwärmungstemperatur bei der Prüfung verschärft worden (§ 86).

Auf keinem Gebiet des Installationsmaterials sind in letzter Zeit die Hersteller und Verbraucher so unsicher gewesen, wie bei den Verteilungstafeln und bei deren Zubehörteilen, wie Schalttafelklemmen. Der neue § 88 macht diesem Zustand ein Ende, da in ihm klar zum Ausdruck gebracht wird, in welcher Weise die Forderungen der Errichtungsvorschriften zu erfüllen sind. Die wichtigste Vorschrift ist die, daß Verteilungstafeln, die nicht von der Rückseite zugänglich sind, so beschaffen sein müssen, daß die Zu- und Ableitungen nach Befestigung der Tafel auf der Vorderseite oder am Rand angeschlossen werden können. Die Klemmstellen der Zu- und Ableitungen dürfen nicht auf der Rückseite liegen, das Durchführen dieser Leitungen von der Rückseite durch einzelne Bohrungen der Tafel oder durch Hohlklemmen ist nicht zulässig.

Durch diese Bestimmung werden all die unglücklichen Konstruktionen aus der Welt geschafft, bei denen die Leitungsdrähte teilweise durch Bohrungen der Bolzen nach der Vorderseite der Tafel geführt, teilweise durch alle möglichen Vorrichtungen hinter der Tafel festgeschraubt werden sollen.

Sehr wichtig ist es auch, daß die auf der Vorderseite der Tafel vorhandenen spannungführenden blanken Metallteile gegen zufällige Berührung geschützt sein müssen, und daß die hierzu notwendigen Abdeckungen nur mittels Werkzeug entfernbar sein dürfen.

Wie bereits eingangs erwähnt, hat der Abschnitt „Isolierrohre und Zubehör" gegenüber den anderen Abschnitten des alten Wortlautes der K. P. I. die größte Erweiterung erfahren (§§ 89 bis 94).



In § 89 sind die Bestimmungen für Isolierrohre mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech übernommen. Gegenüber der bisherigen Fassung ist in diesen Vorschriften geändert, daß die Kennzeichen (Ursprungzeichen, VDE-Zeichen) in Abständen von etwa 1 m gegenüber dem Falz angebracht sein müssen.

Für die Verbleiungstärke wird künftig gefordert, daß das Bleigewicht je dm² nicht mehr 4,5, sondern 4 g sein muß. Diese Vorschrift gilt als erfüllt, wenn in keinem Fall 3,4 g unterschritten wird.

Der § 90 enthält ganz neue Bestimmungen über Abzweigdosen aus imprägnierter Papiermasse mit verbleitem Eisenmantel zur Verlegung unter Putz. Aus diesen Vorschriften ist besonders zu erwähnen, daß der lichte Durchmesser der Dosen mindestens 70 mm und die lichte Höhe bei eingesetztem Deckel mindestens 35 mm sein muß. Um eine Austauschbarkeit der Deckel zwischen verschiedenen Fabrikaten zu ermöglichen, sind entsprechende Bestimmungen und Lehrenangaben gemacht. Auch Prüfvorschriften, insbesondere auch für die Befestigung der Klemmen in den Einlegekörpern, sind neu aufgestellt worden.

Ganz neu sind ferner die Vorschriften für Abzweigdosen aus keramischem oder anderem Isolierstoff zur Verlegung auf Putz (§ 91). Die Konstruktions- und Prüfvorschriften für diese lehnen sich an § 90 an.

Die bisherigen Vorschriften für Stahlpanzerrohre sind ohne jede Änderung als § 92 übernommen worden.

Die letzten Paragraphen des Entwurfes der K. P. I./1928 (§§ 95 bis 103) bilden den Abschnitt „Prüfung". Ein Teil der Prüfbestimmungen war bereits in den „Leitsätzen für die Untersuchung der Isolierteile von Installationsmaterialien" enthalten und ist mit sachlichen und redaktionellen Änderungen übernommen worden. Hervorzuheben ist, daß eine Trennung des Wortlautes der einzelnen Bestimmungen der bisherigen Leitsätze vorgenommen worden ist. Die an das Installationsmaterial zu stellenden Anforderungen sind in den vorhergehenden Abschnitten aufgenommen. In den §§ 95 bis 103 ist nur die jeweilige Prüfmethode festgelegt.

Auf einige Einzelheiten sei besonders hingewiesen: Bei der Prüfung auf Feuchtigkeitsicherheit (§ 95) wird nunmehr verlangt, daß die Temperatur des Prüflings 8 h lang vor Beginn der Prüfung auf die Raumtemperatur angeglichen wird. Die Prüfung selbst in der besonders beschriebenen Prüfvorrichtung dauert 16 h, während deren der Prüfling der Einwirkung der feuchten Luft ausgesetzt ist.

Neu aufgenommen ist die Prüfmethode zur Feststellung der mechanischen Festigkeit von nicht gekapselten Kragensteckern (§ 97), die Prüfung der Zugentlastung (§ 99) und die Prüfung des Verdrehungschutzes (§ 100).

Bei der Prüfung der Wärmesicherheit der Vergußmassen gilt die Erwärmungstemperatur, die auch bisher auf 70° festgesetzt war, nur für solche Teile, bei denen betriebsmäßig keine inneren Erwärmungen auftreten. Vergußmassen für Sicherungen müssen auf 130° bei der Prüfung erwärmt werden.

Wie bereits eingangs erwähnt, sind Maß- und Normangaben in dem Entwurf der K. P. I./1928 nicht mehr enthalten, da hierfür folgende Normblätter neu aufgestellt worden sind:

Entwurf DIN VDE 9404 Zweipolige Steckdose 25 A, 250 V.
„ „ „ 9410 Dreipolige Steckdose 6 A, 250 V.
„ „ „ 9414 Dreipolige Steckdose 25 A, 250 V.
„ „ „ 9405 Zweipoliger Stecker 25 A, 250 V.
„ „ „ 9411 Dreipoliger Stecker 6 A, 250 V.
„ „ „ 9415 Dreipoliger Stecker 25 A, 250 V.
„ „ „ 9650 Sockel für Soffittenlampen.
„ „ „ 9630 Lampensockel und Unverwechselbarkeitsring f. Pauschalfassungen.
„ „ „ 9616 Lehren für den Berührungschutz.
„ „ „ 450 Gewinde für Schutzgläser, Porzellan- und Gußkappen.
„ „ „ 9031 Abzweigdosen für Isolierrohr mit gefalztem Mantel, Deckelbefestigung.

Von den vorerwähnten Normblättern enthalten die Blätter für Steckdosen und Stecker sowie das Blatt DIN VDE 9630 nur Angaben, die bereits in dem bisherigen Wortlaut der Vorschriften für Installationsmaterial enthalten waren. Neu aufgestellt sind die Blätter über Sockel für Soffittenlampen (Entwurf DIN VDE 9650), Gewinde für Schutzgläser, Porzellan- und Gußkappen (Entwurf DIN VDE 450) und Abzweigdosen für Isolierrohr mit gefalztem Mantel (Entwurf DIN VDE 9031).

Für die bereits bestehenden Normblätter DIN VDE 9401 und 9402 ist eine neue erweiterte Ausgabe vorbereitet. In den Normen für Steckdosen für 10 A sind u. a. die bisher vorgesehenen Einsenkungen an den Einführungsöffnungen für die Steckerstifte in Fortfall gekommen. Die Lage der Zuleitung und damit die Anbringung der Einführungsöffnungen für die Leitungen sind angedeutet, außerdem sind einige Maße berichtigt worden.

In dem Normblatt zweipoliger Stecker 6 A (DIN VDE 9401) sind unter Berücksichtigung der vorerwähnten neuen Vorschriften für Stecker die in dem alten Normblatt angedeuteten Bunde gestrichen worden.

Zum Schluß sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es sich bei all diesen Bestimmungen, die nur eine Änderung gegenüber den bisher bestehenden Bestimmungen sind, es sich zunächst nur um einen Entwurf zu neuen Vorschriften handelt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß zu diesem Entwurf, der jetzt der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird, eine große Zahl von Abänderungsvorschlägen eingehen wird. Wie der endgültige Wortlaut der „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial" abgefaßt sein wird, läßt sich daher heute noch nicht voraussagen. Die eingehenden Wünsche und Anträge aus Hersteller- und Verbraucherkreisen werden von der Kommission für Installationsmaterial eingehend behandelt werden. Der aus diesen Arbeiten sich ergebende neue zweite Entwurf wird dann der Jahresversammlung des VDE 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt werden. Erst nach Annahme durch die Jahresversammlung des VDE treten die einzelnen Bestimmungen zu den jeweils festgesetzten Terminen in Kraft.

Lichtbogenwirkungen an Freileitungseilen.

Von Dr.-Ing. **Fuchs** und Dipl.-Ing. **Kaufmann**, Berlin.

Übersicht. Vollseile und Spezialseile[1] aus verschiedenen Leitungsbaustoffen wurden durch einen künstlich erzeugten Lichtbogen auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Abschmelzen untersucht. Die Zeitdauer, während der die Seile dem Lichtbogen standhielten, wird in einer Zahlentafel zusammengestellt und der Grad der Zerstörung in einzelnen Aufnahmen gezeigt.

In Freileitungsanlagen können durch Zusammenschlagen von Seilen, besonders bei Auftreten ungewöhnlich hoher Eis- und Windbelastungen oder äußeren Einwirkungen anderer Art, Kurzschlußlichtbogen entstehen, die zu Betriebstörungen führen können. Es wurde daher untersucht, welche Widerstandsfähigkeit die verschiedenen Freileitungsbaustoffe einer Lichtbogenwirkung entgegensetzen. Die Untersuchungen wurden an Kupfer, Aluminium, Stahlaluminium und der Aluminiumlegierung „Aldrey"[2] ausgeführt. Es wurden Seile aus diesen Stoffen von verschiedenen Querschnitten verwendet entsprechend Zahlentafel 1. Für die Versuche wurden die Seile mit einem ungefähr der Praxis entsprechenden Zug gespannt und die Zeit gemessen, in der ein künstlich erzeugter Lichtbogen das Seil zum Reißen bringt. Abb. 1 zeigt das Schaltbild. Als Stromquelle diente ein Generator von 750 kVA, der bei 2500 V Leerlauferregung ungefähr 350 A einphasigen Kurzschlußstrom lieferte. Der eine Pol der Maschine lag an einer isoliert aufgestellten Kupferschiene, welche die eine Elektrode für den Lichtbogen bildete und bis auf 3 mm an das gespannte Seil herangeschoben wurde. Der andere Pol wurde an ein Ende oder an beide Enden des Seiles angeschlossen. Die zweite Anordnung (Anordnung II „2 Schleifen") bezweckte, daß der Lichtbogen durch die Schleifenwirkung nicht weggeblasen wurde; er stand dann an einer Stelle des Seiles

[1] Unter der Bezeichnung Vollseil ist ein aus Runddrähten normal geschlagenes Freileitungseil verstanden. Unter der Bezeichnung Spezialseil sind Höchstspannungseile, wie z. B. Hohlseile, gemeint; solche sind in der ETZ mehrfach beschrieben worden.

[2] Z. Metallk. Bd. 19, S. 361.



Zahlentafel 1. Untersuchte Seile.

Nr.	Material	Querschnitt mm²	äquival. Kupferquerschn. mm²	Konstruktion (Drahtzahl u. Querschnitt)	Drahtfestigk. kg/mm²	Seilfestigk. kg/mm²	Durchm. mm
1	Kupfer	50	50	19 × 1,8	45	42	9
2	,,	50	50	7 × 3	45	42	9
3	,,	95	95	19 × 2,5	45	42	12,5
4	Alum.	50	30	7 × 3	19	18	9
5	,,	95	53	19 × 2,5	19	18	12,5
6	St.-Al.	15,2 St. 90 Al.	50	7 × 1,65 St. 26 × 2,1 Al.	120 19	29	13,5
7	,,	28,2 St. 165,8 Al.	95	7 × 2,25 St. 26 × 2,85 Al.	120 19	29	18,3
8	,,	36,16 St. 209 Al.	120	7 × 2,55 St. 26 × 3,2 Al.	120 19	29	20,6
9	Aldrey	35	20	7 × 2,35	35	33	7
10	,,	245	135	37 × 2,9	35	33	20
11	,,	335	200	Sonderkonst.	35	33	25
12	Kupfer	185	185	Hohlseil	45	40	25
13	,,	400	400	,,	45	40	42
14	Aldrey	185	100	,,	35	31	25
15	,,	400	225	,,	35	31	42

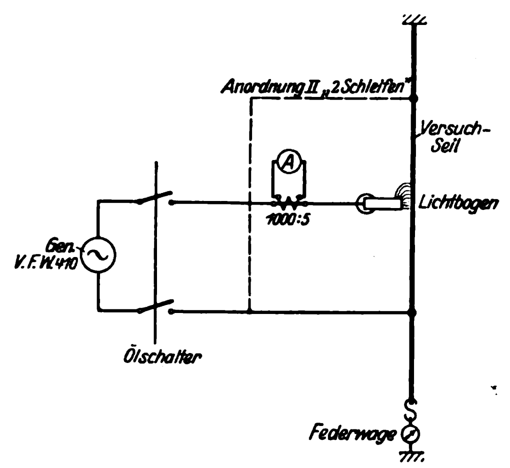


Abb. 1. Versuchsanordnung.

still. Im Stromkreis lag ein Stromwandler 1000/5 A zur direkten Stromablesung. Vor jedem Versuch wurde der Luftspalt zwischen den Elektroden (Kupferschiene—Seil) mit einem dünnen Kupferdraht überbrückt; der Vorgang selbst wurde durch Einschalten des Maschinen-Ölschalters eingeleitet. Das Abschalten geschah nicht von Hand, sondern die Lichtbogen rissen infolge ihrer natürlichen Blaswirkung oder beim Durchbrennen des Seiles von selbst ab. Die Versuche wurden in der Regel so lange wiederholt, bis das Seil durchgeschmolzen war und zerriß. In Zahlentafel 2 ist das Versuchsergebnis zusammengestellt. Im einzelnen ist zu den Versuchen zu bemerken:

Zahlentafel 2. Versuchsergebnisse.

Bezeichnung des Seiles	äquival. Kupferquerschnitt mm²	Sollspannung kg/mm²	Sollzug kg	Istzug kg	1 Schleife: Zahl der Versuche	1 Schleife: Durchschmelzzeit s	2 Schleifen: Zahl der Versuche	2 Schleifen: Durchschmelzzeit s
Aldrey 35	20	12,5	437,5	450	2	2,0	—	—
Aluminium 50	30	9	450	450	2	2,0	—	—
Kupfer 50, 19 Drähte ...	50	16	800	635	1	4,4*	—	—
Kupfer 50, 7 Drähte	50	16	800	820	5	†	1	0,7
Aluminium 95	53	9	855	830	1	3,0	1	0,5
Stahl-Al. 15,2 St., 90 Al. .	50	11	1155	770	2	2,0	—	—
Stahl-Al. 28,2 St., 165,8 Al.	95	11	2134	2000	5	7,5	1	2,8
Kupfer 95	95	16	1520	1480	5	†	1	2
Stahl-Al. 36 St., 209 Al. ..	120	11	2695	1480	7	16,2	1	3
Aldrey 245	135	12,5	3050	2500	2	3,5	1	3
Aldrey-Hohlseil 25 Dmr./185	100	12,5	2315	2300	—	—	2	2,5
Kupfer-Hohlseil 25 Dmr./185	185	16	2960	2000	2	11,0	—	—
Aldrey-Spezialseil 25 Dmr./335	200	12,5	4180	2700	—	—	2	13,3
Aldrey-Hohlseil 42 Dmr./400	225	12,5	5000	1420	5	16,9	—	—
Kupfer-Hohlseil 42 Dmr./400	400	16	6400	3000	6	37	—	—

* Versuch bei doppelter Spannung und halbem Lichtbogenstrom.
† Der Lichtbogen riß 5mal ab, ohne große Zerstörung hervorzurufen.

1. Kupfer-Vollseile konnten in der Anordnung „1 Schleife“ nur in einem einzigen Falle zerstört werden, da der Lichtbogen nicht an einer Stelle stehen blieb, sondern stets weggeblasen wurde. Abb. 2 zeigt ein 50 mm²-

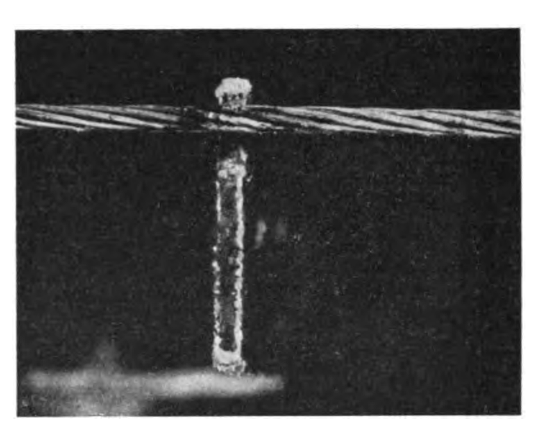


Abb. 2. Kupfer-Vollseil 50 mm² nach Lichtbogenwirkung.

Kupferseil nach fünfmaligem Abreißen des Lichtbogens. Als Beispiel sei das Versuchsprotokoll des Seiles in Zahlentafel 3 gegeben.

Zahlentafel 3. Kupfer-Vollseil 50 mm².
Konstruktion: 7 Drähte von 3 mm Dmr. Sollzugspannung 16 kg/mm² = 800 kg. Istzugspannung bei Versuch 820 kg. Bruchfestigkeit des Seiles vor dem Versuch 40,8 kg/mm² = 2042 kg.

	Zeit in s	Zug in kg	Bemerkung
a	1	820	kein Draht durchgebrannt, Lichtbogen riß ab
b	0,7	780	kein Draht durchgebrannt
c	0,7	780	,, ,, ,,
d	1,7	770	,, ,, ,, nachgespannt
e	0,5	800	,, ,, ,,

Anmerkung: Der Lichtbogen wird sehr weit abgetrieben und hinterläßt nur geringfügige Schmelzspuren. Bruchfestigkeit des Seiles nach dem Versuch 33,2 kg/mm² = 1663 kg = 81% der ursprünglichen Bruchfestigkeit.

Durch die Einwirkung des Lichtbogens bei Anordnung „1 Schleife“ ist also die Bruchfestigkeit des Seiles nur um 19 % zurückgegangen, wobei der elektrisch wertvolle Querschnitt voll erhalten blieb. Bei der Anordnung „2 Schleifen“ leisteten die Kupferseile dem feststehenden Lichtbogen wesentlich weniger Widerstand. Das dünnere Seil von 50 mm² brannte schlagartig beim ersten Lichtbogen in 0,7 s durch, und auch das stärkste Seil von 95 mm² hielt nur 2 s lang stand.



Abb. 3. Aldrey-Höchstspannungseil 335 mm², durchgeschmolzen.

2. Bei den Aluminium-Vollseilen reißt der Lichtbogen bei „1 Schleife“ nur selten ab. In beiden Anordnungen erfolgte das Reißen des Seiles schlagartig. Bei dem Seil von 95 mm² waren dabei nur 9 Drähte wirklich durchgeschmolzen, während 10 Drähte einen ausgesprochenen Fließkegel zeigten. Da das Seil mit 830 kg gespannt war, ist das Reißen der Drähte entsprechend einer Festigkeit von 16,8 kg/mm² erfolgt. Die ursprüngliche Drahtfestigkeit war durchschnittlich 19,7 kg/mm². Diese ist also durch starke örtliche Erwärmung um ungefähr 15 % zurückgegangen.

3. Die Aldrey-Vollseile verhalten sich bezüglich Wegblasens des Lichtbogens ähnlich wie die Aluminiumvollseile. Ihre Widerstandsfähigkeit ist jedoch größer, da die Festigkeit durch die Erwärmung weniger zurückgeht. Das 35 mm^2-Aldreyseil zeigt nur 3 Drähte mit Fließkegel; da es bei 420 kg Zug gerissen ist, beträgt die Drahtfestigkeit im Augenblick des Reißens 32,5 kg/mm^2. Die Festigkeit ist also von der ursprünglichen (35,7 kg/mm^2) um 9 % zurückgegangen. Abb. 3 zeigt das Aldrey-Spezialhöchstspannungseil von 335 mm^2 nach dem Reißen. 6 Drähte haben einen ausgesprochenen Fließkegel, das entspricht einer Festigkeitsabnahme von etwa 10 %.

4. Bei den Stahl-Aluminium-Seilen wird im allgemeinen zuerst der Aluminiummantel heruntergebrannt, während die Stahlseele dem Lichtbogen erheblichen Widerstand leistet. Der elektrisch wertvolle Teil ist jedoch damit verloren gegangen, wenn auch das Seil zunächst vor dem Herabfallen bewahrt ist. Nachstehende Zahlentafel 4 zeigt das Verhalten des Stahl-Aluminium-Seiles Nr. 120 bei „1 Schleife".

Zahlentafel 4: Stahl-Aluminium-Seil Nr. 120.

Konstruktion: 36,16 mm^2 Stahl, 209 mm^2 Aluminium. Sollzugspannung 11 kg/mm^2 = 2700 kg. Istzugspannung bei Versuch 1480 kg.

	Zeit in s	Zug in kg	Bemerkungen
a	3,5	1480	äußere Aluminiumlage halb, von der inneren 3 Drähte durchgebrannt
b	1,5	1260	
c	5	1260	Aluminiumlagen einseitig durchgeschmolzen
d	1,2	700	
e	1,5	700	
f	1	600	Stahlseele noch unverletzt
g	2,5	300	Stahlseele bis auf 2 Drähte durchgebrannt (Abb. 4)



Abb. 4. Stahl-Aluminium-Seil Nr. 120, durchgeschmolzen.

Dasselbe Seil nach 3 s bei Anordnung „2 Schleifen" zeigt Abb. 5; es ist bis auf 2 Aluminium- und 3 Stahldrähte durchgeschmolzen.

Abb. 6, 7 und 8 zeigen das Stahl-Aluminium-Seil bei Anordnung „2 Schleifen", Abb. 6 nach 0,8 s, die Stahlseele ist noch unverletzt; Abb. 7 nach weiteren 3,5 s, die Stahlseele ist bis auf 3 Adern durchgebrannt; Abb. 8 nach weiteren 3,2 s; Fließkegel sind kaum festzustellen.



Abb. 5. Stahl-Aluminium-Seil Nr. 120.

Zusammenfassung.

Um einen Vergleich der verschiedenen Seile zu ermöglichen, ist das Ergebnis in Zahlentafel 2 nach den äquivalenten Kupferquerschnitten geordnet. Für die Dauer bis zum Durchschmelzen ist die Summe der Einzelzeiten eingesetzt, ohne zu berücksichtigen, daß die Abbrandstelle zwischen zwei Versuchen sich stark abkühlt. Diese Ungenauigkeit ist jedoch nicht größer, als die sonstigen Fehler durch zufälliges Wenden oder Abspringen des Lichtbogens sind. Der ganze Vorgang ist ja durchaus unbeständig, und es wären zur einwandfreien Beurteilung für jedes Seil eine Reihe von Versuchen notwendig. Der Vergleich nach Zahlentafel 2 ergibt ein ganz verschiedenes Bild je nach der Anordnung. Bei Anordnung „1 Schleife" steht an erster Stelle das Kupfer. Gute Wärmeleitfähigkeit begünstigt eine gute Kühlung des Lichtbogenfußpunktes und bewirkt damit ein rasches Abreißen desselben. Bei „2 Schleifen" dagegen hebt die hohe Schmelzwärme, die das Aluminium hat, und die auch der Aluminiumlegierung Aldrey zu eigen ist, diesen Vorzug des Kupfers auf, so daß Kupfer an die zweite Stelle rückt. Es ist nun die Frage, welche Anordnung am meisten den Betriebsverhältnissen entspricht. Eine einseitig gespeiste Leitung ist ohne weiteres mit der Anordnung „1 Schleife" zu vergleichen. Eine Ringleitung und eine einseitig gespeiste Doppelleitung aber entsprechen nicht der Anordnung „2 Schleifen", denn in den seltensten Fällen wird die Größe der Kraftwerke mit der Induktivität der Leitungsabschnitte so übereinstimmen, daß nach der Kurzschlußstelle hin von beiden Seiten gleich große Ströme fließen. Diese aber sind maßgebend für die Kraft, die auf die Lichtbogenstrombahn wirkt, da die Änderung der Induktivitäten auf beiden Seiten gleich groß ist. Es werden also bei zweiseitig gespeisten Kurzschlüssen meistens mehr oder weniger verschiedene Ströme wirken und, da die Stromabhängigkeit quadratisch ist, die Verhältnisse annähernd der Anordnung „1 Schleife" entsprechen. In

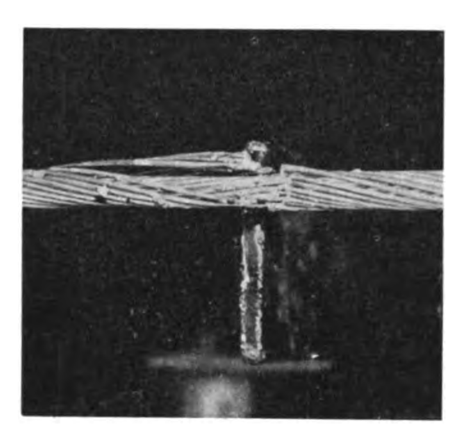


Abb. 6. Stahl-Aluminium-Seil Nr. 120.

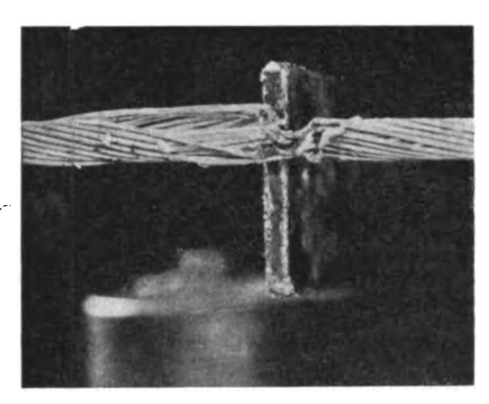


Abb. 7. Stahl-Aluminium-Seil Nr. 120.

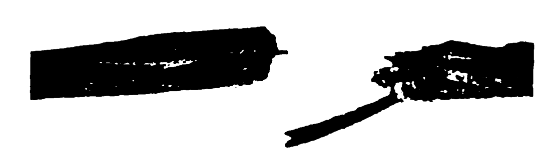


Abb. 8. Stahl-Aluminium-Seil Nr. 120.

dieser Anordnung zeigt sich Kupfer als überlegen; Stahl-Aluminium steht nach seiner Abbrenndauer an zweiter Stelle. Da jedoch der elektrisch wertvolle Querschnitt, der Aluminiummantel, schon unter den ersten Einwirkungen des Lichtbogens erheblich vermindert wird und nur der Stahlquerschnitt längeren Widerstand leistet, kann das Aldreyseil als an zweiter Stelle stehend angesehen werden, da bei diesem ein ausreichender elektrisch wertvoller Querschnitt länger erhalten bleibt. Durch den Stromdurchgang nach Abreißen des Lichtbogens wird die Stahlseele eines Stahl-Aluminium-Seiles an der Einwirkungstelle erheblich erwärmt werden und das Seil daher eher zum Reißen kommen, als es den Werten in Zahlentafel 2 entspricht. Reinaluminiumseile zeigen eine verhältnismäßig geringe Widerstandsfähigkeit gegen Kurzschlußlichtbogen.

Selbsttätige Kesselregler in Elektrizitätswerken.

Von Ing. **J. Hak,** Paris.

Übersicht. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades im Kesselhause eines Wärmekraftwerkes kann durch selbsttätige Kesselregler erreicht werden, welche eine fast vollständige Beseitigung der zusätzlichen Verluste durch Belastungsänderung sowie eine wirtschaftliche Verteilung der Gesamtbelastung auf die einzelnen Kessel der Anlage ermöglichen. — Es wird kurz die prinzipielle Anordnung der Regelapparate angeführt, und die konstruktive Durchführung eines amerikanischen und eines europäischen Systems nebst ihrer Wirkungsweise beschrieben.

Noch vor einem oder zwei Jahrzehnten wurde dem Wirkungsgrade des Kesselhauses in einem Elektrizitätswerk nur untergeordnete Aufmerksamkeit gewidmet; noch zur Zeit, als die Maschinenkonstruktion schon einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht hatte und einige Zehntel des Wirkungsgrades eines Generators als eine bedeutende Verbesserung betrachtet wurden, stand die Dampferzeugung auf einer verhältnismäßig niedrigen Stufe der Entwicklung, und vermeidliche Verluste, die eine Verschlechterung des Kesselhauswirkungsgrades von 10 bis 15 % bedeuteten, waren keine Seltenheit.

Die Einführung einer planmäßigen Betriebsüberwachung der Kesselführung, die heute zu einer Selbstverständlichkeit in jedem Wärmekraftwerk gehört, bedeutete deshalb eine große Verbesserung des Wirkungsgrades. Eine vollständige und ununterbrochene Überwachung des Betriebes ist nämlich nirgends so wie bei einem Dampfkessel berechtigt, da, im Gegensatz zu fast jeder anderen industriellen Einrichtung, der Wirkungsgrad eines Kessels, so neuzeitlich und gut konstruiert er wäre, in sehr weiten Grenzen von der Ausbildung, der Fähigkeit und Gewissenhaftigkeit des Bedienungspersonals abhängig ist. Schon in dem einfachsten Falle einer regelmäßigen Dampferzeugung ohne Entnahmeschwankungen hängt der erzielte Wirkungsgrad stark von der Bedienung ab; im schwankenden Betriebe, wo eine dauernde Luft- und Kohlenregelung notwendig ist, ist aber der beste und gewissenhafteste Heizer nicht imstande, jenen Wirkungsgrad zu erzielen, der theoretisch der jeweiligen Belastung entsprechen würde.

Die Entwicklung der Betriebsüberwachung für die Kesselführung kann heute überblickt werden, wenn auch immer noch neue und verschiedenartige Konstruktionen der Apparate erscheinen. Wenn planmäßig durchgeführt, gibt sie ein klares Bild über die Verhältnisse, in welchen sich die Verbrennung abgespielt hatte; sie zeigt, ob die Fähigkeit des Personals der gestellten Aufgabe entspricht, und gestattet, geeignete Vorschriften für die Feuerführung der Kessel zu entwerfen.

Eine weitere Verbesserung der Dampferzeugung und Erhöhung des Wirkungsgrades eines Kesselhauses ist nun nur dadurch möglich, daß man die Handarbeit des Heizers durch geeignete selbsttätige Einrichtungen ersetzt, d. h. daß man statt der Handregelung eine selbsttätige Regelung verwendet. Es ist zu diesem Zweck eine ganze Reihe von Verfahren entstanden, und es wurden selbsttätige Kesselregler konstruiert, deren Verwendung in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht hat.

Da ein Kessel im Betriebe eine dauernde Zufuhr von bestimmten Mengen Wasser, Kohle und Luft benötigt, um eine bestimmte Menge Dampf abgeben zu können, setzt eine vollkommen selbsttätige Kesselführung je einen Regler für jede dieser drei Größen voraus. Der Speisewasserregler als selbständiger Apparat ist längst bekannt und allgemein verwendet. Der Kohlenzufuhrregler ist ein Regler der Rostgeschwindigkeit bei der Rostfeuerung und ein Spezialregler der Kohlenmenge bei der Staubfeuerung. Der Luftregler ist ein Regler der Luftströmung im Feuerraum und zerfällt, besonders dort, wo mit Unterwind gearbeitet wird, in zwei selbständige Apparate, von welchen der sogenannte Brenngeschwindigkeitsregler den Gasaustritt und der Unterdruckregler den Lufteintritt steuert. Fällt der Kohlenzufuhrregler weg, was besonders bei der Rostfeuerung der Fall sein kann, so bilden die übrigen Regeleinrichtungen eine halbselbsttätige Regelungsart, bei der die Rostgeschwindigkeit von Hand aus geregelt wird; geeignete Anzeige- oder Meßapparate, die dem Heizer mit Genauigkeit und ohne Verzögerung die jeweils erforderliche Rostgeschwindigkeit anzeigen, ersetzen dabei den fehlenden Rostgeschwindigkeitsregler.

Das Verhalten des Dampfkessels im Betriebe ist von einer Reihe von Umständen abhängig. Um ein einfacheres Bild zu erhalten, untersuchen wir zuerst den Wirkungsgrad eines Kessels im Dauerbetriebe ohne Belastungschwankungen (d. h. unter den günstigsten Verhältnissen) und dann im schwankenden Betriebe (d. h. im normalen Betriebe eines Wärmekraftwerkes). Unter den günstigsten Verhältnissen, d. h. bei regelmäßiger, unveränderlicher Dampfentnahme und nach genügend langer Betriebszeit ist der Wirkungsgrad von der Belastung abhängig. Abb. 1 gibt

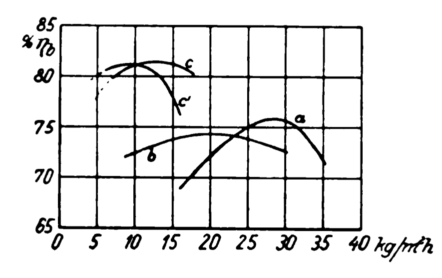


Abb. 1. Wirkungsgrad η_b in Abhängigkeit von der spezifischen Flächenbelastung b: *a)* Wanderrost (Kessel allein), *b)* Schubrost (Kessel allein), *c* und *c'* Steilrohrkessel mit (Rauchgasvorwärmer Economiser), Überhitzer und Wanderrost.

einige Werte dieses besten Wirkungsgrades η_b in Abhängigkeit von der spezifischen Flächenbelastung für große neuzeitliche Kessel, und zwar für:

a) mechanische Rostfeuerung (Kessel allein), Wanderrost[1],
b) dgl. Schubrost (Stokerfeuerung),
c) u. c') Steilrohrkessel mit Economiser, Dampfüberhitzer und Wanderrost, für zwei verschiedene Bauarten[2].

Um eine bessere Übersicht des Kohlenverbrauchs zu gewinnen, tragen wir nach Stein[3] prozentuale Werte des Kohlenverbrauchs v in Abhängigkeit von der prozentualen Belastung b auf (Abb. 2). Kurven, die sich für die verschiedenen Feuerungen und Kessel ergeben, können, bis auf die Anfangswerte, durch Geraden ersetzt werden, so daß man für den prozentualen Verbrauch v bei der Belastung b

$$v = v_0 + \alpha\, b$$

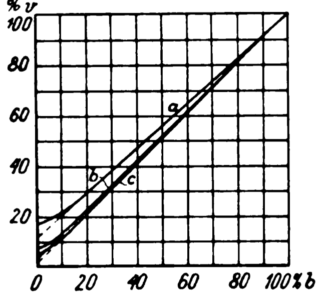


Abb. 2. Kohlenverbrauch v (in %) in Abhängigkeit von der Belastung b (in %).

setzen kann, wo v_0 den theoretischen Verbrauch bei der Belastung Null und α den spezifischen Kohlenverbrauch (Tangente des Neigungswinkels) bedeuten. Zusatzverluste bei sehr schwachen Belastungen erhöhen die praktisch erzielbaren Werte von v in der Nähe der Nullbelastung (v_0'). Es kann angenähert gesetzt werden für:

a) Kessel allein (Wanderrost) $v_0' = 18 \div 19$, $v_0 = 12$,
b) dgl. (Schubrost) $v_0' = 7 \div 8$, $v_0 = 3 \div 4$,
c) Steilrohrkessel mit Economiser, Dampfüberhitzer und Wanderrost $v_0' = 5 \div 6$, $v_0 = 2 \div 3$.

Im normalen Betriebe, wo es praktisch unmöglich ist, dauernd mit den günstigsten Verhältnissen zu fahren, entstehen verschiedene Zusatzverluste, die den Betriebswirkungsgrad der einzelnen Kessel und den Gesamtwirkungsgrad der Anlage unter die eben angegebenen Werte von η_b herabsetzen. Es sind, von den Verunreinigungsverlusten abgesehen, hauptsächlich die

a) Zusatzverluste durch Belastungsänderung,
b) Zusatzverluste durch Stillstand oder Leerlauf.

Der Dampfbedarf, den die Kesselanlage eines Wärmekraftwerkes zu liefern hat, ist durch die Belastungskurve des Werkes gegeben. Man pflegt im allgemeinen den

---

[1] Vgl. Münzinger, Z. VDI Bd. 67, S. 821.
[2] Vgl. Münzinger, Z. VDI Bd. 64, S. 393.
[3] Stein, Regelung und Ausgleich in Dampfanlagen, Berlin 1926. Verlag Julius Springer.

Dampfbedarf durch die jeweils notwendige Anzahl womöglich vollbelasteter Kessel zu decken, wodurch eine gewisse tägliche Gruppierung der Kessel (Betriebsplan) gegeben ist. Ein oder mehrere Kessel liefern den der Grundbelastung entsprechenden Dampfbedarf, die übrigen werden je nach der Belastung ein oder abgeschaltet. Da aber die Belastung nicht stufenweise vor sich geht, so befindet sich der größte Teil der Kessel in einem schwankenden Betriebe, wodurch gewisse bei der Handregelung unvermeidliche Schwierigkeiten in der Regelung der Luft und Kohlenmenge entstehen, die Ursache der Zusatzverluste durch Belastungsänderung sind. Die Größe dieser Verluste kann nicht rechnerisch erfaßt werden, da sie von einer Menge Umstände, wie von der Beschleunigung des Belastungswechsels, hauptsächlich aber von der Erfahrenheit und Ausbildung des Betriebspersonals abhängig ist.

In der Mehrzahl der Fälle kann der Heizer, der über die Veränderung der Dampfentnahme erst durch die

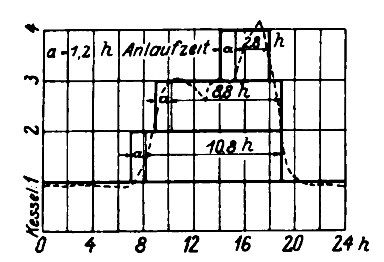


Abb. 3. Betriebsplan einer Kesselanlage von vier Einheiten (Beispiel).

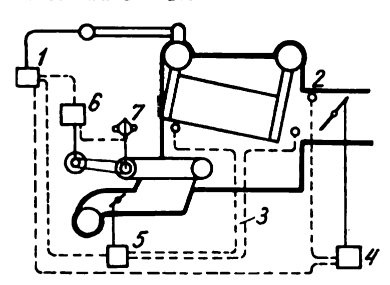


Abb. 4. Schaltung der einzelnen Meß- und Regelapparate (Smoot).

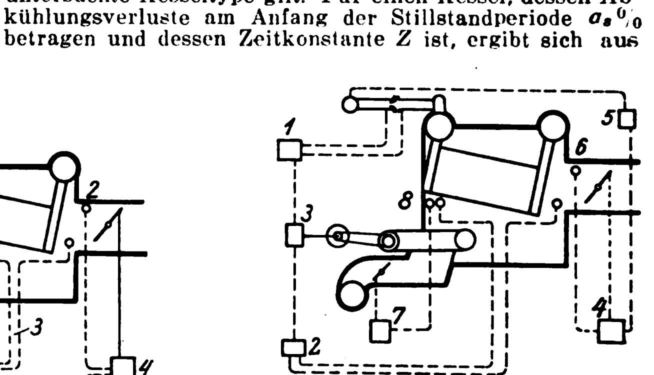


Abb. 5. Schaltung der einzelnen Meß- und Regelapparate (Roucka).

Dampfdruckveränderung unterrichtet ist, die Belastungschwankungen nicht sofort und nur angenähert durch die Luftregelung verfolgen; die Luft- und die Kohlenzufuhr entsprechen nicht während der Periode der Belastungsänderung der momentan erforderlichen Verdampfung, wodurch schädliche Dampfdruckschwankungen entstehen, die nicht nur den Kesselwirkungsgrad, sondern auch den Wirkungsgrad der Turbine beeinträchtigen. Die Luft- und die Kohlenmengen befinden sich in dieser Periode nie in dem vorgeschriebenen Verhältnis, wodurch vermehrte Rauchgasverluste und eine bedeutende Herabsetzung des Kesselwirkungsgrades entstehen. Erst wenn die Periode des Belastungswechsels beendet ist, wenn also die Dampfentwicklung wieder regelmäßig vor sich geht, kann es dem Heizer gelingen, die vorgeschriebenen und der Dampfentnahme entsprechenden Luft- und Kohlenmengen einzustellen, um so dem theoretischen, besten Wirkungsgrade näher zu kommen. Betrachtet man aber die Belastungskurve eines üblichen Wärmekraftwerkes, so erkennt man, daß diese Ruheperioden nur ausnahmsweise für die Mehrzahl der Kessel erreicht werden können.

Versuche über die schädlichen Einflüsse der Belastungsänderungen liegen in genügend erschöpfender Durchführung nicht vor. Bei den im Jahre 1921 von Prof. J o s s e[4] an einem Kessel von 250 m² in Charlottenburg durchgeführten Messungen wurde der Wirkungsgrad durch fünf „Spitzen und Täler" der Belastungskurve während des siebenstündigen Versuchs von 83 auf 67,5 % herabgesetzt, obgleich die Bedienung bei den beiden Versuchen von derselben Qualität war.

Wird die Handregelung durch eine selbsttätige, ohne Verzögerung und mit genügender Genauigkeit wirkende Regelung ersetzt, so werden sämtliche Zusatzverluste durch Belastungsänderung beseitigt. Auch während der Periode der stärksten Belastungsänderung wird das erforderliche günstigste Verhältnis zwischen Kohle und Luft eingehalten, so daß dauernd mit dem der jeweiligen Belastung entsprechenden Wirkungsgrad gefahren wird. Nur ein kleiner Unterschied zwischen dem theoretischen, der Belastungskurve entsprechenden und dem praktisch erhaltenen durchschnittlichen Wirkungsgrade bleibt bestehen, da nämlich, besonders bei der Rostfeuerung, ein vorübergehend vergrößerter Luftüberschuß notwendig ist, um eben die Belastungsänderung einzuleiten.

Die zusätzlichen Verluste durch Leerlauf, Stillstand und Anheizen können rechnerisch nur sehr angenähert verfolgt werden. Wird ein Kessel von der Dampfsammelleitung abgeschaltet und seine Kohlenzufuhr abgestellt, so setzen sich die Abkühlungsverluste dauernd fort (Strahlung, Leitung usw.) und verursachen eine fortschreitende Abkühlung des Kessels. Die Abkühlungsverluste im Stillstand a_s sind im allgemeinen größer als die Abkühlungsverluste im Betrieb a_b, da der abgestellte Kessel auch gegen den Innenraum Wärme abgibt; man kann näherungsweise etwa $a_s = 1{,}5 \div 2\,a_b$ setzen. Die Abkühlungsverluste können der Temperatur proportional gesetzt werden, und es kann angenommen werden, daß die Abkühlung des Kessels nach dem bekannten Gesetz eines homogenen Körpers vor sich geht. Die Zeitkonstante (Zeit, in welcher die Temperatur auf 37 % des Anfangswertes herabsinkt) hängt von der Dicke des Mauerwerks, von der Abdichtung des Innenraumes usw. ab. Die von P r a e t o r i u s durchgeführten Versuche[5] lassen auf eine Zeitkonstante von etwa 85 h schließen, was natürlich nur annähernd und nur für die untersuchte Kesseltype gilt. Für einen Kessel, dessen Abkühlungsverluste am Anfang der Stillstandperiode a_s % betragen und dessen Zeitkonstante Z ist, ergibt sich aus der bekannten Formel für die gesamten Abkühlungsverluste A_s während z Stunden Stillstand in Prozenten des gesamten Kohlenverbrauchs für 1 h Betriebszeit

$$A_s = \int_0^z a_s e^{-\frac{z}{Z}}\,dz = Z a_s \left(1 - e^{-\frac{z}{Z}}\right) \%.$$

Man hat z. B. bei $Z = 80$ h und $a_s = 7$ %

für $z =$	1	2	4	6	8	12	14	20	80	∞ h
$A_s =$	6,9	13,8	27,3	40	53	78	86	124	354	560 %

Diese während der Stillstandperiode verloren gegangene Wärme muß während der Anlaufzeit bzw. während der ersten Stunden des Betriebes dem Kessel wieder zugeführt werden. Da der Wirkungsgrad dieser Wärmezufuhr etwas geringer als derjenige der Feuerung (Kessel allein) ist, so ist der tatsächliche Verlust in Prozenten des normalen Betriebskohlenverbrauches rd. 100/55 bis 100/60 = 1,7mal größer als A_s.

Die Verschlechterung des mittleren Wirkungsgrades einer Anlage durch zusätzliche Stillstandverluste kann dann in grober Annäherung einfach ermittelt werden. Es seien z. B. in einem Kraftwerk vier Kessel vorhanden, deren Betriebsplan durch die Abb. 3 gegeben ist. Nimmt man an, daß die Regelung ideal, d. h. ohne zusätzliche Verluste durch Belastungsänderung durchgeführt wird, daß die Kessel jederzeit vollbelastet laufen, was natürlich nie der Fall sein kann, und daß der Wirkungsgrad bei Vollbelastung 80 % beträgt, so wird der mittlere Wirkungsgrad der einzelnen Kessel mit Benutzung der obigen Werte von A_s:

Kessel Nr. 1: . . . . $\eta = 80$ %

Kessel Nr. 2: 12 h Stillstand,

$$A_s = 78\,\%; \quad \eta = \frac{80 \cdot 12 - 78 \cdot 1{,}7}{100 \cdot 12} = 69\,\%$$

Kessel Nr. 3: 14 h Stillstand,

$$A_s = 86\,\%; \quad \eta = \frac{80 \cdot 10 - 86 \cdot 1{,}7}{100 \cdot 10} = 65\,\%$$

Kessel Nr. 4: 20 h Stillstand,

$$A_s = 124\,\%; \quad \eta = \frac{80 \cdot 4 - 124 \cdot 1{,}7}{100 \cdot 4} = 27\,\%.$$

Der mittlere Wirkungsgrad der Anlage ist von dem theoretischen Wert 80 % auf nur

$$\eta_m = \frac{80 \cdot 24 + 69 \cdot 12 + 65 \cdot 10 + 27 \cdot 4}{24 + 12 + 10 + 4} = 70\,\%.$$

gesunken.

[4] Z. VDI Bd. 66, S. 62; vgl. a. H i l l i n g e r, Z. VDI Bd. 67, S. 1045

[5] Arch. Wärmewirtsch. Bd. 6, H. 2 u. 11; Bd. 7 H. 1. — S t e i n (wie Fußnote [4], S. 139. — Vgl. ETZ 1925, S. 1853.



Sind die oben erwähnten Leerlaufverluste der Kessel bekannt, so kann ermittelt werden, ob unter Umständen der mittlere Wirkungsgrad der Anlage durch einen durchlaufenden Betrieb sämtlicher Kessel ohne Betriebspausen nicht erhöht werden könnte. Betragen z. B. die tatsächlichen Leerlaufverluste $v_0' = 8\,\%$, so ergibt sich für den mittleren Wirkungsgrad der Anlage (siehe Betriebsplan Abb. 3)

$$\eta_m = \frac{80\,(24 + 10{,}8 + 8{,}8 + 2{,}8)}{100\,(24 + 10{,}8 + 8{,}8 + 2{,}8) + 8\,(13{,}2 + 15{,}2 + 21{,}2)} \approx 74\,\%.$$

Es kann vorausgesetzt werden, daß die leerlaufenden Kessel keine oder nur unbedeutende Anlaufzeit zur Erreichung des vollen Dampfdruckes benötigen, d. h. jederzeit betriebsfähig sind.

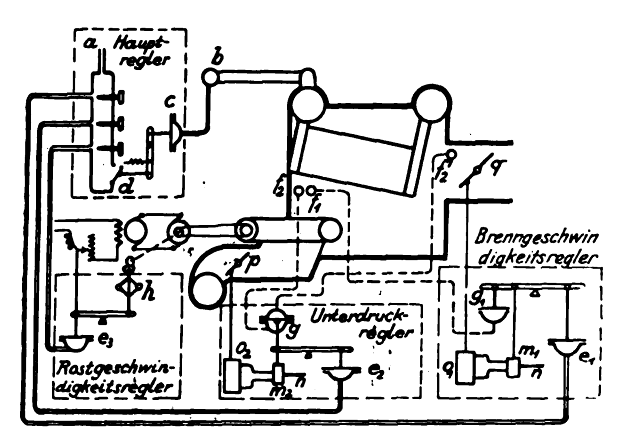


Abb. 6. Schema der Kesselregler von Smoot.

Betrachtet man nun die Kurven der Abb. 2, so erkennt man sofort, daß die wirtschaftlichste Gruppierung der Kessel nicht in dem Falle, wo während der schwachen Belastung ein Teil der Kessel leer läuft, erreicht wird, sondern dann, wenn sämtliche Kessel der Anlage dauernd an der jeweilig nötigen Dampfabgabe beteiligt sind. Dann arbeiten nämlich sämtliche Kessel fortwährend auf dem geraden Teil der Kurve, und die zusätzlichen, bei sehr niedrigen Belastungen auftretenden Verluste werden beseitigt. Der mittlere Wirkungsgrad der Anlage ist dann nur durch die Belastung und durch den Wert von v_0 gegeben. Beträgt z. B. der theoretische Leerlaufverlust $v_0 = 3\,\%$, so wäre für den obigen Fall

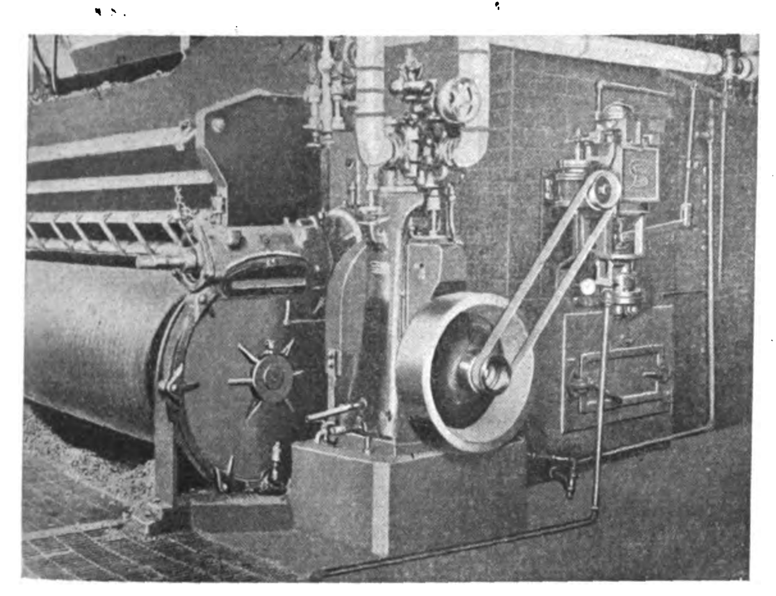


Abb. 7. Rostgeschwindigkeitsregler von Smoot.

$$\eta_m = \frac{80\,(24 + 10{,}8 + 8{,}8 + 2{,}8)}{97\,(24 + 10{,}8 + 8{,}8 + 2{,}8) + 4 \cdot 3 \cdot 24} = 77{,}5\,\%,$$

was eine bedeutende Verbesserung im Vergleich zum Wirkungsgrade bei Abstellung der Kessel ergibt.

Diese günstigste Kesselgruppierung benötigte aber, da in Wirklichkeit die Belastungsänderungen nicht stufenweise, wie bei der Berechnung vorausgesetzt wurde, vor sich gehen, eine dauernde Regelung sämtlicher Kessel der Anlage, da fortwährend der Gesamtdampfbedarf auf die einzelnen Kessel verteilt werden mußte. Bei der Handregelung wäre damit kein Vorteil zu erreichen, da die zusätzlichen Verluste durch Belastungsänderung wieder den Wirkungsgrad der einzelnen Kessel verschlechtern würden. Es liegt eben hier einer der großen Vorteile der selbsttätigen Kesselregelung, welche eine solche Verteilung des Dampfbedarfs auf die einzelnen Kessel ohne Zusatzverluste durch Belastungsänderung ermöglicht und so auch auf diese Weise zum erhöhten mittleren Wirkungsgrade der Anlage beiträgt.

Die durchgeführten Rechnungen stellen natürlich nur eine grobe Annäherung an die praktisch vorkommenden Verhältnisse dar. Die Bestimmung des wirtschaftlichsten Kesselbetriebsplanes hängt noch von weiteren Umständen ab: ein durchgehender Betrieb mit vollständigem Leerlauf der Kessel ist nur schwer durchführbar; er benötigt u. U. mehr Personal; eine tatsächliche Verteilung der Gesamtbelastung auf alle Kessel wird mit Rücksicht auf die Dampfüberhitzung nur mit gewissen Maßnahmen oder nur teilweise durchführbar. — Die wirtschaftlichste Kesselführung benötigt vielmehr in jedem speziellen Fall eine besondere Lösung, die u. U. zu einem Kompromiß zwischen den einzelnen Möglichkeiten führen kann.

Zusammenfassend liegt die Hauptaufgabe der Kesselregler in einer fast vollständigen Beseitigung der zusätzlichen, durch Belastungsänderung hervorgerufenen Verluste und in einer wirtschaftlicheren Gruppierung der Kessel, d. h. in einer planmäßigen Verteilung des Gesamtbedarfs auf die einzelnen Kessel der Anlage.

Was die theoretischen Möglichkeiten einer selbsttätigen Kesselregelung anbelangt, so kommt als „regelnde Meßgröße", deren Änderungen die entsprechende Einwirkung der Regelorgane hervorrufen, zuerst die Dampfmenge in Betracht. Da der Kesseldruck bei richtig wirkendem Brenngeschwindigkeitsregler als konstant angesehen werden kann, so ändert sich infolge des Spannungsabfalles in der Anschlußleitung und in den Absperrorganen der Dampfdruck in der Sammelleitung je nach der jeweiligen Dampfabgabe. Ein den Dampfdruck der Sammelleitung messender Druckmesser könnte also auf sämtliche Regelorgane einwirken, um durch sie die der Dampfabgabe entsprechenden Mengen von Luft und Kohle einzustellen.

Es zeigt sich aber, daß eine so einfache Einrichtung keine praktisch durchführbare Regelung ergäbe, da dabei zu große Verspätung, hauptsächlich aber ein zu unstabiler Regelvorgang entsteht. Deshalb muß eine weitere Meßgröße als regelnde Variable benutzt werden, welche gemeinsam mit der Dampfmenge bzw. dem Dampfdruck eine genügende Stabilität des Regelvorganges ergibt. Es ist dies entweder die Luft- (Gas-) Menge, die von dem Brenngeschwindigkeitsregler bzw. Unterdruckregler gesteuert wird, oder der am geeigneten Orte des Feuerungsraumes gemessene Luftdruck, oder endlich die Kohlenmenge, die mit Vorteil indirekt durch die Dampfabgabe des Kessels gemessen werden kann. Durch verschiedene Kombinationen zwischen diesen einzelnen Meßgrößen entsteht dann eine Reihe von möglichen Schaltungen, wie man sie in den einzelnen konstruktiven Durchführungen der Regelapparate findet.

Es können schließlich auch, was eine besondere Abart von Reglern ergibt, Rauchgasprüfer zur selbsttätigen Regelung benutzt werden. Es wird der CO_2- oder der CO-Gehalt der Rauchgase gemessen und durch den Meßapparat die Luftzufuhrvorrichtung gesteuert. Besondere Schwierigkeiten liegen hier aber in der Verspätung der Meßangabe und in der richtigen Gasentnahmevorrichtung.

Als Beispiele von Schaltungen der einzelnen Meß- und Regelapparate auf einem Kessel wollen wir die zwei folgenden wiedergeben. In der Abb. 4 (Smoot) bedeutet *1* den Dampfdruckmesser, *2* den Gasdruckmesser, *3* den Gasmengenmesser, welche gemeinschaftlich einen Brenngeschwindigkeitsregler *(4)*, einen Unterdruckregler *(5)* und einen Rostgeschwindigkeitsregler *(6)* steuern. Das Zusammenwirken von je zwei Meßgrößen sichert die Stabilität der beiden Luftregler, der nur durch den Dampfdruckmesser gesteuerte Rostgeschwindigkeitsregler besitzt zu demselben Zweck eine mechanische Rückführung *(7)*. Bei dieser Schaltung darf nur mit einer

Kohlensorte gefahren werden, da der Heizwert der Kohle nicht selbsttätig berücksichtigt wird.

Dagegen wird in der durch die Abb. 5 wiedergegebenen Schaltung (Roucka) der Heizwert der Kohle durch einen Dampfmengenmesser *(1)* berücksichtigt. Dieser Dampfmesser steuert, gemeinschaftlich mit dem Gasmengenmesser *(2)* den Rostgeschwindigkeitsregler *(3)*, während der Brenngeschwindigkeitsregler *(4)* von einem Dampfdruckmesser (5) und einem Gasdruckmesser *(6)*, der Unterdruckregler *(7)* aber nur von dem Gasdruckmesser *(8)* allein gesteuert wird.

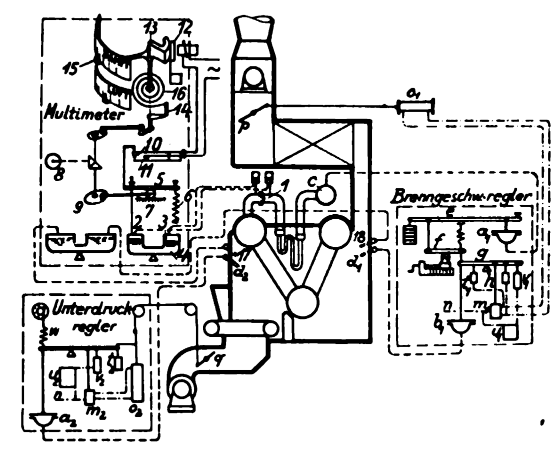


Abb. 8. Muster einer halbselbsttätigen Regeleinrichtung (Roucka).

Die konstruktive Durchführung der einzelnen Meßapparate und Regelorgane muß mehreren Anforderungen entsprechen. Die Meßapparate müssen auf die kleinsten Abweichungen der zu messenden Meßgrößen genau und ohne Verzögerung ansprechen. Die Regelorgane müssen genügende Kräfte zur Verstellung der Luftklappen und dgl. entwickeln. Deshalb wird zur Betätigung von Regelorganen ausschließlich eine vom Meßapparat gesteuerte Hilfskraft verwendet, z. B. Drucköl oder Druckwasser,

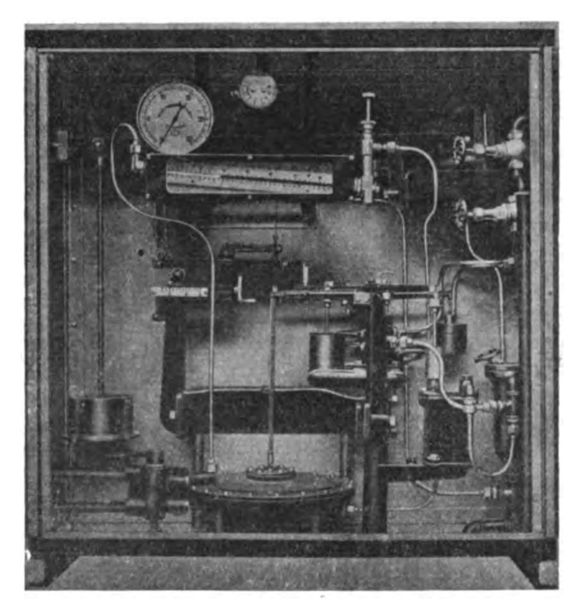


Abb. 9. Brenngeschwindigkeitsregler von Roucka.

die von einer Hilfspumpe geliefert werden; auch elektrische Verbindung der Meß- und Regelorgane kommt zur Verwendung.

Als Beispiel einer amerikanischen Konstruktion wollen wir, ohne auf die Einzelheiten einzugehen, die Regelapparate von Smoot kurz anführen (Abb. 6). Ein Gebläse liefert Druckluft von etwa 1 atü, die bei *a* dem Hauptregler zugeführt wird. Der Dampfdruck in der Sammelleitung *b* wirkt auf die Membran *c* des Hauptreglers und verstellt die Austrittklappe *d*, so daß die mit dem Hauptregler verbundenen Membranen e_1 bis e_3 der einzelnen Regler unter einem einstellbaren, aber dem Dampfdruck in *c* proportionalen Luftdruck stehen. Als sekundäre Regelgrößen wirken gegen den Luftdruck in e_1 und e_2 die Gasdrucke in f_1, f_2 und f_2', die der Membran g_1 bzw. der Doppelmembran g_2 zugeführt werden. Die mit den Membranen mechanisch verbundenen Steuerschieber m_1 und m_2 erhalten bei *n* Drucköl, das von einer Hilfspumpe geliefert wird. Sie steuern die beiden Kraftzylinder o_1, o_2, welche die Unterwindklappe *p* bzw. die Rauchgasklappe *q* verstellen. Die Membran e_3 des Rostgeschwindigkeitsreglers steuert dagegen direkt durch nur mechanische Übertragung die Erregung des zum Antrieb der Rostmotoren dienenden Gleichstromgenerators. Der Membran e_3 entgegen wirkt die mechanische Rückführung *h*.

Bei Vergrößerung der Dampfentnahme sinkt der Dampfdruck in *b*, die Austrittöffnung bei *d* wird vergrößert, und der Hilfsdruck in e_1, e_2 und e_3 sinkt, wodurch entsprechende Bewegungen der Klappen *p* und *q* und eine Zunahme der Rostgeschwindigkeit eingeleitet werden. Diese Bewegungen dauern so lange, bis der vergrößerte

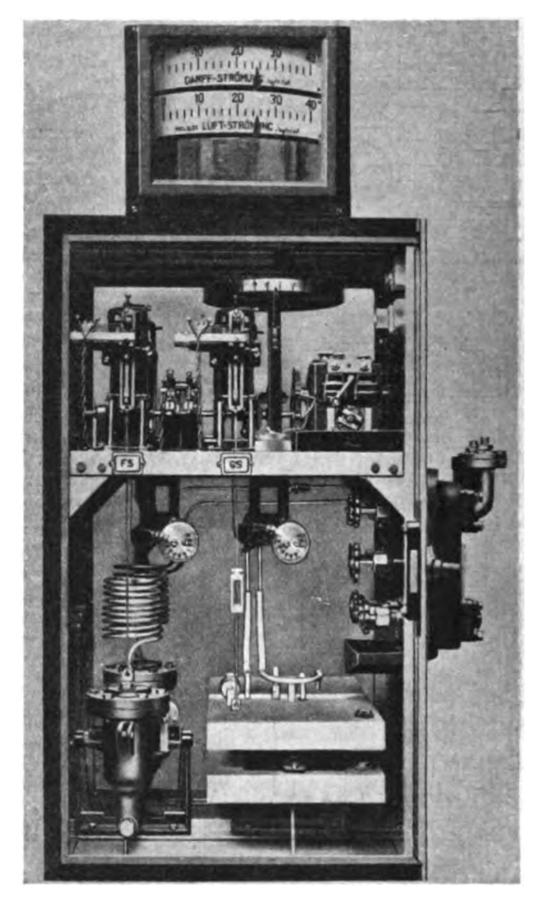


Abb. 10. Multimeter von Roucka zur Messung der Dampf- und Luftmenge.

Gasdruck bei f_1 bzw. der vergrößerte Druckabfall zwischen f_2 und f_2' im entgegengesetzten Sinne eingreifen und die Steuerschieber *m* wieder in die ursprüngliche Lage bringen. Die Zunahme der Rostgeschwindigkeit wird durch die Rückführung *h* begrenzt. Ein entgegengesetzter Vorgang spielt sich bei einer Verminderung der Dampfentnahme ab.

Die Abb. 7 zeigt eine mit dem Smootschen Rostgeschwindigkeitsregler ausgerüstete Kesselanlage.

Die europäische Firma E. Roucka baut neben ihren ganzselbsttätigen Regeleinrichtungen auch halbselbsttätige Regelsysteme, deren vereinfachtes Bild in der Abb. 8 gegeben ist. Dem Brenngeschwindigkeitsregler wird unter den Membranen a_1 und b_1 der Dampfdruck der Sammelleitung *c* bzw. der (negative) Gasdruck im letzten Zuge d_1 zugeführt. Beide Membranen sind durch die Übertragungshebel *e* und *f* mechanisch verbunden; der Hebel *f* besitzt einen verstellbaren Drehpunkt, der zur Einstellung der Reglerkonstante dient. Der über *g* und *h* betätigte Steuerschieber m_1 erhält bei *n* Drucköl von rd. 5 atü, das von einer für mehrere Kessel ausreichenden Öldruckpumpe geliefert wird. Der von m_1 gesteuerte Servomotor o_1 verstellt die Rauchgasklappe *p*. Zwei

besondere Ölbremsen t_1 dienen zur Erhaltung einer aperiodischen Regelbewegung. Eine kleine Ölturbine u_1 erteilt mittels eines Ölzylinders v_1 dem ganzen System eine langsame, pendelnde Bewegung, die zur Ausschaltung sämtlicher Reibungswiderstände bestimmt ist. Die Abb. 9 gibt eine Ansicht dieses Reglers wieder.

Die Unterwindklappe q wird von dem Hilfsmotor o_2 des Unterdruckreglers betätigt. Derselbe besitzt eine Membran a_2, die je nach dem Gasdruck im ersten Zuge bei d_2 den Steuerschieber m_2 dieses Hilfsmotors verstellt. Auch hier ist eine aus einer Ölturbine u_2 und einem Zylinder v_2 bestehende Vibrationsvorrichtung vorhanden. Die Ölbremse t_2 dient zur Erhaltung aperiodischer Regelbewegung, die Spannfeder w zur Einstellung der Reglerkonstante.

Der dem Bedienungspersonal die augenblicklich nötige Rostgeschwindigkeit (Kohlenmenge) anzeigende Meßapparat ist das sogenannte „Multimeter", das in einfachster Ausführung aus zwei für die Messung der Dampf- und der Luftmenge bestimmten Instrumenten besteht. Die durch eine Dampfmeßdüse *1* hervorgerufene Druckdifferenz wird den beiden Schenkeln *2* und *3* der mit Quecksilber gefüllten Waage *4* zugeführt. Die dem Höhenunterschied der Quecksilbersäule entsprechende Kraft wirkt auf den Hebel *5* und wird durch die Kraft der Feder *6* ausgeglichen, jedoch nur in einer bestimmten Lage der langsam oszillierenden Rolle *7*, die den Drehpunkt des Hebels *5* bildet. Diese oszillierende Bewegung ist durch die mechanische Übersetzung *9* gegeben. Zum Betrieb des ganzen Systems dient der kleine Elektromotor *8*.

In dem Augenblick, wo sich die beiden genannten Kräfte im Gleichgewicht befinden, wird durch eine kleine Bewegung der Waage *4* der Kontakt *10* zuerst geschlossen und dann der Kontakt *11* geöffnet, wodurch ein elektrischer Impuls entsteht, welcher eine Anziehung des das Segment *13* bremsenden Ankers *12* zur Folge hat.

Eine der oszillierenden Bewegung der Rolle *7* entsprechende Bewegung wird auch dem Arm *14* des Anzeigeinstrumentes erteilt. Das den Zeiger *15* tragende Segment *13* ist mit diesem Arm durch eine Spiralfeder *16* verbunden, so daß, sobald der Anker *12* angezogen wird, das Segment und der Zeiger eine der augenblicklichen Lage der Rolle *7* entsprechende Lage einnehmen; in dieser Lage werden sie durch die Freigabe des Ankers bis zum nachfolgenden Impuls arretiert. Die mechanische Verbindung und der Zusammenhang zwischen der Lage der Rolle *7* und dem entsprechenden Zeigerausschlag wurden so gewählt, daß sich eine lineare Teilung der Zeigerskala ergibt, wodurch besondere Präzision und Empfindlichkeit des Apparates erhalten wurden.

Auf demselben Prinzip beruht auch der im Schema Abb. 8 nur angedeutete Luftmesser. Nur ist hier wegen der kleinen Druckdifferenzen, die durch die beiden Anschlüsse *17* und *18* erhalten werden, die Meßwaage als eine breitschenklige, mit Öl gefüllte Waage ausgeführt.

Die Konstanten des Dampf- und Luftmessers sind für jeden Kessel speziell so eingestellt, daß sich derselbe Ausschlag beider Zeiger in dem Falle ergibt, wo sich die Luftmenge im günstigsten Verhältnis zur Kohlenmenge, d. h. auch zur augenblicklichen Dampfabgabe befindet. Eine im einen oder anderen Sinne auftretende Abweichung von diesem günstigsten Verhältnis ruft eine entsprechende Abweichung der beiden Ausschläge hervor, wodurch dem Heizer die augenblicklich erforderliche Rostgeschwindigkeit bzw. die Kohlenmenge angegeben wird. Die Abb. 10 gibt die innere Ansicht dieses Apparates wieder.

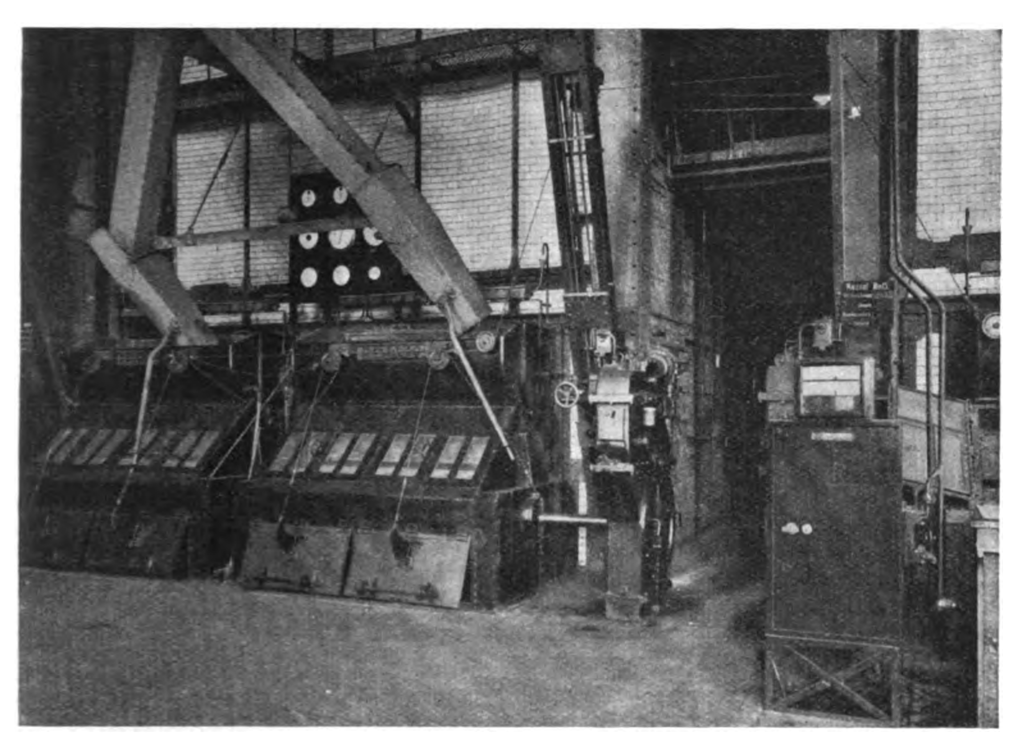


Abb. 11. Eine mit Kesselreglern System Roucka ausgerüstete Kesselanlage in einem deutschen Großkraftwerke (Steilrohrkessel Hanomag von 500 m²). Rechts Anzeigeinstrument (Multimeter), links die vom Unterdruckregler betätigten Luftklappen.

Die Wirkung der einzelnen Apparate kann wie folgt kurz angedeutet werden: Steigt der Dampfbedarf, so wird durch einen sehr kleinen Druckabfall in der Sammelleitung eine entsprechende Bewegung des Servomotors des Brenngeschwindigkeitsreglers eingeleitet, was eine Vermehrung des Zuges zur Folge hat. Der dadurch hervorgerufene Druckabfall bei d_2 bewirkt eine entsprechende Bewegung der Unterwindklappe, und die Luftmenge wird vergrößert, was sofort durch den Luftzeiger des Multimeters angezeigt wird. Die steigende Luftmenge überschreitet bald die angezeigte Dampfabgabe des Kessels, so daß die Rostgeschwindigkeit gesteigert werden muß, damit die vorgeschriebene Gleichheit der beiden Zeigerausschläge beibehalten wird. Die eingeleiteten Bewegungen der Servomotoren des Brenngeschwindigkeits- bzw. des Unterdruckreglers dauern so lange, bis der gesteigerte Zug bei d_1 bzw. der vergrößerte Zug bei d_2 im entgegengesetzten Sinne auf die beiden Steuerschieber einwirken und sie in die Normallage zurückbringen.

Abb. 11 zeigt eine mit diesen Apparaten ausgerüstete Kesselanlage in einem deutschen Großkraftwerke. Man sieht rechts das zweifache Multimeter und links die vom Unterdruckregler durch Seilzug betätigten Lufteintrittklappen.

Die praktischen Ergebnisse der mit Kesselreglern ausgerüsteten Anlagen bestätigen fast ausnahmslos die theoretisch erwartete Verbesserung des Wirkungsgrades. Der durchschnittliche Wirkungsgrad der selbsttätig geregelten Kesselanlage nähert sich sehr stark dem „besten" Werte η, der sonst nur während eines kurzen Verdampfungsversuchs ohne Belastungschwankungen an einem Kessel erreicht werden kann. Auch in sehr sorgfältig geführten und von erstklassigem Personal bedienten Anlagen bedeutet daher die selbsttätige bzw. halbselbsttätige Regelung fast immer eine nicht zu unterschätzende Verbesserung, und man kann annehmen, daß sie eine immer größere Verbreitung finden wird. Auch die heute vielumstrittene Frage der Spitzenreserve eines Wärmekraftwerkes wird vielleicht durch die selbsttätigen Kesselregler eine neue, interessante Lösung finden.

Kurzschlußkräfte an Wandlern und Transformatoren und der Verlauf der Feldstärke im Streuraum.

Von cand. ing. **Rudolf Liebold,** Dresden.

Übersicht. Bei Transformatoren mit großen Abmessungen, vor allem bei solchen zum Heizen von Öfen, den sogenannten Ofentransformatoren, die eine verhältnismäßig hohe Streuung haben, ist es wertvoll, zu wissen, welchen mechanischen Kräfteansprüchen diese standzuhalten haben, um die richtige Art und Größe der Abstützungen zu finden, die eine mechanische Sicherheit gewährleisten. Da man bis jetzt zur Berechnung dieser Kräfte noch keinen allgemein geltenden Rechnungsgang aufgestellt hat, so soll dieser Aufsatz einen Weg angeben, wie man prinzipiell diese Kräfte erfassen kann.

Bevor man der Lösung des gestellten Problems näher treten kann, ist es nötig, sich einmal die elektrischen Vorgänge in Transformatoren und Wandlern bei ganz beliebigen Belastungen klarzumachen. Der Kurzschlußfall ist ja kein besonders für sich bestehender elektrischer Zustand, sondern nur ein Extremfall, das Maximum der verschiedensten Belastungsfälle; somit müssen sich auch auf ihn dieselben Gedankenoperationen, die unseren Betrachtungen zugrunde liegen, anwenden lassen.

Irgendein Betriebszustand an Wandlern und Transformatoren läßt sich mathematisch darstellen durch die Augenblickswerte:

$$p_{1\,\mathrm{Volt}} = i_1 r_1 + L_1 \frac{d\,i_1}{d\,t} + n_1 \frac{d\,\Phi}{d\,t} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

$$p_{2\,\mathrm{Volt}} = i_2 r_2 + L_2 \frac{d\,i_2}{d\,t} + n_2 \frac{d\,\Phi}{d\,t} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

darin bedeutet

Index 1 die primäre Wicklung und

Index 2 die sekundäre Wicklung,

r_1, r_2 den Ohmschen Widerstand der primären bzw. sekundären Wicklung,

L_1, L_2 den Selbstinduktionskoeffizienten der primären bzw. sekundären Wicklung,

n_1, n_2 die Anzahl der Windungen der primären bzw. sekundären Wicklung,

Φ den Fluß, der die primäre und sekundäre Wicklung durchsetzt.

Ist nun die sekundäre Seite kurzgeschlossen, so ist p_2 gleich 0; somit ist

$$\frac{d\,\Phi}{d\,t} = -\frac{1}{n_2}\left(i_2 r_2 + L_2 \frac{d\,i_2}{d\,t}\right)$$

und

$$p_1 = i_1 r_1 + L_1 \frac{d\,i_1}{d\,t} - \frac{n_1}{n_2}\left(i_2 r_2 + L_2 \frac{d\,i_2}{d\,t}\right).$$

Die während einer Periode geleistete Arbeit ist dann

$$\int_0^T p_1 i_1 \, d\,t = \int_0^T \left(i_1^2 r_1 - \frac{n_1}{n_2} i_1 i_2 r_2\right) d\,t + \int_0^T \left(L_1 \frac{d\,i_1}{d\,t} i_1 - \frac{n_1}{n_2} L_2 \frac{d\,i_2}{d\,t} i_2\right) d\,t \quad . \; . \quad (3)$$

oder

$$P_{1\mathrm{eff}} J_{1\mathrm{eff}} \cos\varphi \, T = (J_{1\,\mathrm{eff.}}^2 r_1 + J_{2\,\mathrm{eff.}}^2 r_2)\, T + \int_0^T \left(L_1 i_1 \frac{d\,i_1}{d\,t} + L_2 i_2 \frac{d\,i_2}{d\,t}\right) d\,t. \quad . \quad (3a)$$

Da wir bei starken Belastungen, vor allem bei Kurzschluß, vom Leerstrom absehen können, setzen wir

$$\frac{n_1}{n_2} i_1 = -i_2;$$

zwischen i_1 und i_2 besteht also eine Phasenverschiebung von 180°.

Betrachten wir jetzt weiterhin den zweiten Ausdruck auf der rechten Seite unserer Gl. (3a). Er lautet:

$$\int_0^T L_1 i_1 \frac{d\,i_1}{d\,t} \, d\,t + \int_0^T L_2 i_2 \frac{d\,i_2}{d\,t} \, d\,t$$

oder

$$\int_0^0 L_1 i_1 \, d\,i_1 + \int_0^0 L_2 i_2 \, d\,i_2 = 0,$$

d. h., der zweite Ausdruck unserer Gl. (3) ist elektrisch energielos. Daß er aber mechanisch nicht energielos ist, zeigt uns folgende Betrachtung:

Wir integrieren jetzt nicht von 0 bis T, sondern von 0 bis $\frac{T}{4}$; dann ist

$$\int_0^{T/4} L_1 i_1 \frac{d\,i_1}{d\,t} \, d\,t + \int_0^{T/4} L_2 i_2 \frac{d\,i_2}{d\,t} \, d\,t$$

oder

$$\int_{J_{1\max}}^0 L_1 i_1 \, d\,i_1 + \int_{-J_{2\max}}^0 L_2 i_2 \, d\,i_2 = -\frac{L_1}{2} J_{1\,\max}^2 - \frac{L_2}{2} J_{2\,\max}^2,$$

also negativ, da die Arbeit zugeführt wird.

Mit Abb. 1 und 2 verglichen, stellt $-\frac{L_1}{2} J_{1\,\max}^2$ die mit dem Zeichen — schraffierte Fläche in Abb. 1 dar, und $+\frac{L_2}{2} J_{2\,\max}^2$ die mit dem Zeichen + schraffierte Fläche in Abb. 2.

In einem Zeitaugenblick d t ist die geleistete Arbeit

$$\int L\, i\, d\,i = \frac{L}{2} i^2.$$

Wir wissen, daß dies die magnetische Energie ist. Für unsere Betrachtungen ist natürlich der Punkt herauszugreifen, in dem diese am größten ist. Dies ist der Punkt A. Hier ist die magnetische Energie:

$$\frac{L_1}{2} J_{1\,\max}^2 = + L_1 J_{1\,\mathrm{eff}}^2 \quad \text{(Abb. 1)},$$

$$\frac{L_2}{2} J_{2\,\max}^2 = + L_2 J_{2\,\mathrm{eff}}^2 \quad \text{(Abb. 2)}.$$

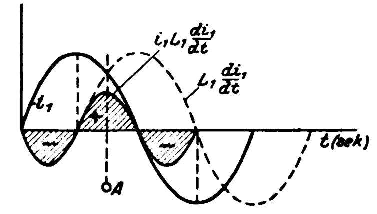


Abb. 1. Zeitlicher Verlauf der magnetischen Energie primärseitig.

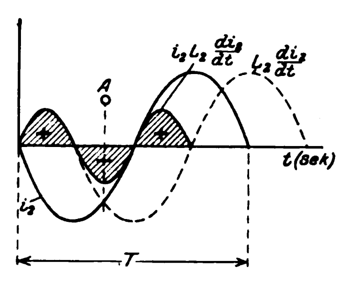


Abb. 2. Zeitlicher Verlauf der magnetischen Energie sekundärseitig.

Wie wir wissen, ist zur Herstellung der magnetischen Energie, abgesehen von den Ummagnetisierungs- und Wirbelstromverlusten, keine elektrische Energie nötig, da, wie Abb. 1 und 2 zeigen, einmal elektrische Energie vom Netz zugeführt, das andere Mal an das Netz wieder abgegeben wird, so daß die Summe (in Abb. 1 und 2 die Summe aller schraffierten Flächen) gleich Null wird, wie es ja auch der zweite Teil unserer Gl. (3) ergibt, da i und $L \frac{d\,i}{d\,t}$ um 90° phasenverschoben sind. Es ist somit im Kurzschlußfalle die zugeführte Arbeit während einer Periode

$$\int_0^T p_1 i_1 \, d\,t = \int_0^T (i_1^2 r_1 + i_2^2 r_2) \, d\,t$$

oder die zugeführte Leistung

$$N_K = J_{1\mathrm{eff}} P_{1\mathrm{eff}} \cos\varphi = J_{1\,\mathrm{eff}}^2 r_1 + J_{2\,\mathrm{eff}}^2 r_2 \, . \; . \; . \quad (4)$$

Wenn wir Abb. 1 und 2 zur Deckung bringen, so sehen wir, daß die Richtung der magnetischen Energie der Wicklung *1* in jedem Zeitmoment entgegengesetzt ist der der Wicklung *2*. Betrachtet man die Anordnung der primären und sekundären Wicklungen an Wandlern und Transfor-

matoren, so findet man, daß der Luftspalt zwischen beiden so gering ist, daß wir ihn für unsere Betrachtungen gleich Null setzen können, ohne einen merkbaren Fehler zu machen, d. h., wir bringen die beiden Felder vollkommen zur Deckung.

Betrachten wir nun die magnetische Energie im Punkte A unserer Abb. 1 und 2. Sie ist

$$\text{für die Wicklung } 1: \; + L_1 J_{1\,\text{eff}}^2$$
$$\text{„ „ „ } 2: \; + L_2 J_{2\,\text{eff}}^2.$$

Ihre Differenz $(L_1 J_{1\,\text{eff}}^2 - L_2 J_{2\,\text{eff}}^2)$ stellt somit die in diesem Zeitmoment **frei** vorhandene magnetische Energie dar, die sich in Kraftlinien im Luft- oder Streuraum äußert.

Der zweite Teil unserer Gl. (3) im Zeitmoment A lautet aber nach dem Vorhergegangenen:

$$-(L_1 J_{1\,\text{eff}}^2 + L_2 J_{2\,\text{eff}}^2).$$

Dies ist die gesamte magnetische Energie, wenn der Luftspalt zwischen beiden Wicklungen unendlich groß wäre, so daß sich beide Felder nicht beeinflussen würden. Da aber, wie oben erwähnt, der Luftspalt gleich Null gesetzt werden kann, also nur $(L_1 J_{1\,\text{eff}}^2 - L_2 J_{2\,\text{eff}}^2)$ noch als **rein** magnetische Energie auftritt, so muß ihre Differenz, also:

$$\mathfrak{P}_1 - \mathfrak{P}_2 = (L_1 J_{1\,\text{eff}}^2 + L_2 J_{2\,\text{eff}}^2) - (L_1 J_{1\,\text{eff}}^2 - L_2 J_{2\,\text{eff}}^2)$$

sich in eine mechanische Energie umsetzen, dadurch, daß sich die beiden Felder von den Wicklungen *1* und *2* mit einer bestimmten Kraft abzustoßen versuchen. Solange also die beiden Wicklungen und damit ihre Felder ihre Lage zueinander beibehalten, wird eine Arbeitsfähigkeit der Lage vorhanden sein, oder es wird eine potentielle Energie von der Größe $(\mathfrak{P}_1 - \mathfrak{P}_2)$ aufgespeichert, die sich sofort in kinetische Energie umsetzen wird, wenn sich die Lage beider Wicklungen zueinander ändert.

Solange das System in Ruhe ist, also eine potentielle Energie aufgespeichert ist, wird die zugeführte elektrische Energie in Gl. (3) immer noch durch den Ausdruck $J_{1\,\text{eff}}^2 r_1 + J_{2\,\text{eff}}^2 r_2$ gedeckt, also in Wärme umgesetzt. Sobald aber eine Bewegung der beiden Wicklungen, also eine Lagenänderung zueinander auftritt, wird der zweite Teil unserer Gl. (3) nicht mehr Null sein, sondern einen bestimmten Wert annehmen, der sein Maximum dann erreichen würde, wenn die Lagenveränderung, also die Bewegung, ohne Reibung und sonstige Störungen vor sich gehen würde. In diesem Falle würde die Phasenverschiebung ϱ zwischen $J_{1\,\text{eff}}$ und $P_{1\,\text{eff}}$ verschwinden, vorausgesetzt, daß $L_1 J_{1\,\text{eff}}^2 \approx L_2 J_{2\,\text{eff}}^2$ ist, was ja praktisch immer der Fall sein wird, so daß der Ausdruck $L_1 J_{1\,\text{eff}}^2 + L_2 J_{2\,\text{eff}}^2$ — jetzt gleich kinetischer Energie — den Wert:

$$[J_{1\,\text{eff}} P_{1\,\text{eff}} - (J_{1\,\text{eff}}^2 r_1 + J_{2\,\text{eff}}^2 r_2)]\, t$$

annehmen würde; oder die in jeder Sekunde geleistete Arbeit wäre gleich

$$J_{1\,\text{eff}} P_{1\,\text{eff}} - (J_{1\,\text{eff}}^2 r_1 + J_{2\,\text{eff}}^2 r_2)$$

oder

$$J_{1\,\text{eff}} P_{1\,\text{eff}} (1 - \cos\varrho)$$

Letzterer Ausdruck entspricht der schraffierten Fläche in Abb. 3. Mißt man z. B. beim normalen Kurzschlußversuch $P_{1\,\text{eff}}$, $J_{1\,\text{eff}}$ und $N_K = P_{1\,\text{eff}} J_{1\,\text{eff}} \cos\varphi$, berechnet daraus ϱ und zeichnet das Diagramm Abb. 3, so ist die schraffierte Fläche gleich der Leistungsfähigkeit der potentiellen Energie oder gleich der **Deformationsleistung**, der der Transformator im normalen Betriebszustand ausgesetzt ist.

In welcher Art kann nun die Deformation vor sich gehen? Abb. 4 und 5 zeigen uns, daß bei Röhrenspulen, auf die sich unsere Betrachtungen beziehen mögen, einerseits die innere Spule mit der Kraft P kg nach links oder rechts, oder die äußere Spule mit derselben Kraft nach rechts oder links in axialer Richtung verschoben werden kann, anderseits aber eine von den Spulen, wenn sie genau symmetrisch liegen, in der Mitte mit der Kraft P auseinandergerissen werden kann. Außerdem treten auch Kräfte in radialer Richtung auf, die die innere Spule mit der Kraft p kg/cm zusammendrücken, also die einzelnen Windungen auf Druck beanspruchen und die äußere Wicklung mit der Kraft p kg/cm auseinanderzusprengen versuchen, also eine Zugbeanspruchung der Windungen hervorrufen.

Wir betrachten zunächst die axiale Verschiebung. Wie wir gesehen haben, wird bei einer Verschiebungsbewegung $\cos\varrho$ größer werden, $J_{1\,\text{eff}}$ und $J_{2\,\text{eff}}$ werden aber ihre Werte beibehalten, so daß für die weiteren Betrachtungen $J_{1\,\text{eff}}$ und $J_{2\,\text{eff}}$ als konstant gelten können.

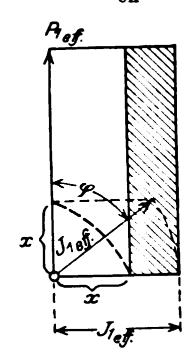


Abb. 3. Diagramm zur Bestimmung der Deformationsleistung.

Wie schon oben erwähnt, ist die potentielle Energie oder die Deformationsarbeit, die im Streuraum aufgespeichert ist, wenn die beiden Wicklungen die Lage zueinander haben, wie es Abb. 4 zeigt,

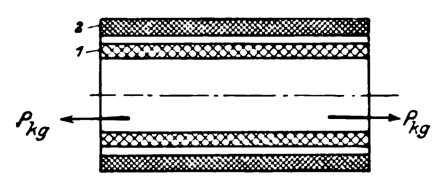


Abb. 4. Längsschnitt einer Röhrenwicklung.

$$\mathfrak{P} = (J_{1\,\text{eff}}^2 L_1 + J_{2\,\text{eff}}^2 L_2) - (J_{1\,\text{eff}}^2 L_1 - J_{2\,\text{eff}}^2 L_2) \text{ in Ws} \quad (5)$$

oder

$$\mathfrak{P} = \mathfrak{P}_1 - \mathfrak{P}_2 \text{ in Ws.}$$

Wenn sich beide nun so zueinander verschoben haben, wie es Abb. 6 zeigt, so werden die Felder $\mathfrak{H}_1$ und $\mathfrak{H}_2$ nicht mehr ineinander, sondern nebeneinander liegen, so daß die **frei** vorhandene magnetische Energie $\mathfrak{P}_2$ nicht mehr $(J_{1\,\text{eff}}^2 L_1 - J_{2\,\text{eff}}^2 L_2)$ ist, sondern den Wert $(J_{1\,\text{eff}}^2 L_1 + J_{2\,\text{eff}}^2 L_2)$ besitzt.

Es ist dann die Deformationsarbeit, die geleistet werden könnte,

$$\mathfrak{P} = \mathfrak{P}_1 - \mathfrak{P}_2 = 0.$$

Wenn wir nun umgekehrt Wicklung *1* wieder in die alte Lage bringen wollen, so, daß sich Gerade a und b decken (Abb. 6), so müssen wir auf dem Weg x eine Kraft $P = C f(x)$ überwinden. Die geleistete Arbeit ist, wenn $x = l$ wird:

$$\mathfrak{A} = \int_0^l P_{(x)}\, \mathrm{d}x.$$

Diese Arbeit $\mathfrak{A}$ muß nach dem Energiegesetz gleich der aufgespeicherten Deformationsarbeit $\mathfrak{P}$ sein. Somit ist

$$\mathfrak{A} = +\mathfrak{P}$$

oder:

$$\int_0^l P_{(x)}\, \mathrm{d}x = (J_{1\,\text{eff}}^2 L_1 + J_{2\,\text{eff}}^2 L_2) - (J_{1\,\text{eff}}^2 L_1 - J_{2\,\text{eff}}^2 L_2). \quad (6)$$

Wie verläuft nun die Kraft P in Abhängigkeit von x? Es liegt sehr nahe, da sich die Kraft P aus der Aufeinanderwirkung der Feldstärken $\mathfrak{H}_1$ und $\mathfrak{H}_2$ im Streuraum ergibt, also proportional dem Ausdruck $\mathfrak{H}_1 \mathfrak{H}_2$ ist, daß $P = C x^\nu$ ist, wobei C die Proportionalitätskonstante ist und ν irgendein konstanter Wert, der sich aus der Rechnung ergeben muß.

Es ist dabei immer zu bedenken, daß sich unsere Betrachtungen auf ein System beziehen, bei dem Wicklung *1* und *2* ineinander liegen, wie es Abb. 4 zeigt. Nur denken wir uns Wicklung *1* und *2* auseinandergezogen, ohne daß sich die Feldstärken ihrer Größe und ihrer Lage zu den betreffenden Wicklungen nach verändern sollen, was ja in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

Somit ist die Kraft P, mit der sich beide Wicklungen abstoßen, an irgendeiner Stelle x (Abb. 7)

$$P_{(x)} = \mathfrak{H}_{1(x)} \mathfrak{H}_{2(x)} \frac{F}{8\pi} \text{ in Dyn} \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

$$P_{(x)} = \mathfrak{H}_{1(x)} \mathfrak{H}_{2(x)} \frac{F}{8\pi \cdot 981\,000} = 4\,F \cdot 10^{-8}\, \mathfrak{H}_{1(x)} \mathfrak{H}_{2(x)} \text{ in kg} \;. \; (7\text{a})$$

F ist dabei die Streufläche in cm².

$$\text{Ist } P_{(x)} = C x^\nu, \text{ dann ist } \mathfrak{h}_{1(x)} = C_1 x^{\frac{\nu}{2}} \text{ und } \mathfrak{h}_{2(x)} = C_2 x^{\frac{\nu}{2}}$$

Nun müssen sich auch im Kurzschlußfalle, abgesehen vom Magnetisierungsstrom, die Amperewindungen das Gleichgewicht halten, also die Durchflutungen primär- und sekundärseitig dieselben sein; demnach

$$\mathfrak{h}_{1(x)} = \mathfrak{h}_{2(x)}$$

und

$$C_1 = C_2.$$

D. h.: Ist Wicklung *1* um x cm in Wicklung *2* hineingerückt, so wirken die Feldstärken $\mathfrak{H}_1$ und $\mathfrak{H}_2$ aufeinander,

die sich durch den Schnittpunkt S (s. Abb. 7) ergeben. Da nun $C_1 = C_2$ ist, so wird die Projektion von S auf x in die Mitte von x fallen. Wenn wir also die Kraft P an der Stelle x berechnen wollen, müssen wir die Feldstärken in Rechnung ziehen, die bei $\frac{x}{2}$ liegen.

Ziemlich genau angenähert können wir jetzt schreiben:

$$P_{(x)} = 4\,F\,.\,10^{-8}\,\mathfrak{H}_1{}^2{}_{\left(\frac{x}{2}\right)} \text{ in kg} \quad . \;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (8)$$

$\mathfrak{H}$ steht nun mit der Streuspannung in folgender Beziehung:

$$E_s = \omega\,L\,J = 4{,}44\,\mathfrak{n}\,v\,F\,\mathfrak{H}\,.\,10^{-8} \text{ in Volt};$$

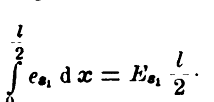
daraus:

$$\mathfrak{H} = \frac{\omega\,L\,J\,.\,10^8}{4{,}44\,\mathfrak{n}\,v\,F} \text{ in CGS};$$

somit:

$$\mathfrak{H}_1 = \frac{\omega\,L_1\,J_1\,.\,10^8}{4{,}44\,\mathfrak{n}_1\,v\,F} \text{ in CGS.} \quad . \;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (9)$$

Da aber $\mathfrak{h}_1$ nicht geradlinig über x verlaufen wird, so wird auch e_{s_1} nicht geradlinig über die Leiterlänge der Wicklung *1* verlaufen. E_s ist somit nur der Mittelwert aus den unendlich vielen e_s. Folglich gilt:



$$\int_0^{\frac{l}{2}} e_{s_1}\,\mathrm{d}\,x = E_{s_1}\,\frac{l}{2}.$$

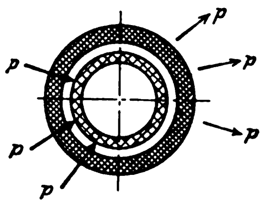


Abb. 5. Querschnitt durch eine Röhrenwicklung.

Da nun E_{s_1} und $\mathfrak{H}_1$ linear voneinander abhängen, so ist auch:

$$\int_0^{\frac{l}{2}} \mathfrak{h}_1\,\mathrm{d}\,x = \mathfrak{H}_1\,\frac{l}{2}.$$

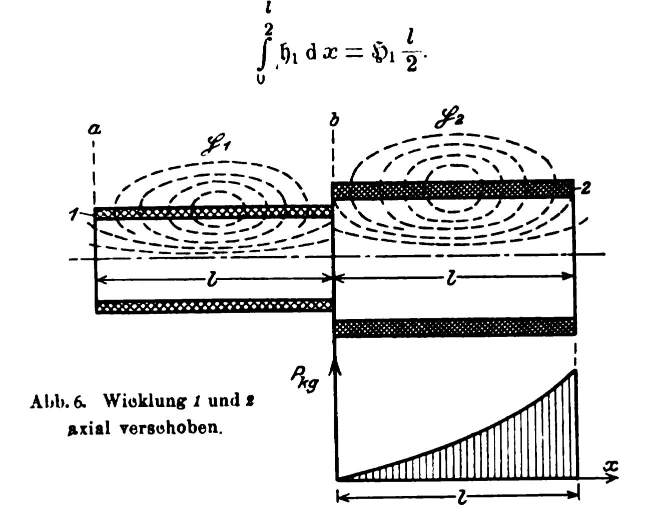


Abb. 6. Wicklung *1* und *2* axial verschoben.

Wie oben erwähnt, ist nun:

$$\mathfrak{h}_1 = C_1\,x^{\frac{y}{2}};$$

somit:

$$\int_0^{\frac{l}{2}} \mathfrak{h}_1\,\mathrm{d}\,x = \int_0^{\frac{l}{2}} C_1\,x^{\frac{y}{2}}\,\mathrm{d}\,x = \frac{C_1\,x^{\left[\frac{y}{2}+1\right]}\Big|_0^{l/2}}{\frac{y}{2}+1} = \frac{C_1}{\frac{y}{2}+1}\left(\frac{l}{2}\right)^{\frac{y}{2}+1} = \mathfrak{H}_1\,\frac{l}{2};$$

also:

$$C_1 = \frac{\mathfrak{H}_1\,\frac{l}{2}\left(\frac{y}{2}+1\right)}{\left(\frac{l}{2}\right)^{\frac{y}{2}+1}} = \frac{\mathfrak{H}_1\left(\frac{y}{2}+1\right)}{\left(\frac{l}{2}\right)^{\frac{y}{2}}}.$$

Wir dürfen im vorangegangenen nur von 0 bis $\frac{l}{2}$ integrieren, da für größere Werte von x als $\frac{l}{2}$ die Werte e_s und $\mathfrak{h}_1$ nach einer anderen Funktion von x verlaufen (s. Abb. 7).

Wir wollen nun die Kraft P an der Stelle $x = l$ berechnen, also brauchen wir dazu die Feldstärke $\mathfrak{h}_1$, an der Stelle $x = \frac{l}{2}$, wo sie ihr Maximum hat. Also bezeichnen wir $\mathfrak{h}_1$ an der Stelle $\frac{l}{2}$ mit $\mathfrak{H}_{1\,max}$. Es ist:

$$\mathfrak{H}_{1\,max} = C_1\left(\frac{l}{2}\right)^{\frac{y}{2}} = \mathfrak{H}_1\,\frac{\left(\frac{y}{2}+1\right)}{\left(\frac{l}{2}\right)^{\frac{y}{2}}}\left(\frac{l}{2}\right)^{\frac{y}{2}} = \mathfrak{H}_1\left(\frac{y}{2}+1\right);$$

folglich ist:

$$P_{x=l} = 4\,F\,.\,10^{-8}\,\mathfrak{H}_1{}^2{}_{max} \text{ in kg}$$

oder:

$$P_{x=l} = 4\,F\,.\,10^{-8}\,\mathfrak{H}_1{}^2\left(\frac{y}{2}+1\right)^2 \text{ in kg.} \quad . \;. \quad (10)$$

Um $P_{x=l}$ zu berechnen, fehlt uns somit noch y. Dieses finden wir folgendermaßen:

$$\int_0^{l} P\,\mathrm{d}\,x = 4\,F\,.\,10^{-8}\int_0^{\frac{l}{2}} \mathfrak{h}_1{}^2\,\mathrm{d}\,x$$

$$= 4\,F\,.\,10^{-8}\int_0^{\frac{l}{2}} C_1{}^2\,x^{y}\,\mathrm{d}\,x$$

$$= 4\,F\,.\,10^{-8}\,\mathfrak{H}_1{}^2\,\frac{\left(\frac{y}{2}+1\right)^2}{y+1}\,\frac{l}{2} \text{ in kgcm}$$

$$\int_0^{l} P\,\mathrm{d}\,x = (L_1\,J_1{}^2{}_{\text{eff}} + L_2\,J_2{}^2{}_{\text{eff}}) - (L_1\,J_1{}^2{}_{\text{eff}} - L_2\,J_2{}^2{}_{\text{eff}}).$$

Da wir nun, wie oben erwähnt, mit sehr großer Genauigkeit $\mathfrak{h}_{1(x)} = \mathfrak{h}_{2(x)}$ setzen können, d. h. die Feldstärken ihrer Lage und ihrer Größe nach bei beiden Wicklungen dieselben sind, so werden auch die magnetischen Energien bei beiden mit großer Annäherung dieselben sein, so daß:

$$L_1\,J_1{}^2{}_{\text{eff}} = L_2\,J_2{}^2{}_{\text{eff}}$$

ist. Daher wird

$$\int_0^{l} P\,\mathrm{d}\,x = 2\,L_1\,J_1{}^2{}_{\text{eff}} \text{ in Ws} = \mathfrak{P},$$

$$1 \text{ mkg} = 100 \text{ cmkg} = 9{,}81 \text{ Ws},$$

$$1 \text{ Ws} = \frac{100}{9{,}81} = 10{,}2 \text{ cmkg};$$

somit:

$$\int_0^{l} P\,\mathrm{d}\,x = 2\,.\,10{,}2\,L_1\,J_1{}^2{}_{\text{eff}} \text{ in kgcm.}$$

Die Gleichung für y lautet somit:

$$20{,}4\,L_1\,J_1{}^2{}_{\text{eff}} = 4\,F\,.\,10^{-8}\,\mathfrak{H}_1{}^2\,\frac{\left(\frac{y}{2}+1\right)^2}{y+1}\,\frac{l}{2}. \quad . \;. \quad (11)$$

Beispiel. Versuchen wir an einem Beispiel, uns die Beziehungen der Gl. (10) und (11) klarzumachen.

Es sollen die Kurzschlußkräfte in axialer Richtung eines Einphasen-Transformators mit Röhrenwicklung berechnet werden.

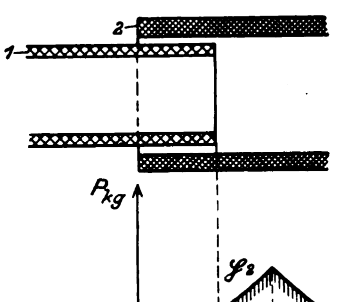


Abb. 7.

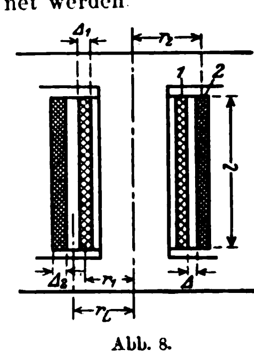


Abb. 8.

Der mittlere Radius des Luftraumes sei (s. Abb. 8):

$r_L = 19$ cm,

der Luftspalt $\Delta = 2$ cm,

Streufläche $F = 2\,r_L\,\pi\,.\,2 = 240$ cm².

$\mathfrak{n}_1 = 10$ Windungen

$\mathfrak{n}_2 = 100$ „

$l = 40$ cm.



Der Kurzschlußstrom bei primärseitig voller Spannung sei:

$$J_{1\text{eff}} = 5000 \text{ A}$$
$$J_{2\text{eff}} = 500 \text{ A}.$$

Der Streukoeffizient L_1 sei entweder aus dem Leerlaufversuch bestimmt oder nach Rogowski berechnet.

Es sei: $L_1 = 1292 \cdot 10^{-8}\,\Omega\text{s}.$

Dann ist nach Gl. (9):

$$\mathfrak{H}_1 = \frac{2\pi \cdot 1292 \cdot 10^{-8} \cdot 5000 \cdot 10^8}{4{,}44 \cdot 10 \cdot 240} \text{ in CGS}$$
$$\mathfrak{H}_1 \approx 3800 \text{ CGS}.$$

Unsere Gl. (11) ergibt dann:

$$20{,}4 \cdot 1292 \cdot 10^{-8} \cdot 25 \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^{-8} \cdot 240 \cdot 3800^2 \cdot 20 \frac{\left(\frac{y}{2}+1\right)^2}{y+1}$$
$$6600 = 2800 \frac{\left(\frac{y}{2}+1\right)^2}{y+1}$$
$$2{,}3(y+1) = \frac{y^2}{4} + y + 1$$
$$y^2 - 5{,}2\,y - 5{,}2 = 0$$
$$y_{1,2} = +2{,}6 \pm \sqrt{2{,}6^2 + 5{,}2}$$
$$y_1 = +2{,}6 + 3{,}4 = 6$$
$$(y_2 = +2{,}6 - 3{,}4 = -0{,}8).$$

Da y_2 negativ, kommt dieser Wert nicht in Frage, somit

$$y = 6$$
$$P_{x=l} = 4 \cdot 10^{-8} \cdot 240 \cdot 3800^2 \cdot 16 \text{ kg}$$
$$P = 2218 \text{ kg} = 2{,}22 \text{ t}.$$

Dies ist die Kraft, die die Abstützungen der Wicklungen *1* und *2* im Moment des Kurzschlusses bei normaler Spannung primärseitig aufnehmen müssen, ohne dabei deformiert zu werden.

Der effektive Kurzschlußstrom $J_{1\text{eff}}$ bei normaler Spannung $P_{1\text{eff}}$ läßt sich ziemlich genau durch die Beziehung:

$$J_{1\text{eff}} = \frac{P_{1\text{eff}}}{P_{1K}} J_{1K}$$

finden, wobei P_{1K} und J_{1K} die normale Kurzschlußspannung und der normale Strom sind.

Um die richtige Dimension für die Abstützungen der Wicklungen, die meistens aus Profileisen bestehen, zu erhalten, braucht man schließlich die Kurzschlußkräfte gar nicht zu berechnen, sondern kann dabei mittels eines anderen Gedankenganges vorgehen:

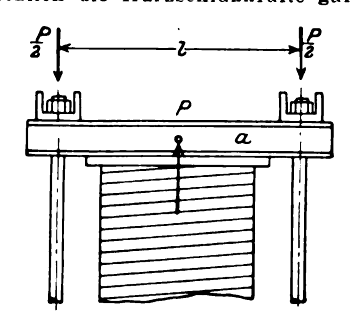


Abb. 9. Profileisen-Abstützung.

Wir erinnern uns daran, daß sich die Deformationsleistung des ganzen Systems durch die schraffierte Fläche (Abb. 3) darstellen läßt. Aus dem normalen Kurzschlußversuch erhalten wir die Phasenverschiebung ϱ zwischen Spannung und Strom primärseitig. Gehen wir zum Kurzschluß bei primär voller Spannung über, so ist ϱ und somit $\cos\varrho$ dasselbe. Der dazugehörige Kurzschlußstrom ist

$$J_{1\text{eff}} \approx \frac{P_{1\text{eff}}}{P_{1K}} J_{1K}.$$

Wir können somit aus $P_{1\text{eff}}$, $J_{1\text{eff}}$ und $\cos\varrho$ das Diagramm zeichnen und erhalten aus der schraffierten Fläche die Deformationsleistung bei Kurzschluß mit voller Spannung. Soll nun der Transformator mechanisch kurzschlußsicher sein, so müssen die Abstützungen diese Arbeit aufnehmen können, ohne daß dabei die zulässigen Festigkeitsgrenzen des Materials überschritten werden.

Nehmen wir einmal an, daß ein Profileisen die gesamte Kurzschlußkraft in der Weise aufnehmen muß, wie es Abb. 9 zeigt. Betrachten wir die Durchbiegung von *a* durch die Kurzschlußkraft *P*, dann ist:

$$k_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{P\,l}{4\,W_b};$$

somit
$$P = \frac{4\,W_b\,k_b}{l} \text{ in kg}.$$

Die zulässig größte Durchbiegung d_z des Profiles *a* ist dann:

$$d_z = \frac{P\,l^3}{E\,J \cdot 48} = \frac{4\,W_b\,k_b\,l^3}{l\,E\,J \cdot 48}.$$

Es ist.

$$P = \frac{E\,J \cdot 48}{l^3}\,d.$$

Die zulässige Arbeitsaufnahmefähigkeit von *a* ist somit:

$$\int_0^{d_z} P\,\mathrm{d}\,d = \int_0^{d_z} \frac{E\,J \cdot 48}{l^3}\,d \cdot \mathrm{d}\,d = \frac{48\,E\,J}{l^3}\,\frac{[d^2]_0^{d_z}}{2}$$
$$= \frac{48\,E\,J\,d_z^2}{2\,l^3} = \frac{48\,E\,J \cdot 16\,W_b^2\,k_b^2\,l^6}{2\,l^3\,l^2\,E^2\,J^2 \cdot 48^2}$$
$$= \frac{l\,W_b^2\,k_b^2}{6\,E\,J} \text{ in kgcm}.$$

Dieser Wert muß gleich sein dem Inhalt der schraffierten Fläche unseres Diagrammes Abb. 3, so daß

$$\frac{l\,W_b^2\,k_b^2}{6\,E\,J} = \text{Inhalt} \times M \cdot 10{,}2 \text{ in kgcm} = \mathfrak{P};$$

M ist dabei der Maßstab und ist anzugeben in Wattsek./cm², wenn der Inhalt in cm² errechnet wird.

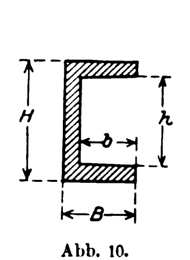


Abb. 10.

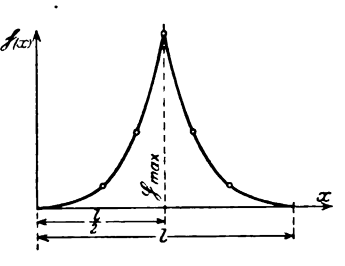


Abb. 11. Verlauf der Feldstärke längs einer Wicklung.

Wird zum Beispiel ein Träger mit [-Profil benutzt, so ist (Abb. 10):

$$J = \frac{B\,H^3 - b\,h^3}{12} \quad \text{und} \quad W_b = \frac{B\,H^3 - b\,h^3}{6\,H}.$$

und es gilt:

$$\mathfrak{P} = \frac{l\,k_b^2\,(B\,H^3 - b\,h^3)}{b\,E \cdot 3\,H^2} = \frac{l\,k_b^2\,(B\,H^3 - b\,h^3)}{18\,E\,H^2} \text{ kgcm}. \quad (12)$$

B, *H*, *b* und *h* müssen nun so dimensioniert sein, daß die Gl. (12) erfüllt wird.

Betrachten wir jetzt die Kräfte, die in radialer Richtung die Wicklungen beanspruchen. Die Wicklung *2* in Abb. 5 wird auf Zug beansprucht. Der Luftspalt zwischen Wicklung *1* und *2* ist Δ (s. Abb. 8). Die potentielle Energie ist wieder $\mathfrak{P}$. Wird jetzt Wicklung *2* radial soweit auseinandergedehnt, daß sich Δ um $\mathrm{d}\,\Delta$ vergrößert, so ist die potentielle Energie $\mathfrak{P} + \mathrm{d}\,\mathfrak{P}$. Dabei hat $\sum p$ auf dem Wege $\mathrm{d}\,\Delta$ gewirkt, so daß

$$\mathrm{d}\,\mathfrak{P} = \sum p\,\mathrm{d}\,\Delta = \mathrm{d}\,\Delta \sum p.$$

Nun ist *p* die Kraft in kg/cm am Umfang der Wicklung *2* Es ist somit:

$$\sum p = 2\,r_2\,\pi\,p\,n_2,$$

so daß

$$\mathrm{d}\,\mathfrak{P} = 2\,r_2\,\pi\,n_2\,p\,\mathrm{d}\,\Delta$$

ist, oder

$$p = \frac{1}{2\,r_2\,\pi\,n_2}\,\frac{\mathrm{d}\,\mathfrak{P}}{\mathrm{d}\,\Delta}$$

wird. Nun ist wieder:

$$\mathfrak{P} = 20{,}4\,L_1\,J_{1\,\text{eff}}^2 \text{ in kgcm}.$$

Wie schon eingangs erwähnt, wird bei einer gedachten Lagenveränderung der beiden Wicklungen, hier also bei einer Veränderung von Δ um $\mathrm{d}\,\Delta$, $J_{1\text{eff}}$ konstant bleiben. Es ist somit:

$$\mathrm{d}\,\mathfrak{P} = 20{,}4\,J_{1\,\text{eff}}^2\,\mathrm{d}\,L_1$$

und

$$\frac{\mathrm{d}\,\mathfrak{P}}{\mathrm{d}\,\Delta} = 20{,}4\,J_{1\,\text{eff}}^2\,\frac{\mathrm{d}\,L_1}{\mathrm{d}\,\Delta} \text{ in kg}.$$



Nach Rogowski ist nun

$$L_1 = \frac{5}{2\pi} n_1^2 \frac{L_m}{l} \left[\Delta + \frac{1}{3}\frac{L_{2m}}{L_m}\Delta_2 + \frac{1}{2}\frac{L_{1m}}{L_m}\Delta_1\right] 10^{-8} \text{ Ohmsek.}$$

Dabei ist:

$$L_m = 2\pi r_L = 2\pi\left(\frac{\Delta_1 + \Delta}{2} + r_1\right)$$

$$L_{1m} = 2\pi r_1 = 2\pi r_1$$

$$L_{2m} = 2\pi r_2 = 2\pi\left(r_1 + \Delta + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}\right)$$

Somit wird:

$$L_1 = \frac{5}{2\pi} n_1^2 \frac{2\pi\left(r_1 + \frac{\Delta_1 + \Delta}{2}\right)}{l} \left[\Delta + \frac{1}{3}\Delta_2 \frac{2\pi\left(r_1 + \Delta + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}\right)}{\left(2\pi\left[r_1 + \frac{\Delta_1 + \Delta}{2}\right]\right)} + \frac{1}{2}\Delta_1 \frac{2\pi r_1}{2\pi\left(r_1 + \frac{\Delta_1 + \Delta}{2}\right)}\right] . 10^{-8}$$

$$= \frac{5}{6\,l} n_1^2 [3\Delta^2 + \Delta(6r_1 + 3\Delta_1 + 2\Delta_2) + \Delta_1(\Delta_2 + 3r_1) + 2\Delta_2 r_1] . 10^{-8}.$$

Dann ist:

$$\frac{d L_1}{d\Delta} = \frac{5}{6\,l} n_1^2 [6\Delta + 6r_1 + 3\Delta_1 + 2\Delta_2] . 10^{-8} \text{ Ohmsek./cm};$$

somit ist:

$$p = \frac{1}{2 r_2 \pi n_2} 20{,}4 J_{1\text{eff}} \frac{5}{6\,l} \times n_1^2 [6\Delta + 6r_1 + 3\Delta_1 + 2\Delta_2] . 10^{-8} \text{ kg/cm},$$

oder:

$$p = 8{,}5 J_{1\,\text{eff}}^2 \frac{n_1^2}{\pi r_2 n_2 l} [6\Delta + 6r_1 + 3\Delta_1 + 2\Delta_2] . 10^{-8} \text{ kg/cm}. \quad (13)$$

Wir benutzen zur Berechnung von p dasselbe Beispiel wie im vorhergehenden Abschnitt (s. Abb. 8).

$$\Delta_1 = 4 \text{ cm} \qquad r_1 = 16 \text{ cm},$$

$$\Delta_2 = 4 \text{ cm} \qquad r_2 = 22 \text{ cm}.$$

Es ist:

$$p = 8{,}5 . 25 . 10^6 \frac{100}{\pi . 22 . 40 . 100} . 128 . 10^{-8} \approx 1 \text{ kg/cm}.$$

Ist S die Zerreißkraft, die in tangentialer Richtung am Leiterumfang wirkt, so ist:

$$p . 2 r_2 = 2 S \text{ oder: } S = p\, r_2 = 1 . 22 = 22 \text{ kg}.$$

Dabei ist S die mittlere Zerreißkraft längs der Wicklung. In Wirklichkeit sind die äußersten Windungen der Wicklung 2 unter fast keiner Zerreißwirkung, während die Windung in der Mitte der Wicklung 2 die größte Zugbeanspruchung aufzuweisen hat. Wie wir aus dem vorigen Abschnitt gesehen haben [s. Gl. (10)], müssen wir S noch mit $\left(\frac{y}{2}+1\right)^2$ multiplizieren, um S_{max} zu erhalten.

Die Zugbeanspruchung der mittleren Windung, $x = \frac{l}{2}$, ist dann:

$$S_{max} = S\left(\frac{y}{2}+1\right)^2 = S . 16 = 352 \text{ kg}.$$

Wie ist nun der Verlauf der Feldstärke im Streuraum in axialer Richtung? Wie wir gesehen haben, ist:

$$\mathfrak{h}_{1(x)} = \mathfrak{h}_{2(x)} = C_1 x^{\frac{y}{2}}$$

wobei

$$C_1 = \mathfrak{H}_1 \frac{\frac{y}{2}+1}{\left(\frac{l}{2}\right)^{\frac{y}{2}}}$$

ist. $\mathfrak{H}_1$ ergab sich zu 3800 CGS und y zu 6, so daß:

$$h_{1(x)} = h_{2(x)} = 3800 \frac{4}{20^3} x_{cm}^{\frac{y}{2}} = 1{,}9\, x^3_{cm} \text{ CGS}.$$

Für $x = \frac{l}{2} = 20$ cm ist (Abb. 11)

$$\mathfrak{h}_1 = \mathfrak{h}_2 = \mathfrak{H}_{max} = 3800 . 4 = 15\,200 \text{ CGS}.$$

Obgleich wir zwei Wicklungen haben, so stützt sich unser ganzer Rechnungsgang doch nur auf die Bestimmung der potentiellen Energie $\mathfrak{P}$ und der Feldstärke $\mathfrak{H}$ einer Wicklung. Es könnte nun die Frage auftauchen, wenn wir Wicklungen mit primär und sekundär verschiedenen Längen l haben, wie es z. B. bei Wandlern auftritt, auf welche Wicklung beim Rechnungsgang Bezug zu nehmen ist. Eine Überlegung an Hand des obigen Diagrammes sagt uns, daß die Bestimmung von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{H}$ an der Wicklung mit der kleineren Länge l am besten vorzunehmen ist, da die Feldstärken nach den Enden der anderen Wicklung zu, welche nicht berücksichtigt werden, so gering sind, daß ihre Vernachlässigung keine erwähnenswerte Fehlerquelle ist.

Einige Bemerkungen zur Transformatorenölfrage.

(Mitteilung aus dem organisch-chemischen Laboratorium der A. G. Brown, Boveri & Cie.)

Von Dr. **H. Stäger**, Baden (Schweiz).

Übersicht. Die Verteerungszahl bestimmt die sauren Reaktionsprodukte, die bei der normalen Zersetzung (Oxydation) im Transformatorenöl entstehen. Schlammbildende und Autoxydationsprodukte werden nicht erfaßt, sind aber von ausschlaggebender Bedeutung. Die nach der BBC-Methode richtig ausgewählten Öle neigen weder zur Säurebildung noch zur Verschlammung, wie an Erfahrungen aus der Praxis gezeigt wird.

Durch die Tätigkeit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission ist auch das Problem der Prüfung und Begutachtung von Transformatoren- und Schalterölen wieder zur Diskussion gestellt worden. Da während der Kriegszeit sowohl Rohöle als auch Raffinationshilfsmittel nicht in dem Maße zur Verfügung standen, wie es im Interesse eines einwandfreien Betriebes hätte gefordert werden müssen, war man gezwungen, z. T. Öle zu verwenden, die zu Isolierzwecken nach unserer heutigen Erkenntnis nicht geeignet sind, weil damals bessere Produkte nicht zu erhalten waren. Die Folgen der Verwendung solcher Materialien zeigten sich denn auch bald nach dem Kriege. Von verschiedenen Seiten wurden nach diesen Mißerfolgen die Prüfmethoden einer Revision unterzogen, teilweise wurden auch neue Verfahren zur Prüfung und Auswahl von Isolieröl vorgeschlagen.

Die Diskussion über diesen Punkt ist heute noch nicht abgeschlossen. In einem Beitrag der Herren v. d. Heyden und Typke[1] werden Untersuchungen an Kleintransformatoren mitgeteilt. Es wurden verschiedene Ölsorten in Kleintransformatoren betriebsmäßig während 16 Wochen verfolgt. Die Autoren fanden als Ergebnis ihrer Untersuchungen, daß diejenigen Öle, die auf Verteerungszahl raffiniert sind, die besten Resultate im Betriebe ergeben. Öle, die nach der schweizerischen Prüfmethode qualifiziert worden sind, sollen mehr zur Versäuerung und Schlammbildung neigen; die Sludge-Öle endlich sind in-

---

[1] ETZ 1927, S. 1225.

folge der außerordentlich starken Versäuerung im Betriebe, eine Erscheinung, die mit dem hohen Raffinationsgrad zusammenhängt, für Transformatoren absolut nicht geeignet. In diesem Zusammenhange dürfte es vielleicht interessieren, einige andere Erfahrungen aus dem Betriebe zu hören. Vom Verfasser wurde schon im Jahre 1922 die Verteerungszahl infolge verschiedener unangenehmer Erscheinungen im Betriebe angegriffen und gezeigt, daß die einseitige Erfassung einer Gruppe von Reaktionsprodukten zur einwandfreien Begutachtung nicht genügt. Inzwischen ist auch von verschiedenen anderen Seiten Kritik an der Verteerungszahl-Prüfmethode geübt worden. So hat in letzter Zeit Förster[2] darauf hingewiesen, daß die Bestimmung der Verteerungszahl zur Begutachtung eines Transformatorenöles nicht genügt. In der Schweiz wurde s. Z. eine Prüfmethode als offizielle Abnahmeprüfung vorgeschlagen, die auf Grund der oben erwähnten Erfahrungen sich an die durch BBC ausgearbeitete Methode z. T. anlehnt. Die eingangs erwähnte Veröffentlichung der Herren v. d. Heyden und Typke enthält auch einige Mitteilungen über Ergebnisse mit Ölen, die nach der schweizerischen Methode ausgewählt worden sind. Zu diesen Beobachtungen möchten wir uns einige Bemerkungen erlauben. Die schlechten Erfahrungen mit der Verteerungszahl waren die Ursache zu weiteren Forschungsarbeiten. Nachdem man erkannt hatte, daß sich bei der Oxydation von Mineralölen nicht nur Säuren bilden, war der oberste Grundsatz für die Abänderung der Prüfmethode darin festgelegt, nach Möglichkeit alle Reaktionsprodukte zu erfassen. Die neutralen schlammartigen Polymerisationsprodukte können z. T. öllöslich, z. T. ölunlöslich sein. Bei gewissen Ölsorten können aber auch noch flüchtige Reaktionsprodukte auftreten, die unter Umständen nachteilige Wirkung auf die faserigen Isolierstoffe ausüben können. Sie können aber bei normalen analytischen Untersuchungen nicht erfaßt werden. Die in den Laboratorien von BBC in dieser Richtung ausgeführten Arbeiten führten dann zur sogenannten BBC-Methode. Gerade bei der Verteerungszahl-Bestimmung treten oft solche Produkte auf und werden beim gewöhnlichen Analysengang nicht erfaßt. Vom Verfasser sind s. Z. solche Produkte in Vorlagen aufgefangen worden; er konnte auch zeigen, daß auf diesem Wege bis 100 % Fehler auftreten können[3].

Als Grundlage für die Ausarbeitung der BBC-Methode wurde ein Öl gewählt, mit dem man im Betriebe seit Jahren gute Erfahrungen gemacht hatte. Über das Verhalten desselben geben folgende Zahlen Auskunft: Zwei 350 kVA-Transformatoren, von denen der eine während 17½ Jahren bei Voll- und Überlast bei einer Temperatur von 80 ÷ 90° C gearbeitet hatte, waren mit diesem Öl gefüllt. Das Aussehen nach der erwähnten Betriebszeit war absolut einwandfrei: schwach gelbe Farbe, keine Spur von Schlamm, Säurezahl 0,38, Baumwolle vollständig intakt, nicht im geringsten brüchig. Die Verteerungszahl im Anlieferungszustand betrug 0,18 %. Eine Ölprobe wurde der BBC-Normalprüfung unterzogen und ergab nach dieser Behandlung einen Schlammgehalt von 1,2 Vol-% (nach 17½jährigem Betriebe). Die Verteerungszahl betrug 2,85. Daraus geht deutlich hervor, daß die Öle, die nach der BBC-Methode geprüft werden, die erwähnte Tendenz zur Versäuerung und Verschlammung, wie sie v. d. Heyden und Typke angeben, nicht aufweisen. Dieses Öl wurde s. Z. nach allen möglichen Richtungen untersucht. Auch wurden Vergleiche angestellt mit Ölen gleicher Verteerungszahl, die sich aber in bezug auf Verschlammung sehr schlecht verhalten haben. Zum Beweis sei ein Öl erwähnt, das bei einer Verteerungszahl im Anlieferungszustande von 0,21 %, nach der BBC-Methode geprüft, nach 300 h 3,6 Vol.-% Schlamm enthielt bei einer Säurezahl von 0,82. Im Betriebe war dieses Öl schon nach einem halben Jahr vollständig verschlammt, und es wurde nach dieser kurzen Zeit bereits eine Säurezahl von 0,51 festgestellt. Durch das Entgegenkommen einer führenden schweizerischen Kraftwerkgesellschaft, die eine laufende Ölkontrolle durchführt, wurden mir eine große Zahl von Messungen von Säurezahlen nach bestimmten Betriebszeiten bei bestimmten Betriebsbedingungen zur Verfügung gestellt, die alle sehr niedrige Werte aufweisen. Ich möchte an dieser Stelle noch einige derselben mitteilen: Zwei 1000 kVA-Transformatoren ohne Ölkonservatoren, die seit 1913 im Betrieb sind, ergaben bei einer Prüfung im Jahre 1924 eine Säurezahl von 0,08, praktisch kaum größer als im Anlieferungszustand. Öle aus zwei 2000 kVA-Transformatoren, auch seit 1913 im Betrieb, zeigten im Oktober 1924 eine Säurezahl von 0,95 bzw. 1,06. Im offiziellen Prüfattest heißt es unter „Aussehen": Das Öl ist hellbräunlich, am Boden der Flasche befindet sich ein Anflug eines schleimigen Schlammes, der sich bei geringem Erwärmen sofort löst. — Die angegebenen Werte sind durch amtliche Prüfstellen ermittelt. Die Verteerungszahl dieser Öle betrug im Anlieferungszustand 0,15 %. Eine andere Probe aus einem Transformator der gleichen Leistung, der seit 1917 im Betriebe ist und eine Verteerungszahl von 0,12 im Anlieferungszustand aufwies, zeigte bereits im Oktober 1924 eine Säurezahl von 1,17. Daraus geht hervor, daß alle diese Öle viel besseres Verhalten zeigen, als man nach den Feststellungen von v. d. Heyden und Typke erwarten dürfte. Mit diesen Beobachtungen stimmen z. T. überein die Mitteilungen von Förster, der bei gewissen Ölen nach 70 000 Betriebstunden mit 2000 kVA-Transformatoren Säurezahlen von 0,12 festgestellt hat.

Daß die Verteerungszahl zur Begutachtung nicht genügt, geht übrigens aus der Arbeit von v. d. Heyden und Typke selbst deutlich hervor. Die untersuchten Öle 1, 2 und 3 haben die bezüglichen Verteerungszahlen 0,02, 0,03 und 0,03, sind also praktisch gleich. Nach 16 Wochen im Versuchstransformator ausgekocht, zeigten diese Öle folgende analytischen Daten:

	1	2	3
Teerzahl	0,63	0,83	1,15
Säurezahl	0,56	0,84	1,26
Schlamm in Vol.-% . .	0,9	0,76	1,0

Die Schlammbildung bei 1 und 3 ist also praktisch gleich, obschon die Versäuerung nach dieser verhältnismäßig kurzen Versuchszeit sehr groß und vollständig verschieden ist trotz der praktisch gleichen Verteerungszahl im Anlieferungszustand.

Aus diesen Ergebnissen ziehen die Verfasser die Schlußfolgerung, daß die Verteerungszahl die beste Methode zur Begutachtung von Transformatorenölen sei, und daß sich Öle, die auf eine niedrige Verteerungszahl raffiniert sind, im Betriebe am besten verhalten werden; diese Ansicht sei von der AEG schon immer vertreten worden. Dem entgegen stehen aber Veröffentlichungen der beiden Autoren v. d. Heyden und Typke selbst. So wurde z. B. in der Zeitschrift „Petroleum" im Jahre 1925 von der Notwendigkeit der Verschärfung der Prüfbedingungen von Transformatoren- und Turbinenölen gesprochen. Im Jahre 1926 wurden in der Zeitschrift „Erdöl und Teer" ähnlich lautende Mitteilungen gemacht über Untersuchungen an Transformatorenölen, die zum Schluß führen, daß eine Schlammprüfung eingeführt werden sollte. Typke schreibt im Jahr 1927 in der Chemiker-Zeitung, daß die weniger weitgehend raffinierten, den deutschen und schweizerischen Vorschriften entsprechenden Öle gute Widerstandsfähigkeit besitzen gegen Versäuerung, dagegen etwas zur Schlammbildung neigen. Die intensiv raffinierten Öle sollen dagegen sehr stark versäuren, aber wenig Schlamm bilden. Im Vergleiche zu diesen früheren Mitteilungen wirken die neuesten Feststellungen zum mindesten befremdend. Auch ist die neueste Feststellung unter Bezug auf die Mitteilung von Typke sehr interessant, da jetzt behauptet wird, ein Ö, das stark versäuere, neige auch stark zur Schlammbildung. Es ist heute eine bekannte Tatsache, daß je nach dem Raffinationsgrad entweder die eine oder die andere Erscheinung auftritt.

Es ist hier nicht der Platz, um alle auf diesem Gebiete ausgeführten Untersuchungen anzuführen. Es soll aber noch folgendes festgestellt werden: Die nach der BBC-Methode geprüften Öle versäuern im Betriebe nicht in dem Maße, wie es die Veröffentlichung der Herren v. d. Heyden und Typke glaubwürdig machen soll. Auch die Schlammbildung wird nach Möglichkeit zurückgedrängt.

Die schweizerische Prüfmethode hat allerdings einen Nachteil, der ohne weiteres zugegeben werden muß. Wie der Verfasser s. Z. mitteilte[4], gibt es mit steigendem Raffinationsgrad einen Punkt, wo die Verteerungszahl bei Naphthenölen konstant bleibt und auch die Säurebildung im Öl keine wesentlichen Fortschritte macht. Trotzdem wird aber die Baumwolle bereits stark angegriffen. Wir haben diesen Zustand als beginnende Überraffination bezeichnet. Wenn wir die Auffassung von Evers[5] über die Oxydationsvorgänge in Kapillaren unserer Betrachtung zugrunde legen, dann ist diese Erscheinung ohne weiteres erklärlich. Um diesen Punkt der beginnenden Überraffination festzustellen, hat sich die Baumwollprobe sehr gut bewährt. In den schweizerischen Normen ist aber gegenwärtig immer noch ein Provisorium über diesen Punkt

[2] Elektrizitätswirtsch. Bd. 26 S. 311.
[3] Stäger, Helvetica Chimica Acta 1923, S. 72.
[4] Z. angew. Chemie 1925, S. 476.
[5] Z. angew. Chemie 1925, S. 659.



vorhanden. Die Ausführung dieser Probe ist nach den Normen grundsätzlich unrichtig. Sie weicht auch vollständig von derjenigen der BBC-Methode ab. Um die Ungleichmäßigkeit eines Fadens, ein in der Textilindustrie gebräuchlicher und genau definierter Wert, zu bestimmen, müssen eine größere Zahl blinder Zerreißproben ausgeführt werden; nach einer bestimmten vorgeschriebenen Formel kann die Ungleichmäßigkeit berechnet werden. Die Normen des SEV schreiben die Prüfung so vor, daß man die zu verwendenden Fäden vorbelastet und die schlechten Stücke ausscheidet. Dabei kann es aber vorkommen, daß die Probefäden, ohne zu zerreißen, über ihre „Streckgrenze" beansprucht werden und damit bei weiterer Verwendung sehr schlechte Werte ergeben, denn bei Faserstoffen findet bei Überreckung keine Verfestigung statt wie bei gewissen Metallen. Die Toleranz wurde denn auch reichlich hoch gesetzt. Sind aber in einem Faden keine solchen schwachen Stellen vorhanden, dann und nur dann bekommt man zuverlässige Werte. In diesem Falle ist aber die zulässige Reduktion der Zerreißfestigkeit von 45 % derartig hoch, daß bereits überraffinierte Öle als zulässig erklärt werden können.

Lichtbilder aus dem Gebiete der Elektrotechnik.

Die von der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale (TWL), Berlin NW 7, Dorotheenstraße 35, vertretenen Bestrebungen, die Güte der bei technischen Vorträgen vorgeführten Lichtbilder zu heben und selbst einen Grundstock mustergültig ausgeführter Lichtbilder bereitzuhalten, haben namentlich bei der elektrotechnischen Großindustrie weitestgehende Unterstützung gefunden und sind dem Grundsatz nach unseren Lesern bekannt. In den ersten Jahren des Bestehens der TWL wurden in der Lichtbildsammlung zunächst alle Bilder vereinigt, die zufällig infolge von Vorträgen zusammenkamen, und es sind auf diese Weise gewisse Sondergebiete bereits sehr reichhaltig durch Bilder vertreten. Später wurde es dann möglich, aus den wichtigsten Bildern, ergänzt durch Neuaufnahmen und besonders angefertigte Zeichnungen, planmäßig Diapositivreihen zusammenzustellen, die insbesondere das für den Unterricht Notwendigste enthalten.

Bei Vorträgen in Vereinen können die vorhandenen TWL-Diapositive dann sehr gute Dienste tun, wenn der Vortragende, ehe er die Ergebnisse eigener Arbeiten mitteilt, kurz auf das Bekannte zurückgreifen will. Hierfür sind einige gut ausgeführte Bilder oft weit zweckmäßiger als mündliche Darlegungen. Für die Herstellung neuer Lichtbilder schreibt der Verband Deutscher Elektrotechniker seinen Vortragenden die Beachtung der von der TWL herausgegebenen Richtlinien vor; gegebenenfalls kann auch die TWL selbst derartige Arbeiten übernehmen.

Nachstehend sind die von der TWL bisher herausgegebenen wichtigsten Reihen aus dem Gebiete der Elektrotechnik in gekürzter Fassung, unter Weglassung der Unterteilungen, angeführt.

Reihe	
68	Geschichte des Akkumulators
408	Elektrizitätswirtschaft
126	Das Badenwerk
120	Großkraftwerk Klingenberg
401	Gleichstrommaschinen
402	Synchronmaschinen
403	Ein- und Mehrphasenmotoren
404	Transformatoren
405	Umformer und Gleichrichter
406	Ergänzende phot. Abb. zu Reihe 401 bis 405
54	Quecksilberdampf-Glasgleichrichter
10	Wärmeberechnung elektrischer Maschinen
407	Elektrische Schalter
409	Herstellungsverfahren im Elektromaschinenbau
84	Sternpunktserdung bei Hochspannungsleitungen
16	Hitzdraht-Strom- und Spannungsmesser
141	Geschichtliche Entwicklung der Lichtquellen
142	Physiologische und psychologische Grundlagen der Lichttechnik
143	Photometrie
144	Leuchttechnik
145	Geleuchte
146	Beleuchtungsberechnung
147	Verkehrsbeleuchtung
148	Arbeitsbeleuchtung
149	Stimmungsbeleuchtung
150	Werbende Beleuchtung
151	Beleuchtung für Sonderzwecke
152	Lichtwirtschaft
420	Einführung in die Funktechnik
421	Drahtlose Empfangstechnik.

Weitere Reihen sind in Bearbeitung. Daneben bestehen noch zahlreiche Bilder, die in loser Ordnung in Fachgruppen zusammengefaßt sind, z. B. über Kraftwerke, Freileitungen, unterirdische Leitungen, Kabel, Isolation, elektrische Bahnen, elektrische Öfen, elektrisches Schweißen.

Die Benutzung der Sammlung ist dadurch sehr bequem gemacht, daß die TWL auf Anfordern Papierabzüge der Diapositive bestimmter Reihen zum Auswählen einzelner Diapositive leihweise versendet. Dies gilt auch für solche Fachgruppen, die noch nicht zu festen Reihen zusammengestellt sind und über die das Sonderverzeichnis N 10 Auskunft gibt. Die Diapositive selbst werden käuflich oder gegen geringe Gebühr leihweise abgegeben.

Die Mitarbeit der Industrie an der Erweiterung der TWL-Sammlung ist sehr erwünscht und liegt, abgesehen von dem Wert für die Ausbildung des Nachwuchses, auch im unmittelbaren Interesse der Firmen, da ihre Erzeugnisse durch die Vorführung der Lichtbilder bekannt gemacht werden.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 250.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird der Absatz 3 der Ziffer 45a der Prüfordnung für elektrische Meßgeräte 1926, herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, wie folgt abgeändert:

An einen Stromwandler darf für je 7,5 VA Belastbarkeit ein Zähler angeschlossen werden; dabei darf bei einer Belastbarkeit des Wandlers von 15 VA der Gesamtwiderstand der Zuleitungen nicht mehr als 0,15 Ω betragen. Ist die Belastbarkeit des Wandlers größer als 15 VA, so kann für je 7,5 VA Belastbarkeit, die nicht durch einen Zähler in Anspruch genommen wird, der Widerstand der Zuleitungen um 0,3 Ω größer sein.

Charlottenburg, den 20. X. 1927.

Der Präsident
der
Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

---

[1] Reichsministerialblatt 1927, S. 547.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

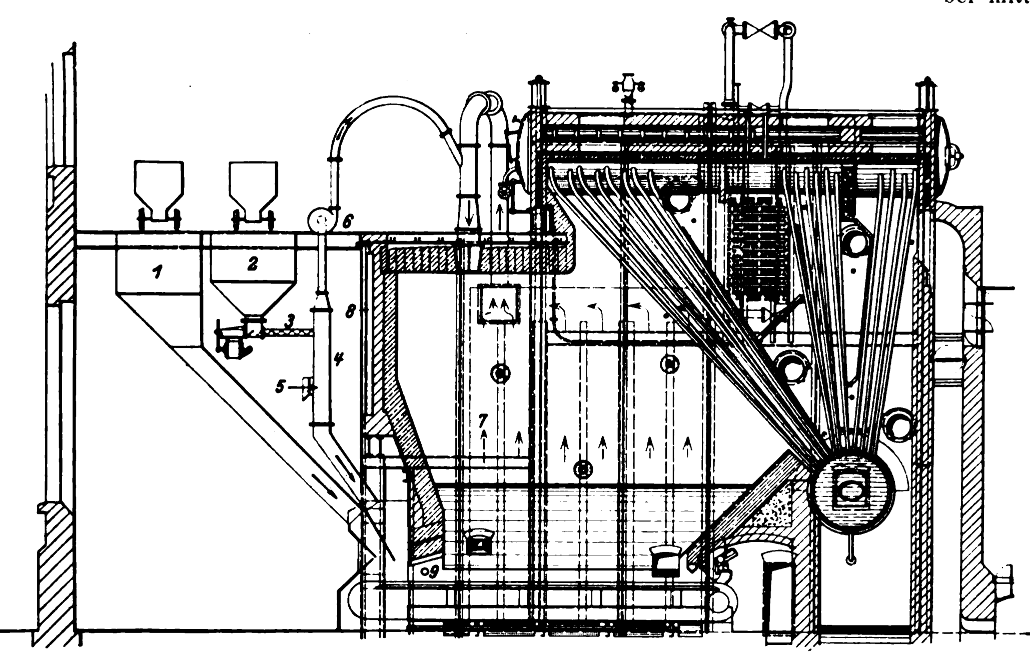
Vereinigte Kohlenstaub-Rostfeuerung in Elektrizitätswerken. — Die Erfolge, die seit Inbetriebnahme des ersten Kessels mit kombinierter Feuerung im Januar 1922 in 14 verschiedenen Werken, darunter vier Elektrizitätswerken, erzielt worden sind, ermutigten zu dem Entschluß, gelegentlich der Erweiterung der Überlandzentrale Kupferdreh, Rhld., zwei große Kesseleinheiten mit kombinierter Kohlenstaubrostfeuerung auszurüsten. Der erste Ausbau der Erweiterung umfaßt eine Kondensationsturbine Brünner Bauart von 16 000 kVA sowie zwei Steilrohrkessel von je 1000 m² Heizfläche, die mit Rippenrohr-Economisern von je 1470 m² versehen sind (Abb. 1). Die Wanderroste, die für den Betrieb mit Unterwind eingerichtet sind, besitzen eine nutzbare Rostfläche von je 29 bzw. 30 m². Auf diesen soll eine schwer zündende, billige Magerkohle mit 8 % flüchtigen Bestandteilen verfeuert werden. Auffallend ist der große offene Feuerraum der Kessel, der kein Zündgewölbe hat. Die Zündung des Rostbrennstoffes übernimmt lediglich die Staubzusatzflamme; dadurch fallen erstens die unangenehmen Unterhaltungskosten der Zündgewölbe ganz fort. Der Hauptvorteil liegt jedoch darin, daß die Ausnutzung der Strahlungswärme die denkbar günstigste wird. Die Wände des Feuerraumes bilden übereinandergelegte abnehmbare beste Steinplatten und sind durch Luft gekühlt. Eine unter dem kurzen Schutzmauerwerk neben dem Kohlenschieber sitzende Rostzündflamme dient lediglich zum Zünden beim Ansetzen des Rostfeuers.

1 Kohlenstaubbunker; *2* Bunker für Rostkohle; *3* Zubringerschnecke für Kohlenstaub; *4* Brenner; *5* Auskleidung des Feuerraumes mit einzeln beweglichen Steinen; *6* Hohlraum der Wand für Kühlluft; *7* Luftkühlung der Vorderwand; *8* Rostzündflamme; *9* Schaulöcher; *10* Kühlung der Rückwand des Feuerraumes durch Wasserrohre.

Abb. 1. Kessel für 20 at, 1000 m² Heizfläche.

Die Kohlenstaubzusatzfeuerungen selbst werden nach zwei Systemen ausgeführt. Abb. 1 zeigt die Konstruktion an dem einen der beiden Kessel; zwei ebensolche Feuerungen befinden sich in der alten Kesselanlage seit mehreren Jahren in Betrieb. Der blasfertige Staub wird hierbei mittels Schnecke oder einer anderen Aufgabevorrichtung der den Hohlwänden des Feuerraumes entnommenen Warmluft beigemischt und den Düsen zugeführt. Vermahlen wird nur der im Betrieb beim Verfeuern von Magerkohle anfallende Flugkoks mit einem Heizwert von rd. 5500 WE. Da erfahrungsgemäß eine im Verhältnis zur Rostkohle geringe Staubmenge, selbst bei hoher Rostbelastung, genügt, um hohen Feuerungswirkungsgrad und bedeutende Mehrleistung zu erzielen, so erübrigte sich die Aufstellung einer neuen Mühle. Die vorhandene Rohrmühle von 1,3 t Stundenleistung genügt, um den Bedarf an Staub auch für den erweiterten Betrieb zu decken.

Der zweite Kessel ist mit einem neueren



1 Bunker für Rostkohle; *2* Bunker für Feinkohle; *3* Zubringerschnecke; *4* Windsichter; *5* Lufteintritt für Windsichter; *6* Ventilator; *7* Kühlkanäle im Mauerwerk und Rohrleitung, durch die Kühlluft zum Brenner geführt wird; *8* Kühlung der Vorderwand; *9* Rostzündflamme.

Abb. 2. Humboldt-Steilrohrkessel von 550 m².



System der Kohlenstaubzusatzfeuerung ausgerüstet, über das an einem Kessel von 550 m² bereits seit einem Jahr Erfahrungen vorliegen (Abb. 2). Hierbei kommt ein Windsichter einfachster Form zur Anwendung. Es hatte sich im Laufe der Entwicklung der Kohlenstaub-Rostfeuerung gezeigt, daß selbst mit Staub von ganz grober Körnung bei vollkommener Verbrennung der Rostbrennstoff einwandfrei zündet. Man ging dazu über, nicht mehr gemahlenen Staub zu verwenden, sondern grubenfeuchte Mager-Feinkohle mit einer Körnung von 0 ÷ 7 mm mittels Windsichter in ihre Bestandteile zu zerlegen und die feineren Teile für die Staubflamme auszunutzen. Der Kessel nach Abb. 2 wird mit dieser Windsichtanlage betrieben und dient als ausgesprochener Spitzenkessel. Auf dem Rost wird ein ganz minderwertiger Koksgrus mit einem Wassergehalt von 17 bis 18 % und einem Heizwert von rd. 5000 WE verbrannt, über den sich in dünner Schicht die gröberen Bestandteile der gesichteten Feinkohle legen. Die Rosttrichter sind zu diesem Zweck geteilt ausgeführt.

Die wirtschaftlichen Vorteile dieses zweiten Systems ergeben sich nicht nur durch den gänzlichen Fortfall von Mühlen, sondern treten noch besonders hervor, wenn man berücksichtigt, daß der Preis von Magerfeinkohle 7 RM/t, der von Koksgrus 3,50 RM/t beträgt. Der Kraftverbrauch der Windsichtanlage von höchstens 1 kW/t verfeuerte Kohle ist dabei ohne Bedeutung.

Beide Arten der Kohlenstaubrostfeuerung kommen zum ersten Male an größeren Kesseleinheiten zugleich zur Ausführung, da sie den Vorzug der geringen Anlagekosten und des geringen Raumbedarfs mit dem der geringen Betriebs- und Unterhaltungskosten vereinigen. (G. Petri, Arch. Wärmewirtsch. Bd. 7, S. 39.) *Kse.*

Grundlegende Betrachtungen über die Leistungsgrenzen von Übertragungssystemen. — In neuerer Zeit wird man durch Betriebserfahrungen darauf geführt, Leitungsberechnungen für Kraftübertragungen nicht allein vom Standpunkt der Übertragungsmöglichkeit von Leistung auf Transformatoren, sondern auch auf Synchronmotoren anzustellen. Im Betrieb hat sich schon öfter auch bei uns zulande gezeigt, daß Synchronmotoren u. U. ganz besonders empfindlich gegen geringe Spannungschwankungen sind, die von irgendwelchen kurzzeitigen Störungen in ausgedehnten Hochvoltnetzen ausgingen. Während der übrige Betrieb an der betreffenden Empfangstelle keinerlei nachhaltige Störung erlitt, fielen Synchronumformer fast ständig aus dem Tritt. R. Doherty und H. Dewey geben eine grundsätzliche Betrachtung der Erscheinungen, die an Übertragungsystemen mit Synchronmaschinen auftreten können. Das Problem hat auf alle Anlagen, ohne Rücksicht auf die Übertragungspannung, Bezug und hängt in der Hauptsache von der Impedanz der Leitung, der Charakteristik der Generatoren und Synchronmotoren und den Spannungsregelsystemen ab. Es gibt für jede Anlage eine Grenze, bis zu der eine Übertragung möglich ist. Bei langen Hochspannungsleitungen kommt als weiterer Faktor der Ladestrom hinzu, der infolge seiner spannungserhöhenden Wirkung eine dementsprechend niedrigere Erregung bedingt und damit die Stabilität des Systems herabsetzt.

Liefert ein Synchrongenerator Last an einen gleich großen und gleichgebauten Synchronmotor, so fallen beide außer Tritt, wenn etwa die Hälfte der Last erreicht ist, bei der jede Maschine aus dem Tritt fällt, wenn sie auf ein Netz unendlicher Leistung arbeiten bzw. aus einem solchen Netz Energie entnehmen würde. Liegt zwischen den Maschinen eine Reaktanz oder eine Leitung, so fallen die Maschinen entsprechend früher außer Tritt. Erhöhte Erregung setzt die Grenze wieder hinauf. Man könnte daher geneigt sein, Energieübertragungen mit schlechtem Leistungsfaktor durchzuführen, da durch die hohe Erregung die Stabilität erhöht und damit die übertragbare Leistung heraufgesetzt wird. Wie oben erwähnt, setzt der Ladestrom langer Leitungen die übertragbare Leistung herab, und es scheint im ersten Augenblick widersinnig, wenn Untersuchungen an langen Hochspannungsleitungen zeigen, daß mit wachsender Anzahl der Parallelstränge einer Leitung die übertragbare Leistung nicht wächst, sondern zurückgeht. Eine 220 kV-Doppelleitung von 400 km Länge kann beispielsweise 300 000 kVA übertragen. Schaltet man eine dritte Leitung parallel, so ist die Stabilitätsgrenze bei 200 000 kVA erreicht, bei fünf parallelen Leitungen bereits bei 160 000 kVA. Man kann durch Verringerung des Leistungsfaktors durch starke induktive Belastung an den Sammelschienen des Kraftwerkes die Erregung der Maschinen heraufsetzen.

Die Vergrößerung der Generatorleistung ist kostspielig. Die Vermehrung der Leitungen ist nicht nur kostspielig, sondern setzt die übertragbare Leistung bei langen Strecken herab. Statische Kondensatoren im Zuge der Leitung zum Ausgleich der Leitungsinduktivität sind zu teuer und unsicher im Betriebe. Man strebt nun entweder stärkere Erregung oder aber Herabsetzung der Maschinenreaktanz durch reichlichere Abmessungen an. Abb. 3 zeigt den Einfluß der Erregung auf die übertragbare Leistung. Zur Übertragung der Leistung P_1 ist ein Erregerstrom i_3 nötig. Wächst die entnommene Leistung, ohne daß i_3 geändert wird, so fällt die Maschine aus dem Tritt. Je größer bei gegebener Klemmenspannung der Erregerstrom einer Maschine ist, um so größer ist ihre Stabilität, ganz gleich, wodurch die Magnetisierungstromstärke erreicht wird, durch Vergrößerung des Luftspaltes oder Erhöhung der Sättigung oder durch zusätzliche Belastung der Generatoren mit Induktivitäten. Dasselbe gilt für Synchronmotoren. Arbeiten mehrere Generatoren parallel, die verschiedene Charakteristik haben, so ist das Maximum der übertragbaren Leistung kleiner als die Summe der Höchstleistungen der Generatoren. Das beste Mittel zur Erhöhung der Stabilitätsgrenze bleiben immer eine starke Erregerwicklung und gute Spannungsregler.

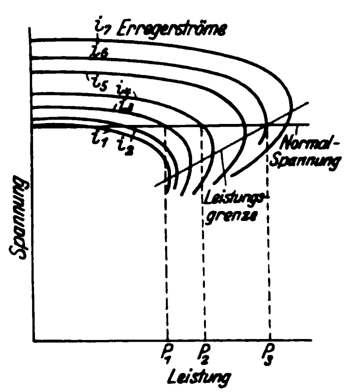


Abb. 3. Einfluß der Erregung auf die übertragbare Leistung.

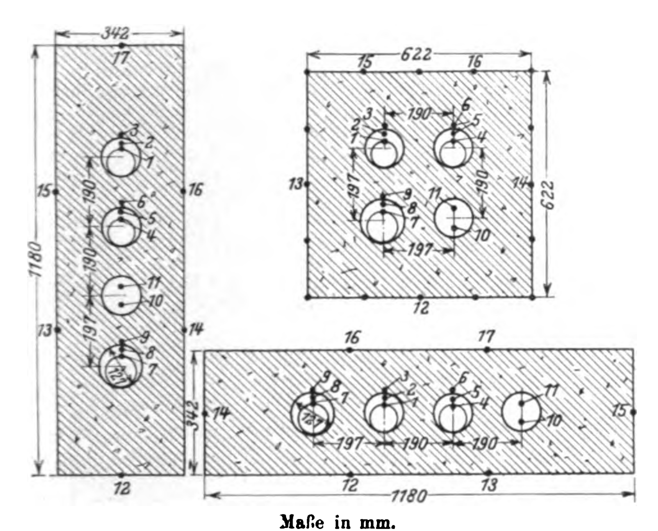
Bei Übergangszuständen spielen die rotierenden Massen eine Rolle. Wird ein Motor plötzlich belastet, so gibt er im ersten Moment die Energie aus der Schwungmasse her, da seine Leistung von der Stellung des Läufers zum umlaufenden Feld des Stators abhängt. Er stellt sich unter Schwingungen auf die der neuen Belastung entsprechende relative Lage des Rotors zum Statorfeld ein. Beim plötzlichen Abschalten eines Generators wird die fehlende Energie gleichfalls zunächst aus der Schwungmasse des Rotors hergegeben. Der Übergangszustand dauert stets eine gewisse Zeit und macht es möglich, daß die Regler die Spannung und Leistung den neuen Verhältnissen anpassen und der Betrieb weiter möglich bleibt. Dazu ist aber die Maschine so zu bemessen, daß sehr kräftige Erregung möglich ist, die an die äußerste Grenze der Belastungsfähigkeit der Erregerwicklung gehen muß. Die Verfasser haben durch Versuche an einer Modellanlage eine neue Spannungsregelungsmethode erprobt, die weit günstiger arbeitet als die Vibrationsregler. Die Stabilitätsgrenze kann gegenüber der üblichen Spannungsregelung durch Kompensation der Gegenamperewindungen beim Entstehen derselben erhöht werden, wenn man Quecksilberdampf-Gleichrichter zur Speisung der Erregung benutzt, die vom Generatorstrom direkt beeinflußt sind, und demzufolge die jeder Belastungschwankung entsprechende Magnetisierung schafft. (R. E. Doherty u. H. H. Dewey, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 44, S. 1045.) *W. K.*

Leitungen.

Die Prüfung von verlegten 132 kV-Kabeln. — R. J. Long und R. G. Hooke berichten über Untersuchungen an drei Einfachkabeltypen verschiedener Herkunft und Bauart nach der Verlegung. Die Längen betrugen je 290 m, der Leiterquerschnitt je 254 mm². Eines der Kabel besitzt einen ölgefüllten Hohlleiter und gerieften Bleimantel zur Förderung des Ölzuflusses von den Muffen, das zweite hat einen Leiter mit Kordelkern. Die Papierisolation ist bei beiden 23,8 mm stark. Das dritte Kabel hat einen inneren und einen durch 6,4 mm starke Isolation getrennten konzentrischen Leiter, welche zu gleichen Teilen Strom führen. Nur wenn der geteilte Leiter dem Betrieb mit einem Schutzsystem dient, werden seine Hälften in den Muffen voneinander isoliert. Die Außenisolation dieses dritten Kabels beträgt 25,4 mm, es ist das dickste. Die Muffen zweier Kabel wurden mit einer Wickelmaschine[1] hergestellt; für die Tränkmasse waren Ausdehnungsgefäße vorgesehen. Das dritte Kabel enthielt

[1] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 252.

eine handgewickelte Muffe; dabei wurden alle Vorsichtsmaßregeln betr. Schutz gegen Feuchtigkeit usw. beachtet. Die Kabel lagen in Kanälen in verschiedenen Gruppierungen, wie Abb. 4 zeigt; die Kanalkörner waren mit Schüttungen verschiedenen Bettungsmaterials umgeben, die Muffen lagen in Brunnen, in denen auch Messungen der Bleimantelspannungen und -ströme sowie Dehnungsbeobachtungen stattfanden. Ein sorgsam verteiltes Netz von Thermoelementen diente der Feststellung der Erwärmung an allen wichtigen Punkten; die Lage der Thermoelemente ist in Abb. 4 eingezeichnet. Auch die Temperatur der Schüttung wurde an verschiedenen Stellen durch Thermoelemente überwacht. Endlich diente ein Klydonograph[1] zur Registrierung der Wanderwellen, welche wegen des Anschlusses einer Freileitung mit fester Nullpunktserdung in erheblicher Höhe zu erwarten waren. Die Schalt- und Schutzeinrichtungen gewährleisteten die erforderliche Einstellung des Belastungsstromes und die Sicherheit der Anlage.



Maße in mm.

Abb. 4. Kabelkanäle mit verschiedenen Gruppierungen der Kabel.

Nach 14stündiger Vorwärmung mit 415 A im Kurzschluß wurden die Kabel mit einer Steigerung von je 20 kV nach je 10 min auf 140 kV Spannung gebracht und nach einigen Tagen unmittelbar an das 132 kV-Netz gelegt. Die umfangreichen Erwärmungsmessungen erstreckten sich auf die Ermittlung der Zeitkonstanten für die verschiedenen Kanalformen, Kabelgruppierungen und Schüttungen, ferner auf das Verhalten der Tränkmasse und auf die Bewegung der Kabel in den Kanälen. Die nachstehende Zahlentafel stellt für den Abschnitt A und B (s. Abb. 4) die an den Stellen *1, 7, 12* und *15* während 14 h gemessenen Temperaturen zusammen:

Belastungsdauer	0	2	4	6	8	10	12	14	h
Meßstelle *1*	3,6	11	14,5	16,3	17,2	18	18,5	19	°C
„ 7	4,0	10,5	14,5	17,2	19,2	20	21	21,2	„
„ *12*	4,7	4,5	4,3	4,2	3,8	3,5	4,0	4,2	„
„ *15*	4,7	3,9	3,0	2,6	2,0	1,9	2,6	3,9	„

Die scheinbare Inkonstanz des Temperaturverlaufs bei *12* und *15* erklärt sich aus der Kühlwirkung von im Laufe des Tages versickerndem Schneeschmelzwasser. (R. J. Long jr. u. R. G. Hooke, El. World Bd. 90, S. 57.) *Eg.*

Der Einfluß von Luft und Feuchtigkeit auf getränkte Papierisolation. — Von Whitehead und Hamburger durchgeführte Untersuchungen dienten der Erforschung des Einflusses von Luft und Feuchtigkeit auf Papierisolation. 60 äußerst sorgfältig angefertigte Probestücke völlig gleicher Beschaffenheit und Vorgeschichte wurden in 20 Gruppen zu je drei verschiedenen Unterdrucken zwischen 2 mm und 760 mm *Hg* ausgesetzt und getränkt. Vorher und nachher wurden die dielektrische Absorption und die Leitfähigkeit gemessen. Aus den vielseitigen und aufschlußreichen Ergebnissen wird nachstehend das Wichtigste herausgegriffen; dabei soll dahingestellt bleiben, wieweit die von den Verfassern gegebenen Erklärungen und Folgerungen durch zukünftige Forschungsarbeiten auf diesem für die Fortentwicklung der Hochspannungskabeltechnik so bedeutsamen Gebiet bestätigt werden können.

Die mit größter Sorgfalt angefertigten Prüfstücke bestanden aus 25,4 mm starken, 122 cm langen polierten Messingrohren, die mit 25,4 mm breitem Papierband von 0,1 mm Dicke in 25 bzw. 40 Lagen überlappt bewickelt waren. Die Enden trugen verstärkte Isolation und 5 cm breite Schutzringe, die Mitten 0,4 mm starke Bleielektroden von 71 cm Länge. Eine äußere Schutzumwicklung mit Band hielt die Elektroden fest auf das Papier gedrückt. Zur Messung des Leistungsfaktors diente die Schering-Brücke in der Schaltung der Abb. 5. Zunächst wurden die Proben bei 105 ° im schwachen Luftzug getrocknet. Im Trockenschrank verblieben sie so lange, bis die mit 1500 V Gleichspannung gemessenen elektrischen Werte konstant blieben, was meist nach 72 h der Fall war. Diese Trocknungsdauer hat sich bei geringem Feuchtigkeitsgehalt der atmosphärischen Luft als ausreichend erwiesen. Darauf folgte die Tränkung im Tränkbottich bei 105 °, dann die Evakuierung während 2 h mit dem jeweiligen Unterdruck und nach etwa 15 h die Tränkung bei 80 ° während 2 h. Daran schloß sich die Absorptions- und Leitfähigkeitsmessung bei Atmosphärendruck und 80 °, Abkühlung auf Raumtemperatur und abermalige Messung. Nach erneuter Erwärmung auf 45 ° folgte die Hochspannungsprüfung der in den Hochspannungsprüfraum gebrachten und in Tränkmasse getauchten Prüfstücke hinsichtlich der dielektrischen Verluste, und zwar bei Temperaturen zwischen 20 und 80 ° und Spannungen von 1,5÷30 kV.

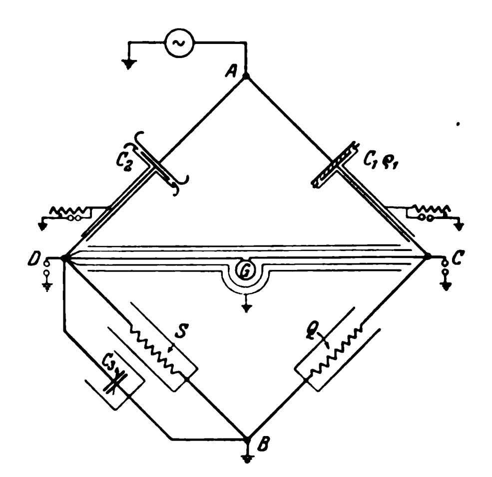


Abb. 5. Schering-Brücke zur Messung des Leistungsfaktors.

1. Der Einfluß von Feuchtigkeit. An den im Trockenschrank befindlichen Proben wurden mit 1500 V die Lade- und Entladeströme mittels D'Arsonval-Galvanometers gemessen; sie zeigten kaum Abweichungen in ihrem Verhalten innerhalb jeder Gruppe. Das Papier enthält zunächst viel Feuchtigkeit, die bei Temperaturen über 75 ° schnell entweicht, bis bei 105 ° der Endzustand erreicht zu sein scheint: Das Dielektrikum hat merkliche Absorption und hohen Widerstand.

2. Der Einfluß der Tränkung auf die Absorptionscharakteristik. Die Leitfähigkeit und die dielektrische Absorption wachsen schnell mit der Tränkung; erstere fällt stark mit steigender Temperatur, letztere ist fast konstant; nahe der Raumtemperatur sind beide nahezu dieselben wie bei getrocknetem, aber nicht getränktem Papier.

3. Der Einfluß des Luftdruckes bei der Tränkung. Es zeigte sich, daß der oft beobachtete Knick in der cos φ-Kurve von Lufteinschlüssen unter dem Bleimantel und weniger von im Dielektrikum verteilter Luft herrührt. Es scheint unmöglich, alle Luftreste auszutreiben. Der Endzustand des Papiers hängt von der Temperatur, dem Luftdruck und der Zeitdauer der Einwirkung ab; durch Verbesserung der in der Kabelfabrikation üblichen Methoden lassen sich nach Ansicht der Verfasser noch wesentliche Verbesserungen erzielen, ohne daß besondere Schwierigkeiten dabei zu überwinden wären. Dabei genügt nach guter Trocknung ein Unterdruck von 10 cm *Hg* zur Vermeidung von Ionisation und zur Erzeugung einer guten, flachen cos φ-Kurve. Nach einer Trocknungs-, Evakuierungs- und Tränkungsdauer von 4 Tagen wurden bei Tränkungsunterdrucken bis zu 10 cm *Hg*, Temperaturen bis zu 50 ° und Spannungen zwischen 1,5 und 30 kV flache cos φ-Kurven in Abhängigkeit von der Span-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 737 u. 1492.

nung festgestellt (cos φ ≈ 0,005). Bei höheren Temperaturen liegen die Kurven höher und haben Maxima bei etwa 3,4 kV; darauf nimmt cos φ mit steigender Spannung wieder ab. Bei 10 cm *Hg* steigen die cos φ-Kurven an, bei 25 cm ist die typische Ionisation erreicht; diese rührt vornehmlich von nicht dichtem Aufliegen des Bleimantels her. Die dielektrische Absorption scheint zur Vorausbestimmung der Isolationseigenschaften mit mäßigen Gleichspannungen geeignet. (J. B. Whitehead und F. Hamburger jr., J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 939.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

2000 kW - Ilgner - Umformer mit neuartiger Schlupfregelung. — In den BBC-Mitt. Baden wird kurz ein im Frühjahr 1927 in Betrieb genommener Ilgner-Umformer beschrieben, mit dessen Asynchronmotor (Steuermotor; 750 Umdr./min, 5000 V, 50 Hz, 2000 kW) eine Kommutator-Hintermaschine direkt gekuppelt ist. Wenn die Drehzahl der Asynchronmaschine, von der synchronen ausgehend, sinkt, steigt ihre Leistung von Null zunächst schnell an, so daß sie schon bei 4 % Schlüpfung etwa 75 % der Nennleistung beträgt. Bei weiter sinkender Drehzahl aber steigt die Leistung ohne jede selbsttätige Regelung, nur durch die Eigenart der Schaltung der Hintermaschine nur noch ganz langsam, so daß sie bei der größten zulässigen Schlüpfung von 18 % die Nennleistung kaum übersteigt. Die Drehzahlcharakteristik des Umformers hat also einen für Pufferungszwecke sehr günstigen Verlauf. Erreicht wird sie dadurch, daß in der Hintermaschine zwei Spannungskomponenten induziert werden, deren eine der Schlupfspannung des Hauptmotors annähernd entgegengesetzt gleich ist, sie also fast wirkungslos macht; die zweite Spannungskomponente ist bei mittlerer und großer Schlüpfung annähernd konstant, bei Schlüpfung 0 geht sie auf 0 zurück. Sie bestimmt die Leistung des Asynchronmotors. Die Anlage arbeitet also nach dem Prinzip der Kommutatorkaskade für konstante Leistung[1], nur sind die Erregerkreise nicht für streng konstante Leistung des Hauptmotors bei großer Schlüpfung bemessen, die Leistung steigt vielmehr im Einklang mit den Erfordernissen des Betriebes auch bei großer Schlüpfung mit sinkender Drehzahl langsam an.

Als Vorteile der neuen von BBC ausgeführten und zum Schutz angemeldeten Schaltung werden genannt:

1. Die Kommutatormaschine setzt die bei Widerstandsregelung in nutzlose Wärme umgewandelte Schlupfenergie in nutzbare mechanische Energie um und erhöht damit den Wirkungsgrad, bei direkter Kuppelung mit der Asynchronmaschine auch deren Leistung ganz wesentlich, im vorliegenden Fall bei größter Schlüpfung um etwa 16 %.
2. Die Kommutatormaschine verbessert den Leistungsfaktor des Asynchronmotors auf 1 oder auf voreilenden Wert.
3. Die Kommutatormaschine ermöglicht eine einfache, schnell und zuverlässig wirkende elektrische Abbremsung des Umformers, wobei die Asynchronmaschine keine Energiezufuhr vom Netz benötigt. Die Energie der Schwungmassen wird im Wasseranlasser in Wärme umgesetzt.
4. Vor anderen ebenfalls möglichen Schaltungen der Kommutator-Hintermaschine zeichnet sich die Anordnung dadurch aus, daß sie jegliche selbsttätige Steuerung durch Regler mit ihren Fehlermöglichkeiten vermeidet. (Seiz, BBC-Mitt. Baden, Bd. 14, S. 318.) *Sb.*

Apparate.

Aluminium für die Schmelzsicherungen der Triebfahrzeuge. — Bisher waren die Hilfstromkreise der elektrischen Triebfahrzeuge der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft durch Sicherungen geschützt, deren Schmelzeinsätze zur Erzielung großer Wärmeträgheit aus einer Weichmetall-Legierung, in der Hauptsache aus Blei und Zinn bestehend, gefertigt waren. Im mehrjährigen Betriebe machte sich die beim Abschmelzen dieser Einsätze auftretende große Rauchwolke sehr unangenehm bemerkbar, da diese gutleitenden Schwaden bei dem in Fahrzeugbetrieben üblichen engen Zusammenbau häufige Überschläge zwischen benachbarten, unter Hochspannung stehenden Konstruktionsteilen verursachten. Um diese Übelstände gleich mit der Wurzel auszurotten, wurde nach umfangreichen Vorversuchen Aluminium für die Schmelzstreifen gewählt. Dieses Metall besitzt neben einer genügend großen Wärmekapazität und nicht zu hoher Schmelztemperatur vor allem die für den genannten Verwendungszweck besonders wertvolle Eigenschaft, bei der Verbrennung nichtleitende Rückstände (Tonerde) zu bilden. Zur Verhinderung von Korrosionserscheinungen sind die Schmelzstreifen galvanisch verkupfert und verzinnt.

Die im Prüffeld vorgenommenen Vergleichsmessungen zwischen den Blei-Zinn-Schmelzstreifen und solchen aus Aluminium brachten die volle Erfüllung der gehegten Erwartungen. Auch bei den höchsten unterbrochenen Leistungen von 500 kVA (2500 A, 200 V), die dem siebenfachen Nennstromwert entsprechen, arbeiteten die Aluminium-Schmelzstreifen unter sehr geringer Rauchbildung zur höchsten Zufriedenheit. Die neuen Schmelzstreifen wurden gleich auf sämtlichen Triebfahrzeugen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft eingebaut und haben sich auch im Betrieb vorzüglich bewährt. (H. Rengier, AEG-Mitt. 1927, S. 244.) *Sb.*

Ein neues Erdschluß-Anzeigerelais. Ein von Piloty angegebenes Erdschluß-Anzeigerelais hat den Zweck, beim Auftreten eines Erdschlusses in einer Drehstromanlage die betroffene Phase kenntlich zu machen. Das Relais besteht aus drei auf Überspannung ansprechenden, an die Spannungen gegen Erde angeschlossenen Spannungsystemen, deren jedes zwei Kontakte schließt. Die Kontakte sind mit der Auslösestromquelle und den zu betätigenden Signaleinrichtungen in Zickzack geschaltet, so daß im Fall eines Erdschlusses die zwei zu den gesunden Phasen gehörigen Spannungssysteme ansprechen und die zur dritten Phase gehörige Anzeigevorrichtung betätigen. Als Anzeigevorrichtung können entweder Merklampen oder die bekannten Signalrelais der AEG dienen, wobei in letzterem Fall auch eine akustische Signaleinrichtung (Hupe) zum Ertönen gebracht wird. (H. Piloty, AEG-Mitt. 1927, S. 443.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein Apparat zur Messung kleinster Kapazitäten. — Die üblichen Meßverfahren für Kapazitäten haben für kleine Kapazitäten den Nachteil, daß die Vergleichkondensatoren, z. B. der Harmskondensator, zu große Kapazität haben und daß der Einfluß der Verbindungsonden zu berücksichtigen ist. J. Tagger beschreibt einen Apparat, bei dem dieses nicht notwendig ist und bei dem auch der Einfluß der in der Nähe befindlichen Leiter eliminiert ist. Abb. 6 zeigt diesen Apparat. Der Hauptteil ist die Stahlkugel *K*, die von dem Magneten *M* gehalten wird. Der Magnet kann in dem Messingrohr *R*, das von dem Messingmantel *H* durch die Hartgummihülse *E* isoliert ist, in die Höhe gehoben werden mittels des Hartgummigriffes *G*, bis die kleine Kugel in R_3 in die Nut *N* springt. Legt man dann an den Messingring R_3 und damit an *M* und *K* eine hohe Spannung und verbindet man den Ring R_1 und damit *H* mit der Erde, so ladet sich die Kugel *K* auf. R_1 und R_3 sind durch den Hartgummiring R_2 gegeneinander isoliert. Zieht man nun den Magnetstab ganz langsam bis zur Anschlagnut *A* hoch, so wird die Kugel zunächst durch den scharfen Kreisrand des Rohres *R* festgehalten und fällt ab, wenn der Magnet eine solche Höhe erreicht hat, daß er das Kugelgewicht nicht mehr tragen kann. Dabei nimmt die Kugel eine ganz bestimmte kleine Elektrizitätsmenge mit sich; läßt man sie in einen Becher *B* fallen, der durch einen Kupferdraht *Cu* mit einem Elektrometer verbunden ist, so wird diese Elektrizitätsmenge dem Elektrometer mitgeteilt. Draht und Becher befinden sich in einem weiten geerdeten Messingrohr *S*,

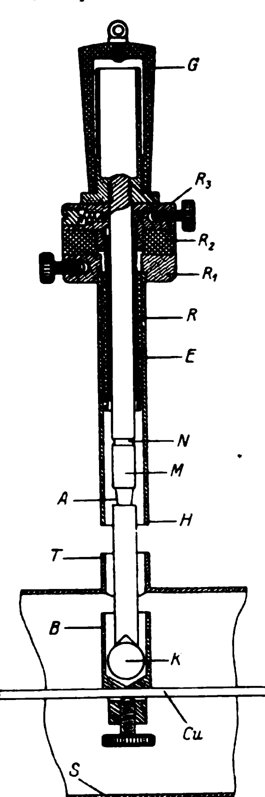


Abb. 6. Kapazitäts-Meßapparat im Schnitt.

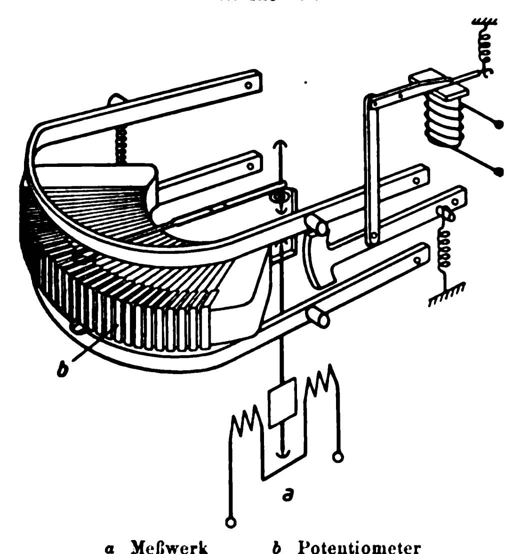
[1] BBC-Mitt. Baden Bd. 13, S. 150.

das den Ansatzstutzen T trägt. Ist das Potential der Kugel V, ihre Kapazität C und das am Elektrometer abgelesene Potential V', so ist die Kapazität der Versuchsanordnung, die mit dem Elektrometer verbunden ist, $C \cdot V/V'$. Die Eichung des Apparates für Kugeln verschiedener Größe muß empirisch erfolgen. Seine Vorteile sind die große Meßgenauigkeit, seine mechanische Unempfindlichkeit, der geringe Einfluß von ungenügender Isolation und Kontaktpotentialen. Er wird von der Firma Prof. Dr. M. Th. Edelmann & Sohn, München, hergestellt. (J. Tagger, Phys. Z. Bd. 27, S. 569.) *Br.*

Die neue Fernmeßeinrichtung der Siemens & Halske A.-G. — Dieses Gerät, mit dessen Hilfe Zeigerstellungen irgendwelcher Art auf beliebige Entfernungen zu übertragen sind, füllt eine durch das stetige Anwachsen der Großkraftversorgung entstandene Lücke im Meßwesen aus. Es ermöglicht, die gesamte Betriebsführung eines



Abb. 7. Geberinstrument für die Fernmeßeinrichtung der Siemens & Halske A. G.



a Meßwerk *b* Potentiometer

Abb. 8. Schematische Darstellung der elektrischen Fernmeßeinrichtung.

Netzes mit mehreren Speise- und Verteilungspunkten in einer Hand zu vereinigen und bildet somit ein wertvolles Hilfsmittel, den Betrieb wirtschaftlich und störungsfrei zu führen. Wesentliche Erleichterungen gewährt die Fernmeßeinrichtung auch bei der Betriebsführung solcher städtischer Werke, die selbst Strom erzeugen, aber auch von Fernkraftwerken beziehen; zur möglichst vorteilhaften Ausnutzung des Lieferungsvertrages ist es ja dabei nötig, das städtische Werk genau nach den Angaben der Übergabeinstrumente für den Fremdstrom zu fahren, was meistens mit Schwierigkeiten verbunden ist, da die städtische Zentrale durchweg im Innern der Stadt, die Übergabestellen für den Fremdstrom jedoch an der Peripherie der Stadt liegen. Grundsätzlich neu an der Einrichtung ist ihre große Betriebsicherheit, die dadurch erreicht wird, daß nicht das Instrument selbst Kontakte zu schließen hat, sondern daß kräftige Druckkontakte benutzt sind. Die Einrichtung besteht aus einem Geber- und einem Empfängerinstrument, die durch Drahtleitungen verbunden sind. Diese brauchen nur geringen Querschnitt und geringe Isolation zu haben. Das Geberinstrument (Abb. 7) enthält das betreffende Meßwerk, bei dem der Zeiger vom eigentlichen Meßwerk isoliert ist, sowie ein Potentiometer und einen Fallbügelmechanismus. Die Einrichtung arbeitet in der Weise (Abb. 8), daß der Zeiger vom Fallbügel in gewissen Zeitabständen auf das Potentiometer gedrückt und die dadurch abgegriffene Spannung in die Fernleitungen geschickt wird und somit das Empfängerinstrument betätigt. Um zu vermeiden, daß beim Loslassen des Zeigers die Fernleitungen spannungslos werden und das Empfängerinstrument auf Null zurückgeht, ist mit dem Instrumentenzeiger noch ein zweiter Zeiger, ein „Erinnerungszeiger" durch eine schwache Feder gekuppelt und ein zweiter Fallbügel vorhanden; diese haben die Aufgabe, die letztvergangene Stellung des Instrumentenzeigers so lange anzumerken, bis er sich neu eingestellt hat. Bemerkenswert ist der Umschalter, der die abwechselnde Bewegung der Fallbügel bewirkt. Er ist nämlich ein einfacher thermischer Schalter und besteht aus einem elektrisch geheizten Bimetallstreifen; durch eine einfache Zusatzeinrichtung ist dafür gesorgt, daß der sonst bei solchen Schaltern leicht mögliche schleichende

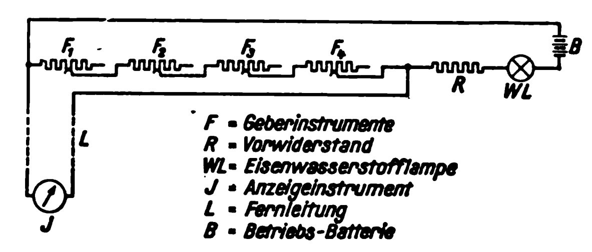


Abb. 9. Summenschaltung auf der Gleichstromseite.

Kontaktschluß vermieden ist. Als Empfängerinstrumente dienen solche mit hohem Widerstand. Das Potentiometer hat bei 100teiliger Skala 50 Kontakte, so daß durch die Übertragung höchstens 2 % Fehler entstehen können. Die Einrichtung wird mit Gleichstrom betrieben, den man zweckmäßig einem mit einer 24 V-Batterie in Pufferschaltung liegenden Glimmlicht-Gleichrichter entnimmt, und wird häufig so angelegt, daß nicht mit jedem Geberinstrument ein Empfängerinstrument verbunden ist, sondern daß das Empfängerinstrument die Summen der von den Geberinstrumenten angezeigten Größen angibt (Abb. 9); diese Anordnung wird beispielsweise benutzt, um Wirk- und Blindleistungsummen zu übertragen. In elektrischer Hinsicht genügt die beschriebene elektrische Fernmeßeinrichtung höchsten Ansprüchen; sie ist wenig empfindlich gegen Isolationstörungen an den Leitungen, ferner beeinflussen die Meßleitungen andere benachbarte Schwachstromleitungen nicht, noch werden sie von diesen beeinflußt; es ist also möglich, sie z. B. mit Fernsprechadern in einem Kabel unterzubringen. (M. Schleicher, Siemens-Z. Bd. 7, S. 422.) *Jkl.*

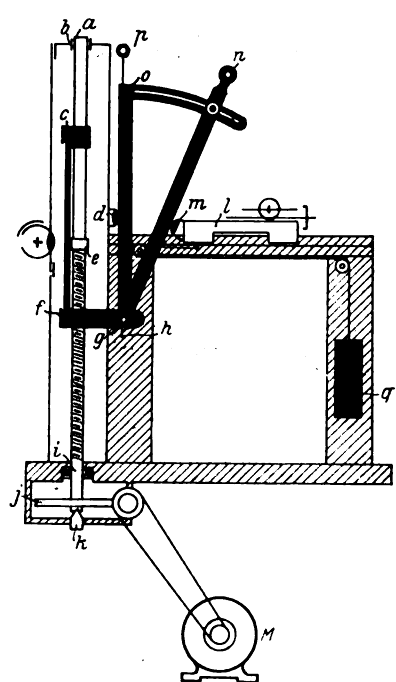
Beleuchtung.

Das registrierende Mikrophotometer von Siegbahn. — Das in Upsala mit gutem Erfolge in Gebrauch befindliche Registrierphotometer von M. Siegbahn wird in seiner Neuausführung von E. Bäcklin besprochen. Das Instrument beruht auf dem gleichen Prinzip wie das Registrierphotometer von P. P. Koch[1]. Als Maß für die miteinander zu vergleichenden Strahlungsintensitäten dient die Schwärzung einer photographischen Platte an den verschiedenen von den einzelnen Strahlen getroffenen Stellen. Zur Bestimmung des Schwärzungsgrades (etwa der Linien eines Spektrogrammes) wird die Platte von einem engen parallelen Strahlenbündel durchsetzt, das auf eine photoelektrische Zelle fällt. Führt man die Platte mit einer bestimmten Geschwindigkeit senkrecht durch das Strahlenbündel hindurch, so wird die auf die photoelek-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1850.

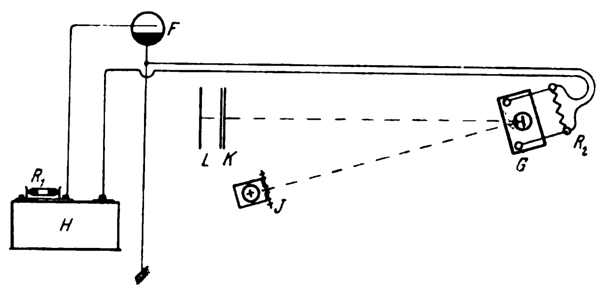


trische Zelle fallende Beleuchtungstärke der Opazität der einzelnen Plattenbezirke entsprechend mehr oder weniger stark verändert. Dementsprechend ändern sich auch der Photostrom in der Zelle und die Ausschläge eines in den Stromkreis geschalteten Galvanometers (vgl. Abb. 10). Ein von dem Galvanometerspiegel ausgehender Lichtzeiger fällt auf die photographische Registrierplatte, die mit einer größeren Geschwindigkeit, als sie die auszumessende Platte aufweist, verschoben wird. Um aus den Kurven der Registrierplatte mit Sicherheit auf die Schwärzungsgrade der einzelnen Bezirke der Objektivplatte schließen zu können, ist es erforderlich, daß die Verschiebung der beiden Platten absolut gleichmäßig, wenn auch mit verschiedenen Geschwindigkeiten, erfolgt. Zur Erzielung der gleichmäßigen Bewegung der Objektplatte und der Registrierplatte ist bei dem Registrierphotometer von Siegbahn eine sehr sinnreiche und eigenartige Anordnung getroffen worden. Die Registrierplatte wird vermittelst einer sorgfältig geschnittenen Schraubenspindel in einer senkrechten Ebene verschoben. In die Mutter, die den Rahmen *c f* der Registrierplatte trägt (Abb. 11) ist gleichzeitig ein Keil eingelenkt, der aus einem senkrechten Lineal *g o* und einem unter beliebigem Winkel einstellbaren schrägen Lineal *g n* besteht. An das schräge Lineal wird ein wagerecht verschiebbarer Wagen, der die Objektplatte



a Schraube; *b, e, i, k* Lager; *c f* Plattenhalter; *j* Zahnrad mit Tangentenschraube; *m* Motor; *l* Objektschlitten; *n o* Keil; *d* und *m* Achatplatten

Abb. 10.



F Photozelle; *G* Galvanometer; *H* Akkumulatorbatterie 120 V; *J* Registrierlampe; *K* Zylinderlinse; *L* Registrierplatte; R_1 Sicherheitswiderstand 50 000 Ω; R_2 Nebenschluß 350 Ω;

Abb. 11.

trägt, herangedrückt. Bewegt sich nun die Registrierplatte senkrecht nach unten, so wird die Objektplatte gleichzeitig nach rechts verschoben. Die Abszissenvergrößerung kann durch entsprechende Neigung des schrägen Lineals in dem Intervalle von 1 : 3 bis 1 : 50 eingestellt werden. Die Lage des Keiles wird von zwei Achatplatten *m* und *d* fixiert, von denen *m* an dem Objektwagen, *d* an dem Instrumentgehäuse befestigt ist, so daß sich das vertikale Lineal immer parallel zur Achse der Schraubenspindel bewegen muß. Der Objektwagen wird durch ein Gegengewicht *q* an die schräge Seite des Lineals angedrückt. Die Bewegung der Schraubenspindel geschieht durch einen Motor, der eine Tangentenschraube dreht, die ihrerseits in ein an der Schraubenspindel *a* befestigtes Zahnrad eingreift. Das Instrument arbeitet genau und rasch, gestattet aber nur Relativmessungen. (E. Bäcklin, Z. Instrumentenk. Bd. 47 S. 373.) *lx.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Der Kampf um die Elektrisierung der Linie Salzburg—Wien der Österreichischen Bundesbahnen. — Der bekannte Beschluß der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen, die geplante Elektrisierung der Strecke Salzburg—Wien zunächst nicht durchzuführen, veranlaßt die beteiligten Kreise zur Abwehr. Die Stellungnahme der Generaldirektion der Bahnen, die in einer Pressekonferenz dargelegt wurde, wird von Professor Dr. Seefehlner, dem Generaldirektor der AEG-Union, Wien, in einem im Wiener Industriellen-Klub gehaltenen Vortrag kritisch zergliedert.

Die Elektrisierung ist zu beurteilen hinsichtlich der Rentabilität des Betriebes (privatwirtschaftlicher Standpunkt) und außerdem nach volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten. Der Rentabilitätsrechnung der Bundesbahnen stellt Dr. Seefehlner eine andere eigene Rechnung entgegen, die im Gegensatz zu der der Bahnen eine Verbilligung durch die Einführung des elektrischen Betriebes nachweist. In der Zahlentafel 1 sind die Hauptposten der beiden Rechnungen aufgeführt:

Zahlentafel 1. Vergleich der Betriebskosten Wien—Salzburg. Streckenlänge 315 km.

	Rechnung Österreichische Bundesbahnen (Mill. Schilling)		Rechnung Dr. Seefehlner (Mill. Schilling)	
	Dampf	Elektr.	Dampf	Elektr.
Anlagekosten	27,5	182	51	150
Zinsen und Tilgung	2,271	16,520	4,080	12,000
Kohle bzw. Stromkosten	7,500	8,260	9,930	5,735
Kesselspeisewasser	0,123	—	0,123	—
Erhaltungskosten	11,035	8,620	11,035	5,000
Putz- und Schmiermaterial	0,535	0,240	0,535	0,240
Personaldifferenz	3,291	—	3,291	—
Betriebskosten, Leitungen u. Unterwerk	—	0,700	—	0,700
Oberbau-Mehrerhaltung	—	0,150	0,150	—
Besondere Vorteile der Elektrisierung	1,000	—	1,000	—
Minderkosten, Erhaltung, Signalleitung	—	—	0,300	—
Summe	25,755	34,490	30,444	23,675
lt. Bundesbahnen Defizit	8,735			
lt. Seefehlner Überschuß			6,769	

Wie ersichtlich, schließt die Rechnung der Bahnen bezüglich der Betriebskosten mit einem jährlichen Defizit von gegen 9 Mill. Schilling zu Lasten des elektrischen Betriebes ab, während nach Dr. Seefehlner die Betriebskosten bei elektrischem Betrieb um jährlich rd. 7 Mill. Schilling billiger sind als beim Dampfbetrieb. Zu einzelnen wichtigen Posten der Rechnungen wäre etwa folgendes zu bemerken:

Die Anlagekosten von 150 Millionen für den elektrischen Betrieb, die Dr. Seefehlner ausweist, sind mit reichlichem Spielraum gerechnet und könnten anscheinend von der österreichischen Elektroindustrie garantiert werden. Diesen Anlagekosten sind für den Dampfbetrieb die Kosten für den Erwerb entsprechender Dampflokomotiven sowie für die Beschaffung von Wagen für den Umlauf der Lokomotivkohle entgegengestellt.

Die Kohlekosten für Dampfbetrieb sind nach Dr. Seefehlner mit einem Selbstkostenpreis von 22,5 Schilling ab Grenze oder Grube eingesetzt und mit 10,58 Schilling Transportkosten belastet. Der jährliche Gesamtverbrauch ist zu 300 000 t angesetzt.

Bei den Stromkosten (94 Mill. kWh für einen gegenüber 1926 um 20 % erhöhten Verkehr) wird mit einem Selbstkostenpreis von 5 Groschen/kWh aus bahneigenen Werken und von 6,5 Groschen/kWh für Fremdbezug gerechnet.

Der Unterhalt der elektrischen Lokomotiven ist von den Bundesbahnen mit 12 % der Beschaffungskosten eingesetzt, während Dr. Seefehlner 8,4 % rechnet, was immer noch das Doppelte der in der Schweiz tatsächlich anfallenden Sätze darstellt.

Während so nach Dr. Seefehlner die Elektrisierung unbedingt ein privatwirtschaftlich rentierendes Unternehmen sein würde, erscheint sie doppelt notwendig vom volkswirtschaftlichen Standpunkt. Die bereits durchgeführten österreichischen Elektrisierungen sind mit über 90 % der dafür erforderlichen Aufwendungen (insgesamt 280 Mill. Schilling) der österreichischen Volkswirtschaft zugute gekommen und haben während 5 Baujahren gegen 20 000 Menschen dauernd beschäftigt. Während der Dampfbetrieb für Österreich einen dauernden Tribut an das Ausland für Einfuhr von Edelkohle bedeutet, ermöglicht die Elektrisierung die Verwendung einheimischer Energie-



quellen an Wasserkraft oder billiger Braunkohle. Allerdings bedeutet auch die Elektrisierung Verschuldung an das Ausland, da sie nur mit femdem Kapital durchgeführt werden könnte, jedoch ist der Zinsen- und Tilgungsdienst für das aufzunehmende Kapital im Gegensatz zu der Belastung aus Kohleneinfuhr zeitlich begrenzt; er währt im allgemeinen nicht länger als 25 Jahre, nach deren Ablauf den Bahnen lastenfreie, wertbeständige Anlagen verbleiben.

Aus diesen Gründen schließt Vortragender, daß die Elektrisierung unbedingt durchgeführt werden sollte.

Die Diskussion gab dem Redner Gelegenheit, einige von Vertretern der Bahn geltend gemachte Einwürfe zu zergliedern. Er konnte darauf hinweisen, daß weder die Überschreitung der Voranschläge bei den bisher ausgeführten Elektrisierungsbauten noch deren geringe Rentabilität als Waffe gegen zukünftige Elektrisierungen ins Feld geführt werden dürfen, da erstere sich aus der damals herrschenden Inflation und der ungebührlichen Streckung der Bauzeit infolge Geldmangels erklärt, während die schlechte Rentabilität der Arlberg-Strecke auf die geringen Einnahmen zurückzuführen ist, mit denen diese im Konkurrenzkampf mit den Auslandsbahnen besonders ungünstig gestellte Strecke immer behaftet war. (E. Seefehlner, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 1029.) *G. H.*

Die Elektrisierung der Bundesbahnstrecke Salzburg—Wien. — Der Beschluß des Vorstandes der Österreichischen Bundesbahnen, die Elektrisierung der Strecke Salzburg—Wien zumindest für einige Jahre hinauszuschieben, hat in der Öffentlichkeit eine fast einmütige Ablehnung erfahren. Daß die elektrotechnischen Unternehmungen, die für die Bahnelektrisierung große Investitionen aufgewendet haben, die Berufsorganisationen der Industrie und des Gewerbes, welche die Hoffnung auf jahrelange lohnende Beschäftigung begraben müssen, und die politischen Parteien, welche eine verhängnisvolle Steigerung der Erwerbslosigkeit zu befürchten haben, mit aller Kraft den Beschluß bekämpfen, ist nur natürlich. Die vier führenden Elektrofirmen haben die Berechnungen der Bundesbahn dadurch ad absurdum zu führen gesucht, daß sie in einer Denkschrift ein gemeinsames, als Angebot aufzufassendes Projekt in aller Schnelligkeit vorgelegt haben, in dem sie im Gegensatz zu den Anschauungen der Generaldirektion der Bundesbahnen einen Gewinn herausrechnen, und auch die Verkehrssektion des Handelsministeriums hat eigene Wirtschaftlichkeits-Berechnungen aufgestellt, die zu wesentlich anderen Ergebnissen als die der Bahnen kommen. Im Verkehrsausschuß des Parlaments wurde am 11. und 12. I. eine lebhafte Debatte geführt, in der die Vertreter der Bundesbahnen ihren Beschluß verteidigten, wobei sie übrigens betonten, daß es sich nicht um eine definitive Einstellung der Elektrisierungsarbeiten sondern nur um eine Pause von einigen Jahren handelt. Die Erörterungen boten das hierzulande seltene Bild einer fast völligen Einigkeit aller politischen Parteien, aber auch das eines offenen Gegensatzes zweier Minister des gleichen Kabinetts: des Handelsministers, in dessen Ressort die Förderung volkswirtschaftlicher Notwendigkeiten fällt, und des Finanzministers, des natürlichen Verteidigers fiskalischer Bedenken. Es kann an dieser Stelle auf Einzelheiten nicht eingegangen werden, immerhin dürfte die Wiedergabe einiger wichtiger zum Ausdruck gelangten Gesichtspunkte von allgemeinem Interesse sein.

Das Projekt der Elektrofirmen ist auf den Berechnungen Ober-Baurats Prof. Dr. Seefehlner (AEG-Union) aufgebaut (Bericht vorstehend), die er knapp nach Bekanntwerden des Beschlusses der Bundesbahnen in einem Vortrage niedergelegt hatte, unterscheidet sich aber von diesem durch einige wesentliche Abänderungen. Eine Nebeneinanderstellung der Ziffern dieses Projektes und derer des Anschlags der Bundesbahnen kennzeichnet scharf die bestehenden Gegensätze. In der nachfolgenden Zahlentafel sind alle Posten fortgelassen, die keine bedeutenden Verschiedenheiten aufweisen.

Zahlentafel 1: Präliminierte Baukosten der Strecke Wien—Salzburg.
(alles in 1000 Schilling)

Gegenstand	Bundesbahnen	Elektroindustrie
Unterwerke	7 200	6 950
Triebfahrzeuge	83 900	67 900
Schwachstromanlagen	21 000	11 400
Zugförderungs- u. Werkstättenanlagen	9 000	3 000
Unvorhergesehenes	18 000	4 000
Bauzinsen	17 600	13 700
Gesamtbaukosten	182 000	151 000

Die Differenzen erklären sich folgendermaßen: Die Bundesbahnen sehen sechs, die Elektroindustrie fünf Unterwerke vor, wobei eine gegenseitige Entfernung von 60 km von letzterer angenommen ist. Die Bundesbahnen rechnen 152 Lokomotiven und 22 Triebwagen, die Elektrofirmen nur 138 Lokomotiven und 20 Triebwagen, da im Anfange für die 20prozentige in Aussicht genommene Verkehrsteigerung noch keine Vorsorge getroffen zu werden brauche. Eine Änderung der bahneignen Telegraphen- und Telephonleitungen veranschlagt die Industrie nicht, weil nur die Anschlüsse an die bereits bestehenden Fernkabel ihrer Ansicht nach in Betracht kämen, die im Bauprogramm der Postverwaltung schon vorgesehen sind. Den Unterschied bei der Post „Unvorhergesehenes" begründen die Elektrowerke, deren Angebot sich nur auf die Teilsumme von 100 650 000 S bezieht, während der Rest der Herstellungen den Bundesbahnen überlassen bliebe, damit, daß bei letzteren wesentliche Überschreitungen nicht mehr zu gewärtigen seien. Der geringere Zinsenbetrag ist die natürliche Folge des niedrigeren Kapitalaufwandes; übrigens behauptet die Industrie, die Anlagen innerhalb von nur drei Jahren fertigstellen zu können.

Die Vertreter der Bundesbahnen bemängeln dagegen, daß das Projekt der Industrie die fast 4 Mill. S betragende Warenumsatzsteuer ebenso wenig wie die von ihnen für notwendig gehaltene und 10 Mill. kostende Verkabelung der Bundesfernleitungen berücksichtige und daß mit den vorgesehenen Leistungen nicht die zu bewältigenden Verkehrsbedürfnisse befriedigt werden könnten, daß übrigens dafür auch keine bindende Garantie der Industrie vorliege. Die Rentabilitätsrechnung der Elektrofirmen schließt mit einem Gewinn von 4,400 Mill. S, die der Bundesbahnen mit einem Abgang von 8,735 Mill. S ab. Stark ins Gewicht dabei fällt der Unterschied in der Post „Zinsen und Tilgung" (8 % gegen 8,26 %; die Wiener Stadtanleihe wird nur mit 6,8 % verzinst) des Anlagekapitals (8,600 Mill. S gegen 14,249 Mill. S).

Im Gegensatz zur allgemeinen Anschauung, daß die Kohlenpreise und Frachten im Laufe der Jahre stark steigen würden, befürchten die Bundesbahnen einen Mehraufwand an Brennmaterial nicht, insbesondere auch in Hinblick auf die zunehmende Ökonomie der Dampfmaschinen. Bei der Berechnung der Stromkosten wurde von den Bundesbahnen ein Angebot der OWEAG zu 7 g/kWh zugrunde gelegt, während die Industrie einen Abschluß zu 6½ g/kWh für erreichbar hält. Schließlich ist noch die Frage unerledigt, wer die Haftung für den Betriebserfolg übernehmen soll, da die in Betracht kommenden Summen für die Kapitalkraft der Projektwerber wohl zu hoch sind und über ein Eintreten der Großbanken für sie bisher nichts bekannt ist.

In den Erörterungen innerhalb des Ausschusses wurde noch auf zahlreiche andere Punkte für und wider hingewiesen, z. B. die Differenzen in den Kosten der Instandhaltung und denen der Oberbau-Erhaltung, die Entwicklung der Kohlenfrachten, die Ansätze für den Lokomotivenwert u. a., ferner wurde der Einfluß gewisser „Imponderabilien" hervorgehoben, so z. B. die drohende Brotlosigkeit von 20 000 bis 30 000 jetzt jährlich bei den Elektrisierungsarbeiten beschäftigten Arbeitern, deren Erwerbslosenunterstützung dann von der Allgemeinheit aufgebracht werden müsse, ferner der Fortfall der Aufträge für die Bauunternehmungen, Zement-, Ziegel- und Sägewerke, die Lieferanten von Dachdeckmaterial, Beton- und Eisenmasten, Auslegern, Hilfs- und Arbeitsmaschinen, sowie für zahlreiche Kleingewerbetreibende. Schwer meßbar sind auch die beim Dampfbetrieb unvermeidlichen Schäden für Land- und Forstwirtschaft, die durch die Verrußung der Kulturen entstehen, sowie die durch Funkenflug verursachten Wald- und Wiesenbrände, die man auf Millionen Schillinge schätzen müsse. Ganz besonders wichtig ist aber, daß im Gegensatz zum Dampflokomotivenverkehr nach 30 Jahren bei voll betriebsfähig erhaltenen Einrichtungen und nach Tilgung des Anlagekapitals die Rentabilität des elektrischen Betriebs plötzlich stark emporschnellt.

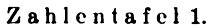
Auf weitere Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden; bemerkenswert ist aber noch, daß vom Berichterstatter, Minister a. D. Heinl, ein Kompromiß angeregt wurde dahingehend, es möge zunächst vielleicht nur die Strecke Salzburg — Linz, an die sich in Attnang-Puchheim die elektrisch betriebene Salzkammergutbahn anschließt, elektrisiert werden und statt der Linie Linz—Wien die Südbahnstrecke Wien—Gloggnitz am Semmering, wo die Verhältnisse günstiger lägen, und endlich auch der Wiener Nahverkehr; später käme dann der Anschluß an die ungarischen Staatsbahnen in Betracht.



deren Elektrisierung auf der Strecke Budapest—Österreichische Landesgrenze bevorsteht. Schließlich wurde die Erörterung mit der Annahme des Referentenantrages geschlossen, es möge das gesamte vorliegende Material durch einheimische, unparteiische Sachverständige überprüft werden, die das Ergebnis bis längstens 15. III. dem Ausschuß vorzulegen hätten. Zweifellos liegt das letzte Wort bei den Bundesbahnen, die ein kaufmännisch-selbständig wirtschaftendes Unternehmen sind und die Verantwortung zu tragen haben, und denen niemand das Recht absprechen kann, nur dann so gewaltige Aufwendungen zu machen, wenn sie von ihrer Rentabilität nach gewissenhafter Prüfung selbst überzeugt sind. Da man ihnen auch nicht zumuten kann, dabei Lasten auf sich zu nehmen, deren Vorteile nicht ihnen selbst, sondern der Allgemeinheit zugute kommen, so verdient ein von angesehener Seite gemachter Vorschlag Beachtung, wonach „diejenigen Kreise, welche die Erfüllung solcher Aufgaben von ihnen fordern, auch für die Kosten aufkommen sollen". Damit sind Bund, Länder und Gemeinde Wien gemeint. Aller Wahrscheinlichkeit nach würde deren Mitwirkung an der Finanzierung, vielleicht durch Übernahme der Garantie für die Obligationen einer für den Bau zu gründenden eigenen Gesellschaft, eine Einigung erleichtern. Jedenfalls würde eine solche Lösung einen gangbareren Weg bedeuten, als tarifarische Maßregeln, welche unter den heutigen Verhältnissen von der österreichischen Wirtschaft nicht getragen werden könnten.

E. Honigmann.

Die neuen Berliner Stadtbahnmotoren. — In einer Arbeit von H. Mecke der AEG-Mitteilungen wird der Aufbau der neuen Stadtbahnmotoren GBM 700 beschrieben. An Hand einer Zahlentafel, die nebenstehend wiedergegeben ist, werden zuerst die von der AEG zusammen mit SSW für die Strecken Bernau, Oranienburg und Velten früher entwickelten Motoren in Vergleich gestellt.


Zahlentafel 1.

		GBM 1620	GBM 750	GBM 700
Vollzug	Triebwagen	4 Stück mit je 2 Motoren	4 Stück mit je 4 Motoren	4 Stück mit je 4 Motoren
	Beiwagen	6 Stück	4 Stück	4 Stück
Halbzug	Triebwagen	2 Stück mit je 2 Motoren	2 Stück mit je 4 Motoren	2 Stück mit je 4 Motoren
	Beiwagen	3 Stück	2 Stück	2 Stück
Treibraddurchmesser		1000 mm	850 mm	900 mm
Laufraddurchmesser		850 mm	850 mm	900 mm
Vollzug-Höchstgewicht		370 bis 400 t	370 bis 400 t	etwa 350 t
Motorenstundenleistung		170 kW 750 V	102 kW 375 V	90 kW 375 V
		250 A 530 n	300 A 790 n	267 A 800 n
Motorendauerleistung		116 kW 750 V	73 kW 375 V	63 kW 375 V
		165 A 700 n	215 A 900 n	185 A 920 n
Motorgewicht		2785 kg	1730 kg	1480 kg
Zubehörgewicht		495 kg	230 kg	230 kg
Motor, kompl.		3280 kg	1960 kg	1710 kg
kg/kW Motor u. Ritzel		16,3	17,0	16,4

Die neuen Triebwagen der Stadtbahn erhalten 4 Fahrmotoren, von denen je 2 dauernd in Reihe geschaltet bleiben, so daß die Motoren für 375 V, isoliert für 750 V ausgelegt werden konnten. Als Vorteil dieser Schaltung wird angegeben, daß sich günstige Verhältnisse für die Segmentspannung, für die Konstruktion der Ankerwicklung und für den Bau des Kommutators ergeben.

An Hand der Schnittzeichnung, Abb. 12, des Bahnmotors GBM 700 wird sodann der Aufbau erläutert. Die Durchlüftung des Motors erfolgt nach dem in Abb. 13 gegebenen Schema. Durch die Einführung des Luftstromes an der Antriebseite wird das Ansaugen von Bremsstaub, Schnee oder Wasser in unmittelbarer Nähe des empfindlichsten Motorteiles, des Kommutators, vermieden. Es ist besonders dafür Sorge getragen, daß die Kühlluft für den Anker sauber bleibt. Die Lufteintrittstelle wird nämlich in das Gehäuseinnere verlegt und der Ankerluftstrom sofort nach dem Eintreten in das Motorinnere durch den Feldlüfter nach der Kommutatorseite hinübergezogen. Hierdurch erhalten alle etwa eingetretenen Staubteile nach der Kommutatorseite hin eine Beschleunigung. Die Kühlluft für den Anker aber wird gezwungen, die Richtung zu wechseln und einen Weg um eine Lagerschildwand herum zurückzulegen. Hierbei steht die Luft dauernd unter dem Einfluß des Feldlüfters, der für die Reinigung der Kühlluft des Ankers sorgt.

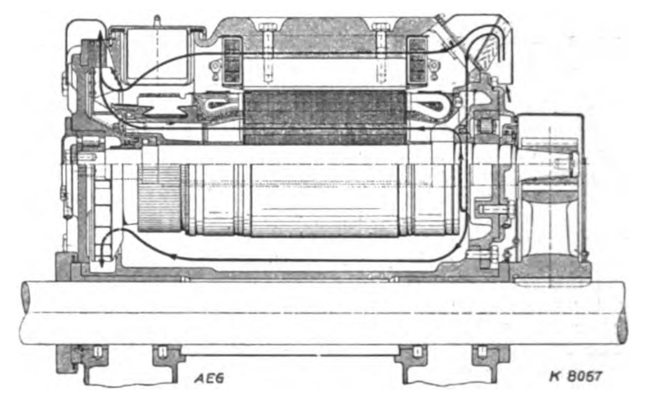


Abb. 13. Lüftungsanordnung.

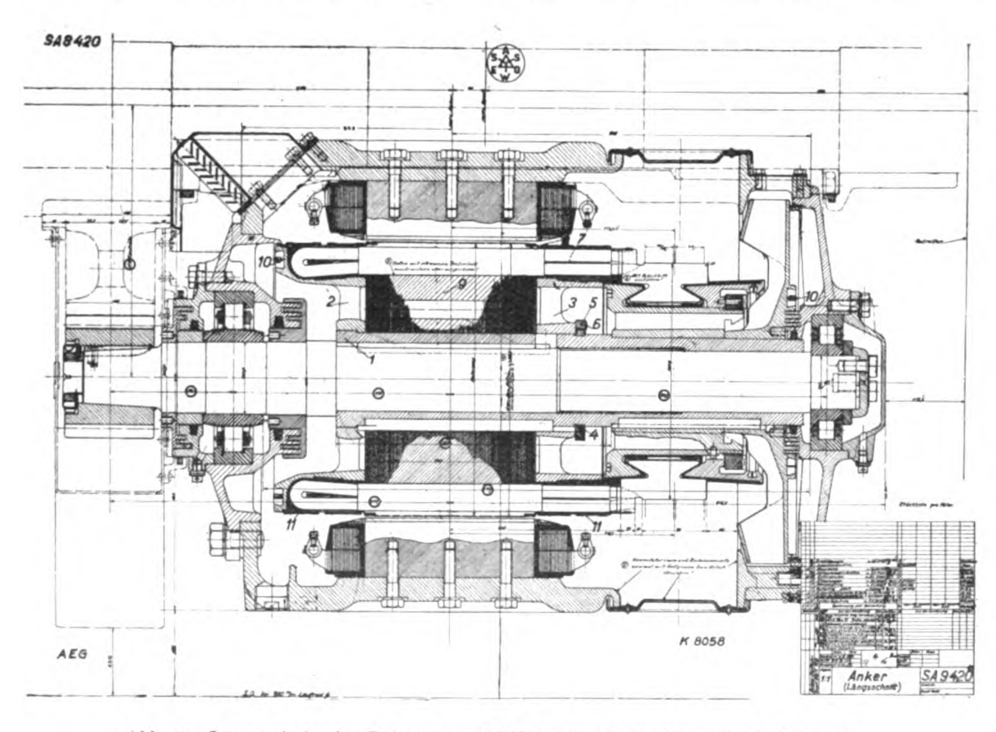


Abb. 12. Längsschnitt des Bahnmotors GBM 700 (Originalzeichnung der Wasseg).

Über die Gehäusefabrikation wird berichtet sowie die Bearbeitungsmethoden für die Tatzenlagerstellen und für die genaue Ausführung des Mittenabstandes erwähnt.

Die Ankerlager erhalten Rollenlager. Die Konstruktion der Rollenlager und Lagergehäuse wird an Hand der in Abb. 12 gezeigten Schnittzeichnung klargelegt. Besonders hervorgehoben wird die sorgfältige Abdichtung der Rollenlagergehäuse. Es sind nämlich nach dem Anker hin doppelte Labyrinthe vorgesehen; außerdem ist zwischen Zahnrad und Rollenlager vor dem dort befindlichen Labyrinthring ein mit der Außenluft in Verbindung stehender Raum geschaffen worden. Durch die letztere Maßnahme soll vermieden werden, daß Zahnradfett in das

Rollenlagergehäuse tritt. Unter Bezugnahme auf eine Statistik der AEG wird über die Zunahme der Verwendung von Rollenlagern für Bahnmotoren berichtet. In den ersten Kriegsjahren ging der Einbau von Wälzlagern zurück, aber schon vom Jahre 1917 ab steigt infolge erschwerter Beschaffung geeigneter Weißmetallegierung die Anwendung mehr und mehr. Im Verhältnis zur gesamten Lieferung verlassen heute nur noch wenige Motoren mit Gleitlagern das Werk.

Sowohl für die Feld-, Hilfsfeld- und Ankerwicklung wird Mikanitisolation benutzt. Die Anker sind für eine Schleuderdrehzahl von 2600 Umdr/min hergestellt. Für sorgfältiges Auswuchten, das sowohl statisch als auch dynamisch vorgenommen wird, ist Sorge getragen. Für alle wichtigen Messingteile des Motors GBM 700 wird Preßmaterial verwendet; so werden z. B. auch die Bürstenhalterkörper, die auswechselbaren Kohlenführungstaschen und die Druckfinger aus Preßmessing hergestellt. Als Vorteil gegenüber Messingguß oder Rotguß wird die höhere Festigkeit und Leitfähigkeit hervorgehoben. Als Kohlen kommen mittelharte elektrographitierte Sonderkohlen zur Anwendung.

Mit besonderer Aufmerksamkeit wurden die Getriebe durchgebildet. Sowohl die Anker- als auch die Achszahnräder werden im Einsatz gehärtet und mit geschliffenen Zahnflanken ausgeführt. Für die Ritzel wird ein hochwertiger Chromnickelstahl und für die Achszahnräder ein im Gesenk geschmiedeter Sonderstahl benutzt. Die Übersetzung ist 1 : 4,25 mit 68 : 16 Zähnen bei 9 π-Teilung.

An Hand eines in Abb. 14 wiedergegebenen Verzahnungsvergleichs werden die Vorteile der unter dem Namen AEG-Verzahnung bekannten Ausführung der Zahnräder mit verschobenem Kopfkreis, wie sie für die Stadtbahnmotoren zur Verwendung kommen, zu denjenigen mit Normallage in Vergleich gestellt und erläutert.

Zu erwähnen ist weiter noch, daß für die Wärmebehandlung der Getriebe elektrische Glüh- und Einsatzöfen verwendet worden sind. Bilder dieser Einrichtungen aus der AEG-Bahnfabrik veranschaulichen den Aufbau. (H. Mecke, AEG-Mitteilungen 1927, S. 467.) *Sb.*

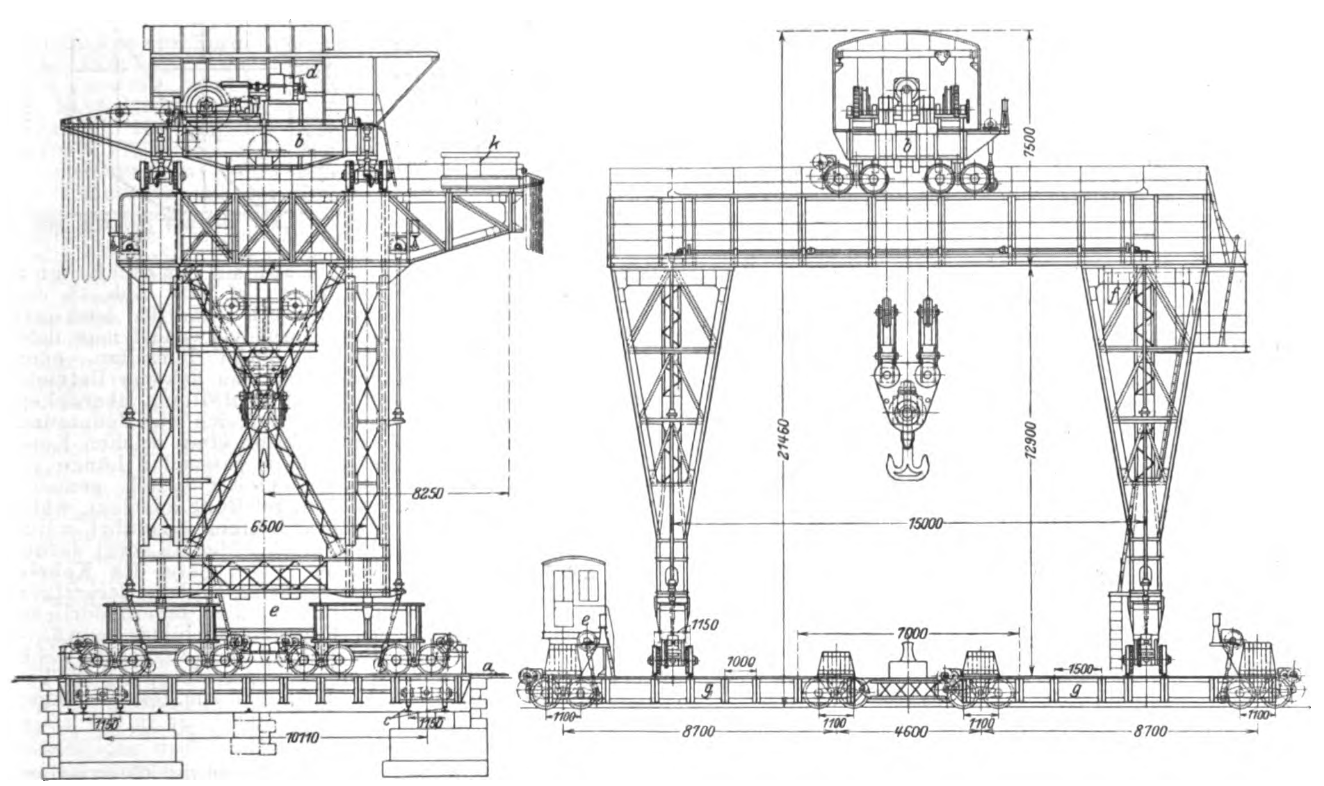
a) Normale Evolventen-Verzahnung — b) AEG-Verzahnung

I Ritzel 16 Zähne; *II* Achszahnrad 75 Zähne; *A* Ritzelabnutzung; *B* Radabnutzung; γ spezifisches Gleiten, $m-n$ Δg; v_1 und v_2 Eingriffsgeschwindigkeit; $v_2 - v_1$ Gleitgeschwindigkeit

Abb. 14. Vergleich der Normal-Verzahnung mit der AEG-Verzahnung (1898 entwickelt).

Hebezeuge und Förderanlagen.

Fahrbarer elektrisch betriebener Portalkran von 480 t Tragfähigkeit. — In fast noch höherem Maße als der moderne Kranbau in seiner Vielgestaltigkeit und auch in der Leistungsfähigkeit vieler Ausführungen durch die steigenden Anforderungen des Eisenhüttenbetriebes beeinflußt worden ist, ist er in bezug auf Tragfähigkeit und Abmessungen durch den neuzeitlichen Schiffbau gefördert worden. Ein neuerer Beleg hierfür, der sich den

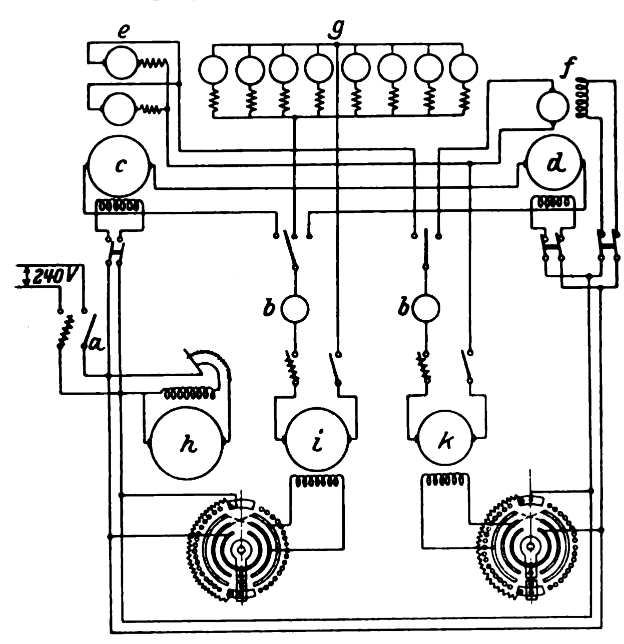


a Krangeleise *b* Hauptkatze *c* Schiebebühnengeleise *e, f* Kabinen *g* Schiebebühne *k* Hilfskatze

Abb. 15. Portalkran für 480 t Tragfähigkeit

bekannten älteren „Riesenkranen" in feststehender Hammerkran- und in schwimmender Wippkranbauart in dieser Hinsicht würdig anreiht, ist der fahrbare Bockkran, den die französische Marine für den Artillerieübungsplatz in Gâvre (bei Lorient) zum Umladen schwerster Schiffsgeschütze u. dgl. sich beschafft hat. Dieser von den Etablissements Daydé im Herbst 1923 gelieferte Kran (Abb. 15) dürfte mit seiner Tragfähigkeit von 480 t (400 t Nutzlast) die Größtausführung unter allen bisher gebauten Kranen darstellen, von den kranartigen Docks für Unterseeboote abgesehen. Diese Größe ist um so bemerkenswerter, als sie sich an einem einzigen Lasthaken bzw. einem einzigen Katzenwindwerk äußert und als der ganze Kran vermittels einer Schiebebühne auch quer verfahrbar ist.

Wenn auch die äußeren Abmessungen dieses Kranes im Vergleich zu denen der großen Werft-Auslegerkrane naturgemäß zurücktreten, so ergibt doch die gewissermaßen konzentrierte ungeheuere Kraftäußerung auch eine entsprechende Dimensionierung der Einzelteile. Das Kranportal, das eine lichte Höhe von rd. 13 m und eine Weite von 15 m von Mitte zu Mitte Stützfuß hat, ist auf 32 Laufrädern gelagert, die zum Zwecke gleichmäßiger Druckübertragung in Blöcken von je vieren balancier-



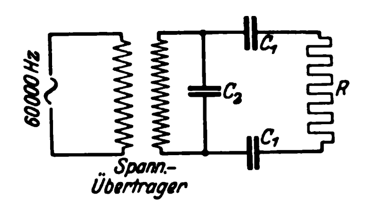
a Schalter
b Strommesser
c Motor für Hauptwinde
d Motor für Hilfswinde
e Motoren für Hauptkatze
f Motor für Hilfskatze
g Motoren für die Fortbewegung der Kranes
h Antriebsmotor der Generatoren
i, k Generatoren

Abb. 16.

artig verbunden sind. Dieses Bockgerüst, auf dessen Obergurt mit 6,5 m Spurweite die 400 t-Katze läuft und das noch eine auskragende parallele Fahrbahn für eine 10 t-Hilfskatze trägt, kann auf eine elektrisch verfahrbare Schiebebühne (von nicht weniger als 23,10 m äußerem Radstand und 11,26 m äußerer Spurweite) auflaufen und dadurch auch quer zu den eigentlichen Kranfahrgleisen verschoben, d. h. auch senkrecht zu diesen versetzt werden. Das rd. 6 m hohe Hakengeschirr hängt mit je zwei losen Rollen in zwei Strängen einer Gallschen Kette (von 200 mm Teilung) an dem Katzenwindwerk, das durch Gleichstrom von 240 V mittels Leonardschaltung betrieben wird (Abb. 16). Die unter der Höchstlast von 400 t erzielbaren Arbeitsgeschwindigkeiten sind 0,32 m/min für das Heben, bis 3 m für das Katzfahren, bis 10 m für das Kranfahren und bis 8 m für das Schiebebühnenfahren. Die Gesamtleistung der Motoren beträgt 330 PS, das Eigengewicht des unbelasteten Kranes allein rd. 600 t. Die gesamte elektrische Ausrüstung stammt von der Société alsacienne de constructions mécaniques. (Ch. D a n t i n, Génie Civil Bd. 90 S. 569.) *Mfr.*

Fernmeldetechnik.

Koppelungskondensatoren für hochfrequente Trägerströme. — In neuerer Zeit verwenden die Elektrizitätswerke mit Vorliebe die Hochspannungs-Freileitungen zur gleichzeitigen Übernahme des zwischen den einzelnen Betriebstellen notwendigen Verkehrs mittels hochfrequenter Trägerströme. Um diese ohne Gefahr für die Hochfrequenzapparatur auf die Leitung zu übertragen, sind geeignete Koppelungsorgane notwendig. Während man zuerst hierzu D r ä h t e benutzte, die in einem hinreichenden Abstand auf eine gewisse Strecke parallel zu den zu koppelnden Hochspannungsleitungen geführt waren, werden neuerdings K o p p e l u n g s k o n d e n s a t o r e n bevorzugt. Man erkennt die charakteristischen Unterschiede beider Anordnungen, indem man die Koppelung mittels Drähten durch den Ersatzkreis nach Abb. 17 ver-



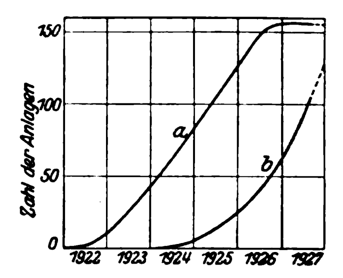
C_1 Koppelungskondensator, etwa 0,000 27 μF
C_2 Streukapazität für Drähte rd. 0,0018 μF für Kondensatorkuppelung Null
R Wellenwiderstand der Leitung rd. 500 Ω

Abb. 17. Ersatzkreis für die Koppelung des Trägerstromes mit der Hochspannungsleitung (die angegebenen Zahlen entsprechen einer ausgeführten Anlage).

anschaulicht: Die hochfrequente Spannung treibt über einen geeigneten Spannungsübersetzer den Arbeitstrom durch die Kapazitäten zwischen Koppelungsdrähten und Hochspannungsleitungen in die Übertragungsleitung hinein, die auf den Kreis als Ohmscher Widerstand vom Betrage des Wellenwiderstandes der Leitung zurückwirkt; diesem eigentlichen Arbeitskreis liegt eine S t r e u k a p a z i t ä t parallel, die den Verschiebungstrom lediglich zwischen den Koppelungsdrähten erfaßt. Ganz ähnlich läßt sich die Arbeitsweise der Koppelungskondensatoren übersehen, bei welchen indes die Streukapazität auf sehr kleine Werte heruntergedrückt werden kann. Sieht man als „Güte" der Anordnung das Verhältnis des Arbeitstromes zum Gesamtstrom an, so erhält man auf Grundlage einer praktisch ausgeführten Anlage für Koppelung mittels Drähte den niedrigen Wert von etwa nur 7 %, während man bei Koppelungskondensatoren zwischen 80 und 100 % arbeiten kann; dementsprechend geht bei der letztgenannten Anordnung der VA-Verbrauch der Hochfrequenzapparatur zurück.

a Koppelungsdrähte
b Koppelungskondensatoren

Abb. 18. Entwicklung der Anlagen für Trägerstrom-Telegraphie in den V. S. Amerika nach dem System der Koppelung mittels Drähte (*a*) und mittels Kondensatoren (*b*).



Inwieweit diese Erkenntnis auf die A u s f ü h r u n g s o l c h e r A n l a g e n sich auswirkt, läßt Abb. 18 erkennen, die über die Entwicklung in Amerika Auskunft gibt. Als Koppelungskondensatoren verwendet man dort bis zu Betriebspannungen von 66 kV Porzellan- oder Mika-Kondensatoren, während man bei höheren Betriebspannungen zu Kondensatoren mit Ölfüllung übergehen muß. Als besonders brauchbar hat sich die Benutzung eines Kabelstückes zur Konstruktion eines solchen Kondensators ergeben: Dieses wird in passender Länge zu einer Schleife gebogen, die Innenleiter mittels gemeinsamer Klemme an die Übertragungsleitung angelegt, während dem Außenleiter der Trägerstrom zugeführt wird. Ein stets unter Überdruck stehendes Ölgefäß sorgt dafür, daß weder Luft noch Wasser ins Innere des Kabels dringen können, so daß auch beim Einbau derartiger Kondensatoren in Freiluftanlagen die unveränderliche elektrische Festigkeit des Koppelungsgebildes gewährleistet erscheint; da die Herstellung der Kabelstücke sehr sorgfältig erfolgt, können sie hiernach als unbedingt betriebsicher gelten. (A. E. B e l t, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1051.) *Oldff.*

Metalldetektoren. — Die Gleichrichtung elektrischer Schwingungen gelingt nach H. P e l a b o n bei jedem schlechten Kontakt zweier verschiedener Metalle. Nähert man eine auf drei Isolatoren ruhende Stahlkugel einer



Messingplatte dadurch, daß eine der Stützen langsam erniedrigt wird, so hört man, wenn die Entfernung einen Wert von 10^{-6} cm erreicht, im Telephon ein langsames Anschwellen des Tones, das bei weiterer Annäherung ein Maximum erreicht und dann sehr rasch abnimmt. Auch wenn man zwei gleiche Metalle zur Berührung bringt, z. B. zwei Stahlkugeln, die an Kupferdrähten aufgehängt sind, ist im allgemeinen Gleichrichtung vorhanden, da die beiden Kugeln nie vollkommen gleich sind. Durch Probieren gelangt man aber zu Stellen, an denen die Kugeln vollkommen symmetrisch sind, so daß eine Detektorwirkung nicht wahrnehmbar ist. Sie tritt dann aber sofort auf, wenn an die beiden Kugeln eine Potentialdifferenz gelegt wird. Das Dielektrikum zwischen den Metallen hat keinen Einfluß. (H. Pelabon, Compt. rend. Bd. 182, S. 1605.) *Br.*

Bergbau und Hütte.

Fördertürme und Fördergerüste aus Eisenbeton. — Eisenbeton ist für die Ausführung von Fördertürmen bisher namentlich im Auslande angewandt worden und hat sich dort gut bewährt. Das Kennzeichnende an dem Turm für die holländischen Staatsgruben, Schacht Maurits II, in Heerlen ist die Art der Lagerung. Der Turm ruht nämlich in ausgesprochener Weise auf drei Punkten. Man hat diese immerhin auffällige Art der einwandfrei statisch bestimmten Stützung des Bauwerks gewählt, weil mit Bodensenkungen gerechnet werden mußte. Es fällt ferner die große Höhe des unteren Geschosses von rd. 25 m auf, was dadurch bedingt ist, daß der Eisenbeton-Förderturm über dem alten eisernen Fördergerüst errichtet werden mußte, dessen Fördereinrichtung während des Baues dauernd im Betrieb zu erhalten war. Der Förderturm ist für doppelte Köpeförderung mit zwei oben stehenden elektrischen Maschinen eingerichtet. Die alte Fördereinrichtung bleibt aber zunächst noch im Betrieb, sie wird nur vom alten Eisengerüst auf den Eisenbetonturm hinaufverlegt. Die alte Fördermaschine behält ihre Lage in Geländehöhe. Das Bauwerk erfährt also aus der Köpeförderung mit hochliegender Maschine in seinem linken Teil lotrechte Belastungen, dagegen aus der vorläufigen Förderung mit der tiefliegenden alten Maschine in seinem rechten Teile schräge Seilzugkräfte. Trotzdem sind keine besonderen Schrägstreben angeordnet worden. Aus der großen Höhe des unteren Geschosses und den normalen Höhen der übrigen Geschosse folgt die gewaltige Gesamthöhe des Turmes von beinahe 55 m, d. h. also, wie die z. Zt. höchsten Fördergerüste und Fördertürme in Eisen. Die drei Gründungskörper sind, wie Abb. 19 zeigt, untereinander durch drei Zugstangen verbunden, die unter Gelände liegen und den Vorschacht durchschneiden. Sie sollen die Gründungskörper in wagerechtem Sinne gegeneinander festlegen, was erforderlich ist, weil sie infolge der schrägen Lage der Turmstiele in Geschoß I wagerechte Kräfte aufzunehmen haben. Die beiden Köpescheiben ruhen auf gewaltigen Trägern von rd. 4 m Höhe, die in den schmalen Außenwänden des Turmes und in einer Mittelwand gestützt sind.

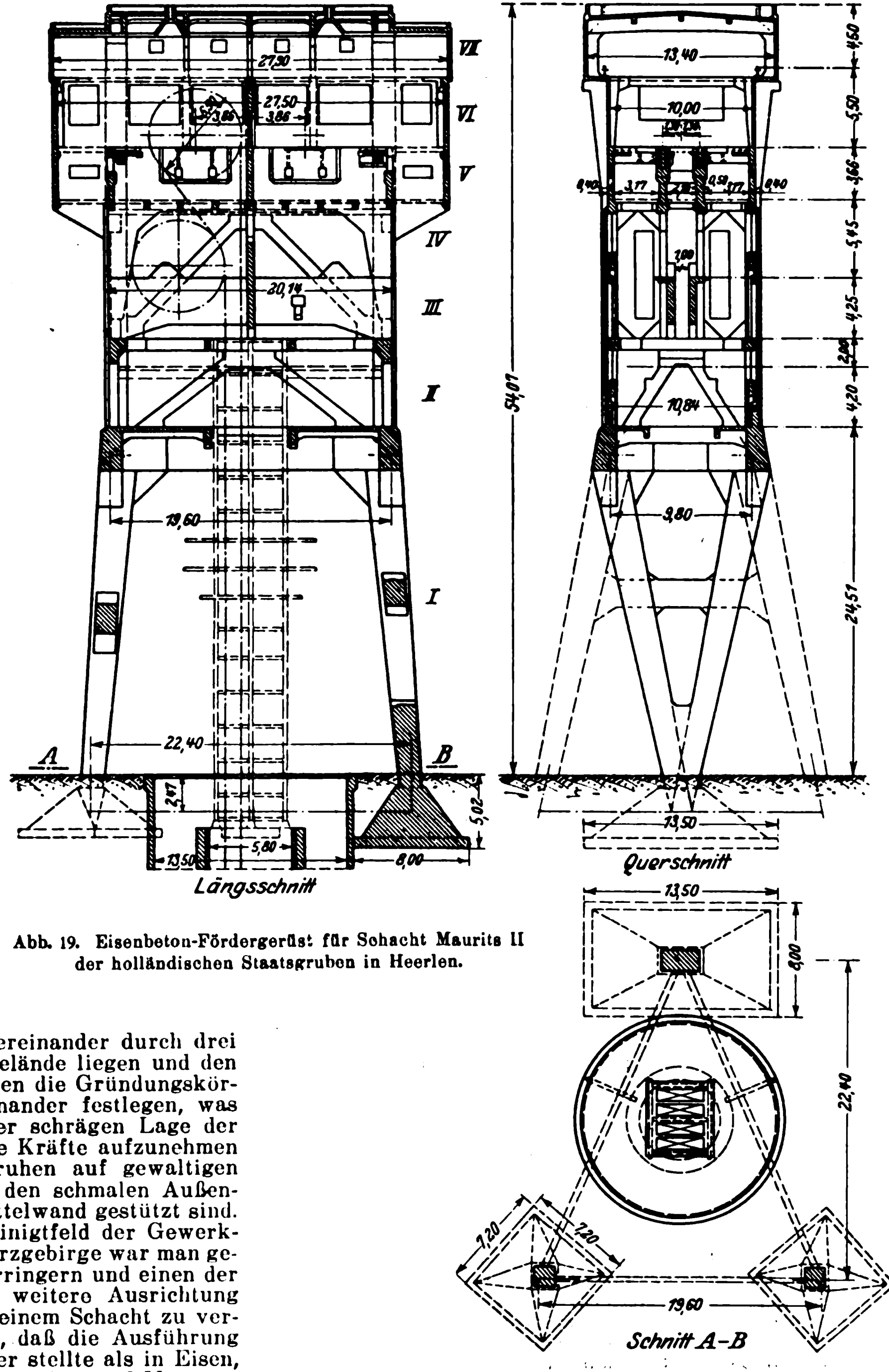


Abb. 19. Eisenbeton-Fördergerüst für Schacht Maurits II der holländischen Staatsgruben in Heerlen.

Bei der Betriebsabteilung Vereinigtfeld der Gewerkschaft Gottessegen in Hohndorf im Erzgebirge war man genötigt, um die Betriebskosten zu verringern und einen der bestehenden drei Schächte für die weitere Ausrichtung frei zu machen, die Förderung auf einem Schacht zu vereinigen. Der Kostenanschlag ergab, daß die Ausführung in Eisenbeton sich etwa 10 % billiger stellte als in Eisen, und daß man außerdem mit einer Bauzeit von 6 Monaten, gegenüber 10½ Monaten mit Eisen, auskam. Für Eisenbeton sprach weiter der Fortfall jeglicher Unterhaltungskosten. Zur Unterstützung der Seilscheiben wurde ein Dreieckrahmen im obersten Geschoß und ein schiefer Viereckrahmen im darunterliegenden Geschoß gewählt, so daß die nach der Fördermaschine gerichteten Beine etwa in Richtung der Seilresultierenden liegen. Da beide Rahmen in der Mitte des Turmes ganz eng nebeneinander stehen, wird der freie Raum hierdurch wenig beeinträchtigt. Außerdem stehen auf dem Turm nur die beiden Leitscheiben und keinerlei Brems- oder Steuervorrichtung. Die beiden Böcke sind das Haupttragwerk der Betriebslasten, alles übrige rund herum in den drei Obergeschossen dient nur zur Raumgestaltung, zum Tragen des Daches sowie der im Dachgeschoß liegenden Kraneinrichtung für das Aufwinden der Seilscheiben.

Während man sich früher meist eng an die Bauweise der eisernen Gerüste anschloß, hat sich allmählich auch für den Eisenbeton ein eigener Baustil ausgebildet, der den Eigenheiten dieser Bauweise angepaßt ist. Abb. 20 zeigt ein Gerüst mit Schrägstreben für den Schacht der bayerischen staatlichen Braunkohlenwerke in Peiting. Die

beiden nebeneinanderliegenden Seilscheiben ruhen auf 4 Balken von rd. 5 m Höhe, die durch mehrere kräftige Decken gegeneinander verspannt sind. Sie liegen auf Querbalken, die in Richtung der Seilscheibenachse verlaufen und unmittelbar von den Ecksäulen des Turmes getragen werden. An den Stellen, wo sie in die Ecksäulen einbinden, greift auch die zweiteilige Schrägstrebe an, die zwischen ihren Endpunkten an zwei Stellen durch wagerechte Riegel mit dem Fördergerüst verbunden ist. (Glückauf Bd. 63, S. 185.) *Ka.*

Längsschnitt Querschnitt

Abb. 20. Eisenbeton-Fördergerüst für die bayerischen staatlichen Braunkohlenwerke in Peiting.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Elektrische Wellen im Gebiet des äußersten Ultrarot. — Es sind in der letzten Zeit mehrere Versuche unternommen worden, das Gebiet der elektrischen Wellen so weit zu verfolgen, daß optische Mittel zu ihrem Nachweis gebraucht werden können. Über eine dieser Arbeiten soll hier berichtet werden. M. Lewitzky benutzte ein System sehr kleiner Oszillatoren, die aus mehreren Reihen von Drahtstücken von $0{,}1 \div 0{,}4$ mm Länge bestanden. Jede Reihe wurde von einer besonderen Spannungsquelle erregt. Die Oszillatoren befanden sich auf einem 1 cm² großen Glasstreifen im Brennpunkt eines kleinen parabolischen Spiegels. Es gelang, die Wellenlänge der ausgesandten Strahlung mit mehreren Diffraktionsgittern zu messen, deren Gitterkonstante einige Millimeter betrug. Zum Nachweis diente ein empfindliches Thermoelement. Auf diesem optischen Wege wurden Wellenlängen von $30 \div 915$ μ gemessen, so daß damit die Existenz elektrischer Wellen im Gebiet der sonst optisch erzeugten ultraroten Wellen nachgewiesen ist. (M. Lewitzky, Phys. Z. Bd. 27, S. 177.) *Br.*

Glühen eines frei ausgespannten Bleidrahts. — Da Blei bei 327° schmilzt, das Glühen von Körpern aber erst oberhalb von 500° einsetzt, sollte man das Glühen von frei ausgespannten Bleidrähten für unmöglich halten. Wie D. Damianos beobachtet hat, ist aber ein deutliches Glühen von Blei- und Zinndrähten in Luft zu beobachten. Die Ursache liegt darin, daß das Blei sich mit einer Oxydschicht überzieht, die das geschmolzene Blei daran hindert, seine Oberflächenform zu verändern. Daß das Blei beim Glühen flüssig ist, folgt daraus, daß der Widerstand des Bleies vorher eine sprunghafte Änderung aufweist und daß ein frischer, in Stickstoff erhitzter Bleidraht bei der zum Sprung der Charakteristik gehörigen Stromstärke schmilzt. Der bereits in Luft geglühte Bleidraht verhält sich in Stickstoff wie in Luft. Auch durch thermische Erwärmung ist es möglich, einen Bleidraht zum Glühen zu bringen, so daß sich die merkwürdige Tatsache ergibt, daß ein mehrere Zentimeter langer Bleifaden bei Temperaturen über 500° im flüssigen Zustand bestehen kann. (D. Damianos, Phys. Z. Bd. 27, S. 289.) *Br.*

Die Polarisationskapazität in Abhängigkeit von der Frequenz. — I. Wolff hat die Änderung der Polarisationskapazität von Platin- und Goldelektroden in verdünnter Schwefelsäure im Bereich von $200 \div 200\,000$ Hz untersucht. Für den hörbaren Bereich wurde eine Wechselstrombrücke, für höhere Frequenz eine Brücke mit Heterodyne-Detektor benutzt. Er findet, daß man die Abhängigkeit der Polarisationskapazität C von der Frequenz f in einem kleineren Bereich durch die Beziehung $C = C/f^p$ wiedergeben kann, daß aber der Wert des Exponenten p, der für niedrige Frequenzen nahezu 0,3 ist, für höhere Frequenzen wächst und sich dem Wert 0,5 nähert. Gleichzeitig ändert sich der Phasenwinkel der Kapazität von 20° zu ungefähr 40°. Die Anfangskapazität beginnt sich für Gleich- und Wechselstrom bei dem gleichen Potential zu ändern. Wenn zwei Wechselströme verschiedener Frequenz gleichzeitig durch die Zelle geschickt werden, so ist die mit dem einen Strom gemessene Kapazität unabhängig von der Gegenwart des andern Stromes. (I. Wolff, Phys. Rev. Bd. 27, S. 755.) *Br.*

Werkstatt und Baustoffe.

Methanol-Lichtbogenschweißverfahren. — Bei der elektrischen Lichtbogenschweißung muß man bestrebt sein, der Eisenelektrode mit ihrer kleinen Masse möglichst wenig, dem massiven Schweißstück aber möglichst viel Wärme zuzuführen. Dies geschieht bei der Gleichstromschweißung dadurch, daß man den positiven Pol mit seiner um rd. 500° C höheren Temperatur an das Schweißstück, den negativen Pol aber an die Elektrode legt. Diese günstige Wärmeverteilung ist der eigentliche Grund für die Überlegenheit der Gleichstrom-Lichtbogenschweißung über die Wechselstromschweißung. In neuerer Zeit ist es nun gelungen, diese Temperaturdifferenz noch weiter zu erhöhen. Man führt dem Lichtbogen Methanolgas (CH_3OH) zu, das bei etwa 700° C in $2H_2 + CO$ zerfällt. H_2 ist aber im Bereich der Lichtbogentemperatur nicht beständig. Seine Moleküle spalten sich unter Aufnahme beträchtlicher Wärmemengen, die der Elektrode entzogen werden, in Atome. Beim Wiedervereinigen der Wasserstoffatome zu Molekülen und beim Auftreffen auf das kalte Schweißstück wird dann diese Wärme wieder frei, wodurch ein besonders gutes Durchschweißen der Schweißnähte erzielt wird. Gleichzeitig werden durch den umhüllenden Gasmantel die schädlichen Einflüsse der atmosphärischen Luft auf das Eisen — Oxydation und Stickstoffaufnahme — verhindert. Die Ergebnisse, die mit dem neuen Schweißverfahren erzielt wurden, sind kurz folgende:

Der Schmelzfluß ist infolge der erhöhten Energiezufuhr ein weit besserer; etwa im Eisen vorhandene Einschlüsse finden Zeit, sich an der Oberfläche auszuscheiden. Die geschweißten Nähte nähern sich in ihrem Aussehen bereits der Gasschmelzschweißung. Bleche bis 15 mm Stärke lassen sich ohne Zuschärfung einwandfrei durchschweißen. Die metallographische Untersuchung des verschweißten Materials zeigt feinere Verteilung der einzelnen Gefügebestandteile. Der Übergang zwischen Schweißmaterial und Werkstück ist nicht so schroff wie bei der gewöhnlichen Lichtbogenschweißung. Feine Gasporen, die sich beim Erkalten im Schweißmaterial leicht bilden, können durch gleichmäßiges, stetig fortschreitendes Schweißen, das das Ausscheiden der Gase begünstigt, fast ganz vermieden werden. Der Wärmefluß in die zu verschweißenden Bleche ist zwar bei dem atomistischen Verfahren etwas größer als bei der Lichtbogenschweißung, steht aber hinter dem der Gasschmelzschweißung weit zurück, so daß der Vorteil geringer Wärmespannungen wie bei der gewöhnlichen Lichtbogenschweißung erhalten bleibt, wenn auch nicht in vollem Umfange. Die Festigkeitsuntersuchungen ergaben bei etwas verminderter Zerreißfestig-

keit eine beträchtliche Erhöhung der Dehnung, die als Tetmajersche Biegegröße aus Kaltbiegeproben ermittelt wurde. Bei Biegungen längs der Naht wurde gegenüber der gewöhnlichen Lichtbogenschweißung eine Verbesserung von rd. 45 %, beim Biegen senkrecht zur Schweißnaht sogar eine Verbesserung bis auf das Vierfache erzielt.

Bezüglich Wirtschaftlichkeit des Verfahrens ist zu sagen, daß die stündlichen Schweißunkosten zwar fast doppelt so groß werden wie bei dem bisherigen Verfahren, daß dafür aber auch die Schweißgeschwindigkeit auf das Doppelte steigt. Die Kosten für den laufenden Meter Schweißnaht werden daher, zumal das Zuschärfen bei Blechen bis 15 mm Stärke in Fortfall kommt, trotz beträchtlicher Qualitätsverbesserung der Schweißverbindung nicht höher als bei der gewöhnlichen Lichtbogenschweißung. (M ü n t e r, AEG-Mitt. 1927, S. 241.) *Sb.*

Die Lichtbogenschweißung und ihre praktische Verwendung im Schiffbau. — Es sind in letzter Zeit sehr viele Veröffentlichungen über die elektrische Lichtbogenschweißung veröffentlicht worden, die den Lesern dieser Zeitschrift wohl bekannt sein dürften. Die vorliegende Arbeit verdient jedoch besondere Beachtung, da sie sich auf eingehende praktische Erfahrungen stützt und bedeutend mehr bringt, als die eingangs erwähnten sonstigen Veröffentlichungen. — In Sonderheit behandelt der Verfasser die Anwendung der Lichtbogenschweißung im Schiffbau, und zwar sowohl hinsichtlich ihrer Eigenschaften, die in einwandfreier Weise geschildert werden, als auch hinsichtlich der Ausführung der Schweißarbeit im praktischen Schiffbaubetriebe. Außerordentlich eingehend sind die Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Lichtbogenschweißung. Zur Feststellung der Schweißleistung muß man die Abschmelzmenge oder das Abschmelzgewicht für 1 h kennen, da von dem Querschnitt der zu schweißenden Naht, nicht aber von ihrer Länge, die Stundenleistung abhängt. Untersuchungen über die Abschmelzmenge bzw. den Schweißdrahtverbrauch waren bisher nur durch nichtbetriebsmäßige Versuche bekannt geworden, während in der vorliegenden Arbeit betriebsmäßige Daten gegeben werden. Diese Daten beziehen sich auch auf den Stromverbrauch und auf die Kostenzusammenstellung. Sehr wichtig ist die Feststellung, daß nicht der Verbrauch an Schweißstrom und Schweißdraht ausschlaggebend ist für die Gesamtkosten, wie es vielfach mit Unrecht vermutet wird, sondern daß die Lohnkosten bzw. die allgemeinen Unkosten den Hauptteil der Gesamtkosten ausmachen. Die Schweißung eines 20 mm-Bleches, V-Naht, kostet für das laufende Meter 5 RM. Darin sind die Schweißdrahtkosten enthalten mit rd. 0,60 RM, die Stromkosten mit 0,80 RM, die Betriebskosten mit 1,50 RM und die Lohnkosten mit 2 RM. Die Kosten für die Nietung im Vergleich zur Schweißung sind ebenfalls auf Grund der Betriebserfahrungen angegeben und betragen im allgemeinen erheblich mehr als die Kosten für die Schweißung. Beispielsweise kostet die Schweißung bei 20 mm-Blechen, X-Schweißung, etwa 2,40 RM für das laufende Meter, während für die zweifache Nietung die Kosten zwischen 3,50 und 4 RM schwanken je nach dem Nietabstand von 4 bzw. 3½ *d*. Die vierfache Nietung würde im gleichen Falle annähernd 7 bis 8 RM betragen, ohne daß diese eine höhere Festigkeit geben würde als die zum Vergleich herangezogene X-Schweißung. Bei der Verwertung des umfangreichen Zahlenmaterials der vorliegenden Arbeit muß vor allen Dingen berücksichtigt werden, daß die Herstellung einer Verbindungsnaht mittels Schweißung bedeutend schneller vor sich geht als die Nietung. Zur Schweißung eines Maschinenoberlichtes wurden für die Nietung 240 und für die Schweißung 95 h gebraucht. Das Gesamtgewicht des genieteten Oberlichtes betrug 895, das des geschweißten Oberlichtes 640 kg.

Des weiteren ist in der Arbeit der Bau eines Schiffskörpers von 14 m Länge geschildert, der die Richtigkeit der in Schweißerkreisen längst verbreiteten Ansicht beweist, daß es bei dem heutigen Stande der Schweißtechnik angebracht erscheint, bedeutend mehr als es bisher der Fall ist, die Schweißung gegenüber der Nietung zu bevorzugen.

Das in der Arbeit enthaltene umfangreiche Zahlenmaterial konnte nur gestreift werden; es ist denjenigen, die mit Schweißarbeiten zu tun haben, dringend zu empfehlen, aus den Erfahrungen des Verfassers Nutzen zu ziehen. (W. S t r e l o w , Dissert. T. H. Berlin 1925.) *Ne.*

Verschiedenes.

Normung von Kleinmotoren in Amerika. — Die zunehmende Anwendung von Kleinkältemaschinen, Ölbrennern mit elektrischer Zerstäubung (für Zentralheizung) sowie Wasch- und anderen Haushaltmaschinen in den V. S. Amerika hat die Aufmerksamkeit der Elektrizitätswerke auf die zum Antrieb dieser Maschinen benutzten Kleinmotoren gelenkt, und zwar besonders auf deren Leistungsfaktor und Anlaufstrom. Es handelt sich vorzugsweise um Einphasenmotoren in der Größenordnung von ¼ PS bei 1700 Umdr./min für 115 V, 60 Hz. Für Kältemaschinen und Ölbrenner, die selbsttätig in Abhängigkeit von der Temperatur ein- und ausgeschaltet werden, kommen Repulsions-Induktionsmotoren zur Anwendung, also Motoren, die nach dem Repulsionsprinzip anlaufen und deren Läuferwicklung nach beendetem Anlauf durch einen Fliehkraftschalter kurz geschlossen wird; gleichzeitig werden gewöhnlich die Bürsten vom Kommutator abgehoben. Diese Motorenart wurde zuerst Anfang der neunziger Jahre von der Wagner Co., St. Louis, nach einem Patent von Arnold gebaut; nach Ablauf des Patentes wurde ihr Bau von zahlreichen anderen Firmen aufgenommen, merkwürdigerweise n u r in Amerika, trotzdem es sich doch um eine deutsche Erfindung handelt! Wasch- und Plättmaschinen werden, trotzdem sie ebenfalls ein hohes Anzugmoment erfordern, aus Preisgründen vorwiegend mit Hilfsphasenmotoren ausgerüstet. Da diese Motoren ihrer Natur nach nur geringe Anlaufkraft besitzen, so werden sie anscheinend überdimensioniert, wodurch sich ein sehr ungünstiger Leistungsfaktor und hoher Anlaufstrom ergibt.

Auf Anregung der Vereinigung der amerikanischen Elektrizitätswerke ist nun kürzlich ein „gemischter Ausschuß" zur Normung der Kleinmotoren zusammengetreten, dem außer dieser Vereinigung folgende Korporationen angehören: Vereinigung der Fabrikanten elektrischer Maschinen (entsprechend unserem Zentralverband), ferner die Fabrikantenvereinigungen von Waschmaschinen, Plättmaschinen, Ölbrennern und Kältemaschinen. Den Vorsitz führte der Chefredakteur der Electrical World. Diese Zeitschrift veröffentlicht jetzt[1] einen Bericht über die Verhandlungen und die gefaßten Beschlüsse.

Von besonderem Interesse ist, daß man sich über die Waschmaschinenmotoren, also die Induktionsmotoren mit Hilfsphasenanlauf nicht einigen konnte. Zahlen über den Leistungsfaktor und Anlaufstrom der jetzt gebräuchlichen Motoren fehlen leider, doch dürften diese ungewöhnlich ungünstig sein. Die Verwendung von Repulsions-Induktionsmotoren für Waschmaschinen wurde von den Waschmaschinenfabrikanten abgelehnt: die bisher üblichen Motoren hätten sich vorzüglich bewährt, die Anwendung einer anderen Type würde eine vollständige Umkonstruktion notwendig machen und voraussichtlich die Betriebsicherheit verringern. Vor allem aber würde sich der Listenpreis der Waschmaschinen (einschl. Motor) um 20 ÷ 30 $ erhöhen, was nicht tragbar sei. Man sah schließlich von einer Beschlußfassung über diese Motorenart zunächst ab und behielt diese einer zweiten Sitzung vor, die am 6. I. 1928 stattfand.

Für die übrigen (also die Repulsions-Induktionsmotoren) wurde bezüglich Leistungsfaktor und Wirkungsgrad die Zahlentafel 1 festgelegt. Wie ersichtlich, wollte man begreiflicherweise einen Unterschied machen zwischen Motoren für kurzzeitigen und für Dauerbetrieb. Unverständlich ist aber, weshalb dieser Unterschied nur beim „scheinbaren Wirkungsgrad" (also wohl $\eta \cos \varphi$) in Erscheinung tritt.

Z a h l e n t a f e l 1. Geringst zulässige Wirkungsgrade und Leistungsfaktoren für 115 V-Motoren.

Leistung PS	Leistungsfaktor	Wirkungsgrad	Scheinbarer Wirkungsgrad	
			Dauerbetrieb	Kurzzeitiger Betrieb
1/8	52	53	30	24
1/6	56	58	36	27
1/4	60	62	42	32
1/3	61	63	44	35
1/2	63	65	47	39
3/4	65	67	49	42

Zahlentafel 2 gibt den zulässigen Kurzschlußstrom bzw. Anlaufstrom der Motoren an, wozu zu bemerken ist, daß nach den amerikanischen Anschlußbedingungen ³/₄ des bei voller Spannung und festgehaltenem Läufer auftretenden Stromes als „Anlaufstrom" bei unmittelbarer Einschaltung gilt. Nach dieser Tabelle darf der Einschaltstrom etwa das Vierfache des Nennstroms erreichen — ein nach unseren Begriffen bei Repulsionsmotoren reichlich hoher Wert.

Bei den Verhandlungen kam zum Ausdruck, daß die Einführung dieser Normen eine vollständige Umkonstruk-

[1] El. World Bd. 90, S. 1203.

Zahlentafel 2. Anlaufstrom von 115 V-Motoren.

Leistung PS	Kurzschlußstrom	3/4 des Kurzschlußstroms
1/4 und weniger	20	15
1/2	26,6	20
3/4	40	30

tion sämtlicher Motoren erforderlich mache (? Der Berichter), was Kosten von über 1 Mill. $ verursachen würde. Als Geltungstermin der Beschlüsse wurde der 1. I. 1929 festgesetzt, mit Ausnahme des ¼ PS-Motors für Dauerbetrieb, der bereits vom 1. I. 1928 ab nach obigen Normen geliefert werden muß. L. Schüler.

Energiewirtschaft.

Die Elektrizitätswirtschaft der UdSSR. im Jahre 1926/27[1]. — Die Leistungsfähigkeit der Kraftwerke der Union — ihre Lage zeigt Abb. 21 — ist am Ende

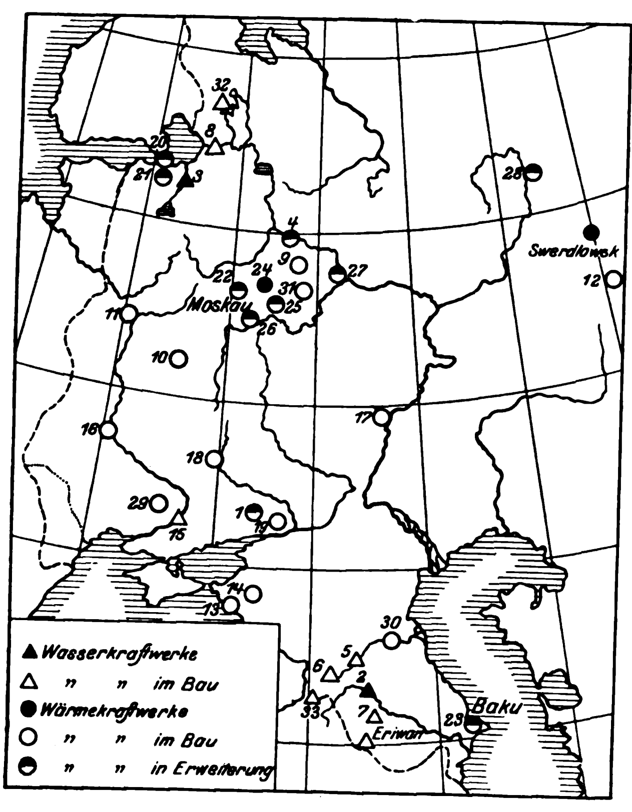


Abb. 21. Die Kraftwerke der UdSSR.

dieses Wirtschaftsjahres auf 1,69 Mill. kW gestiegen. Bei den Überlandzentralen betrug der Zuwachs 250 000 kW, während er sich in den Vorjahren wie folgt entwickelt hatte:

Jahre	1922	1923	1924	1925	1926
kW	10 000	12 000	16 000	62 000	146 000

Drei neue Überlandzentralen sind in Betrieb genommen worden: Schterowka (1 der Abb.) SAGES (2) und Wolchow (3). Letztere wurde am 19. XII. 1926 eröffnet; ihr Arbeiten hat trotz anfangs häufiger Störungen infolge von Kurzschluß im Leningrader 35 kV-Kabelnetz i. a. den Erwartungen entsprochen. Bis Ende September hat sie 132 Mill. kWh geliefert. Außer den in der ETZ 1927, S. 770, schon erwähnten Kraftwerken kamen 1926/27 noch die Zentrale Ljapinskaja (4) mit 5000 kW in der Nähe von Jaroslawl und einige andere kleinere Kraftwerke in Betrieb.

Die Erzeugung elektrischer Arbeit ist laut vorläufigen Angaben des Glawelektro auf 4,1 Milliarden kWh bzw. 28,2 kWh/Einwohner gestiegen. Das ergibt eine Zunahme von 26 %. Diese war mit 27 % bei den öffentlichen Werken größer als bei denen der Fabriken usw. (24 %). Seit 1913 ist die Produktion ersterer um 200 % gewachsen, und zwar in den einzelnen Jahren um:

Jahre	1913	1920	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27
Mill. kWh	630	400	900	1132	1435	etwa 1900

Das abgelaufene Wirtschaftsjahr zeichnet sich durch die Inangriffnahme zahlreicher Neubauten aus. Auf Grund einer Verordnung des Rates für Arbeit und Verteidigung (STO) vom 6. V. 1927 sind 10 neue Kraftwerke errichtet worden, darunter die vier Wasserkraftwerke: Gisel-Don (5) am Fluß gleichen Namens mit 346 m Gefälle; Rion (6) bei Kutais in Transkaukasien (21 000 kW), welches in Verbindung mit dem SAGES die projektierte elektrische Bahn zwischen Wladikawkas und Tiflis versorgen soll; das Dsoragetwerk (7) und das Kraftwerk am Swir (8). Ferner sind drei Torfkraftwerke zu nennen: in Iwanowo-Wosnessensk (9) mit 44 000 kW, bei Brjansk (10) mit 22 000 kW und das Ossinowsche Kraftwerk bei Orscha in Weißrußland (11) mit 22 000 kW. Dazu kommen ein Kohlenkraftwerk bei Tscheljabinsk (12) für 44 000 kW und die beiden Naphthakraftwerke Nowo-rossijsk (13) für 22 000 kW und Krassnodar (14) für 11 000 kW. Am 7. XI. 1927 wurde der Grundstein des Dnjeprostroj (15) gelegt, das im ersten Ausbau 105 000 kW, später 220 000 kW ergeben soll. Seit 1926 befinden sich die vier Überlandzentralen: Kiew (16), Saratow (17), Charkow (18) und Schachty (19) im Bau. Gleichzeitig werden die bestehenden Überlandwerke und die großen städtischen Zentralen in Leningrad, Moskau und Baku erweitert (20/23, 24 Elektroperedatscha, 25 Schatura, 26 Kaschira, 27 Balachna, 28 Kiselowskaja; im Bau befindlich rd. 400 000 kW). Auch lokale und kommunale Kraftwerke mit einer Gesamtleistungsfähigkeit von ungefähr 75 000 kW werden in verschiedenen Orten der Union geschaffen. Außerdem sind z. Z. etwa 600 000 kW industrielle Kraftwerke im Bau begriffen, darunter 270 000 kW an kombinierten Anlagen, die den Abdampf im Produktionsprozeß ausnutzen sollen. Die größten industriellen Kraftwerke liegen in Kriwoj Rog (29) für 30 000 kW, in Grosny (30) für 22 000 kW, in Wladimir (31) für 15 000 kW, in Kondostroj (32) für 5000 kW und Adjaris-Zchali bei Batum (33) für 5500 kW. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die neuen industriellen Kraftwerke öfters nicht nur für ihre eigenen Bedürfnisse, sondern auch für die der öffentlichen Netze berechnet sind. Augenblicklich ist die Leistungsfähigkeit der im Bau befindlichen Kraftwerke ungefähr ebenso groß wie die der bereits im Betrieb stehenden. N. Dehn.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 173, 703, 770, 1294, 1497, 1747.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Einladung

zur Fachsitzung für Elektromaschinenbau (EVM) am Dienstag, dem 31. Januar 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Hörsal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Oberingenieurs v. Zelerski über: „Parallellauf von Transformatoren."

Inhaltsangabe:

Allgemeine Parallellaufbedingungen und Vorschläge, die RET-Vorschriften derart zu ändern, daß ein einwandfreier Parallellauf gesichert wird, ohne die Lieferbedingungen erheblich zu erschweren.

Fachausschuß für Elektromaschinenbau.

Der Vorsitzende:

Dr. Kloß.

Bekanntmachung.

Armband gefunden.

An unserem „Geselligen Abend" am 13. I. 1928 ist im Marmorsaal des Zoologischen Gartens

ein Glieder-Armband

aufgefunden worden. Abzuholen in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Straße 118 a II.

Fachsitzung

für Installationstechnik (EVI) am 7. XII. 1926 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Direktor Dr. Koebke.

Nach Eröffnung der Sitzung hält Herr Oberingenieur Schoof einen Vortrag über:

„Die neuere Entwicklung des Installationsmaterials".

Er geht zunächst auf die Konstruktionspraxis der Maßeinschreibung ein und entwickelt ein neues System, das eine einwandfreie Festlegung des Schlußmaßes ermöglicht[1]. Hierauf folgt ein geschichtlicher Überblick über die Entwicklung der Installationstechnik der außereuropäischen Länder, der auch die betr. Verhältnisse der V. S. Amerika näher berücksichtigt, wobei besonders auf die andersartige Verwendung der Drehschalter und auf die besondere Konstruktion der Steckvorrichtungen (Flachstecker) hingewiesen wird. Ein vergleichender Überblick über das Vorschriftenwesen in den V. S. Amerika zu den durch den VDE geschaffenen Normen und Errichtungsvorschriften beschließt diese Abteilung.

Der Vortragende wendet sich dann der Konstruktion der geschlossenen Patronensicherungen zu und führt hierzu im wesentlichen folgendes aus: Die Grundgröße der Sicherung ist der Grenzstrom, das ist der „kleinste Abschmelzstrom". Der Nennstrom ist nur eine abgeleitete Größe. Das Verhältnis von Grenzstrom zu Nennstrom wird durch die Verbandsvorschriften festgelegt, und zwar durch den Minimalprüfstrom und den Maximalprüfstrom. Eine 100 A-Sicherung soll beispielsweise bei 130 A in 2 h nicht durchgehen, bei 160 A soll sie innerhalb dieser Zeit durchschmelzen. Bei Streifensicherungen für 100 A sind die entsprechenden Werte 160 und 180 A bei 1 h Prüfzeit. Welchen Einfluß hat das so verbandsmäßig geregelte Verhältnis zwischen Grenz- und Nennstrom? Im allgemeinen dienen die Sicherungen für den Leitungschutz. Daraus ergibt sich, daß der Grenzstrom gleichzeitig der höchste dauernd zulässige Strom für die geschützte Leitung ist. Je weiter der Nennstrom vom Grenzstrom abweicht, um so schlechter kann die Leitung ausgenutzt werden. Man darf aber mit dem Nennstrom nicht zu nahe an den Grenzstrom herangehen, weil dann eine zu starke Erwärmung in der Sicherung auftritt. Je näher also der Nennstrom am Grenzstrom liegt, um so günstiger ist die Leitungsausnutzung, um so größer aber auch die Erwärmung der Sicherung.

Die Erwärmung der Sicherung bei dauernder Belastung ist von großer Wichtigkeit, sie hat aber — nach Ansicht des Vortragenden — bisher in den Verbandsvorschriften noch nicht die Berücksichtigung gefunden, die sie verdient. Der Redner untersucht dann, welche Faktoren sonst noch die Erwärmung beeinflussen. Beim Grenzstrom wird die Schmelztemperatur des Schmelzmaterials gerade erreicht. Diese ist bei Silber etwa 950°. Setzt man eine geschlossene Sicherung dem Grenzstrom aus, wird die Wärme im Innern allmählich auf 950° ansteigen und nach außen hin in einem entsprechenden Gefälle abnehmen, wobei aber an den Außenteilen noch immer eine hohe Temperatur herrscht. Die Sandfüllung in der Nähe des Schmelzfadens ist hierbei auf Weißglut erhitzt. Würde man an Stelle von Silber einen Zinnfaden nehmen, so ergibt sich bei dem Grenzstromversuch nur eine Temperatur von 230°, auch außen wird die Sicherung entsprechend weniger warm werden. Die Erwärmung einer Sicherung ist um so geringer, je niedriger der Schmelzpunkt des Metallstreifens ist.

Die Erwärmung hängt ferner ab von der Art der Kühlwirkung. Während man bei oberflächlicher Betrachtung gewöhnlich annimmt, eine gute Kühlung müsse in günstigem Sinne einwirken, ist genau das Umgekehrte der Fall. Will jemand eine besonders gut gekühlte Patrone für 100 A ausprobieren, wählt er den Querschnitt im Verhältnis zu bereits vorhandenen Konstruktionen und macht einen Grenzstromversuch. Ordnungsmäßig sollte die Patrone bei etwa 140 A durchgehen. Dabei wird die Sicherung schon sehr heiß, aber die gute Kühlwirkung verhindert das Durchschmelzen. Die Stromstärke wird jetzt weiter und weiter gesteigert, die Kühlwirkung selbst nimmt mit steigender Erwärmung zu und schiebt damit das Schmelzen immer weiter hinaus. Nehmen wir an, daß dieses Durchschmelzen erst bei 280 A erfolgt. Dann würde die Sicherung nicht für 100 A, sondern für 200 A sein, mit einem Querschnitt, der ursprünglich für 100 A angenommen war. Je besser gekühlt eine Sicherung ist, um so geringer muß man den Querschnitt nehmen und um so größer ist der Wattverbrauch. Da aber der Querschnitt von der höchsten Kühlwirkung bei Grenzstrom abhängig ist, werden Kühlung und Wattverbrauch sich nicht etwa proportional verhalten, sondern es entsteht ein weit ungünstigeres Verhältnis. Die Erwärmung einer Sicherung ist um so höher, je größer die Kühlwirkung ist.

Eine geschlossene Patrone ist entgegen der landläufigen Ansicht eine sehr gut gekühlte Patrone, da Sand und Porzellan die Wärme vom Schmelzfaden schneller fortleiten als etwa die Luft bei Streifensicherungen. Sie werden bei großen Stromstärken leicht die Neigung haben, warm zu werden. Die Firma Voigt & Haeffner hat die guten Eigenschaften von Zinn und Silber in der Weise verbunden, daß bei ihren größeren Sicherungspatronen die Silberbänder auseinandergeschnitten und mit Zinn wieder zusammengelötet werden. Diese Patronen brauchen beim Grenzstromverbrauch nur auf etwa 230° erhitzt zu werden, da dann die Lötstelle aufgeht, d. h. die Patrone kann bei gleicher Belastung für einen geringen Wattverbrauch vorgesehen werden. Die Übergangswiderstände in den Sicherungen spielen für die Erwärmung eine geringe Rolle. Sämtliche Übergangswiderstände zusammengenommen machen einen geringen Bruchteil des Widerstandes der Patrone aus, vorausgesetzt, daß die Patrone ordnungsgemäß mit der Hand eingeschraubt ist, nicht etwa mit einem Werkzeug. Wenn dagegen die Patrone einen so hohen Wattverbrauch hat, daß sie sich selbst sehr stark erwärmt, so finden erhebliche Streckungen statt, die die Übergangswiderstände schließlich ungünstig beeinflussen.

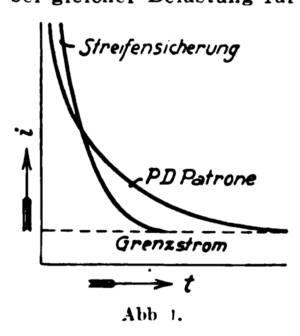


Abb 1.

Der Vortragende erörtert dann die Selektivitätsfrage. Dabei handelt es sich um offene Leitungsnetze, bei denen die Selektivität der Schmelzsicherungen im allgemeinen sehr gut ist, wenn sie von gleicher Konstruktion sind. Man kann dann soviel Sicherungen hintereinanderschalten, wie man will, 6, 10, 15 A usw. Stets wird bei einem Kurzschluß die kleinste Sicherung durchgehen. Das Bild ändert sich aber sofort, wenn man Sicherungen verschiedener Art nimmt; dann weichen die Stromzeitkurven gewöhnlich sehr stark voneinander ab. Eine geschlossene Sicherung ist in der Nähe des Grenzstromes viel träger als eine Streifensicherung, weil vor dem Durchschmelzen das ganze Füllmaterial erhitzt werden muß. Bei kurzschlußähnlichen Überlastungen spielt dagegen die Kühlung eine geringe Rolle. Es ist dann fast nur der kleinste Querschnitt an irgend einer Stelle des Streifens für die Abschmelzgeschwindigkeit maßgebend. Da die Streifensicherung einen größeren Querschnitt hat als die Patronensicherung, wird sie bei kurzschlußähnlichen Vorgängen träger sein als diese (Abb. 1). Wenn man eine Patronensicherung von 35 A mit einer Streifensicherung für 25 A hintereinanderschaltet, wird bei grenzstromähnlichen Überlastungen die Streifensicherung durchgehen, bei Kurzschluß dagegen wider Erwarten die Patronensicherung. Aber auch Sicherungen gleicher Art können durch verhältnismäßig einfache Mittel in ihren Stromzeitkurven wesentlich geändert werden. Der Vortragende zeigt zwei Silberbänder von gleichem Querschnitt. Das eine davon ist in der Mitte gelocht, das Loch hat etwa zwei Drittel der Gesamtbreite. Diese beiden Streifen werden hintereinandergeschaltet, wobei die Einrichtung so getroffen ist, daß die Kontaktklötze für den ungelochten Streifen etwas weiter auseinander sind (Abb. 2). Belastet man diese beiden Streifen mit langsam ansteigender Stromstärke (Grenzstromversuch), so wird nicht der gelochte Streifen, sondern der andere Streifen durchbrennen. Das erklärt sich daraus, daß bei dem gelochten Streifen die in der-

[1] W. Kühn, „Toleranzen".

Mitte entstehende Wärme besser nach den in der Nähe liegenden Kontaktklötzen abgeleitet werden kann. Bei einem Kurzschluß wird dagegen nur der gelochte Streifen durchschmelzen. Die Lochung verändert den Grenzstrom der Patrone nur in geringer Weise, hat aber einen erheblichen Einfluß auf die Abschaltgeschwindigkeit bei Kurzschluß. Es ist also möglich, durch die Lochung die Stromzeitkurven der Sicherungen zu beeinflussen. Die vier Streifen nach Abb. 3 haben aus den angeführten Gründen alle ungefähr den gleichen Grenzstrom. Bei jeder stärkeren Überlastung wird aber stets der Streifen mit dem größten Loch zuerst durchschmelzen.

Der Vortragende verbreitet sich dann über Kleinautomaten. Durch gute Kleinautomaten werde die Sicherheit der Anlagen erheblich erhöht, weil damit der Anreiz zum Flicken der Sicherungen gänzlich wegfalle. Für den Verbraucher bedeuten sie eine große Annehmlichkeit, da er in den meisten Fällen seine Anlage nach einer Überlastung sofort wieder betriebsbereit machen könne. Die unangenehmen Einzelsicherungen in den Steckdosen usw. werden durch die Automaten überflüssig. Große Bedeutung für den Verbrauch an Elektrizität haben heute die beweglichen Stromverbraucher. Aber diese, seien es Bügeleisen, Kochtöpfe oder Staubsauger, bieten am meisten Veranlassung zu Kurzschlüssen in der Zuleitungschnur. Ist dann eine neue Sicherung einzusetzen, wird die Freude der Hausfrau an den Stromverbrauchern sehr herabgesetzt, diese werden vielleicht ganz außer Dienst gestellt.

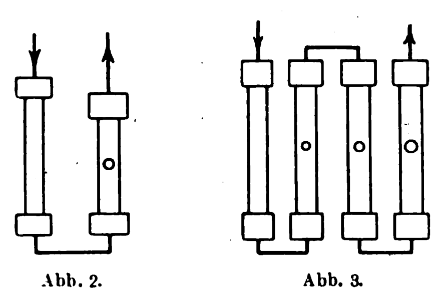


Abb. 2. Abb. 3.

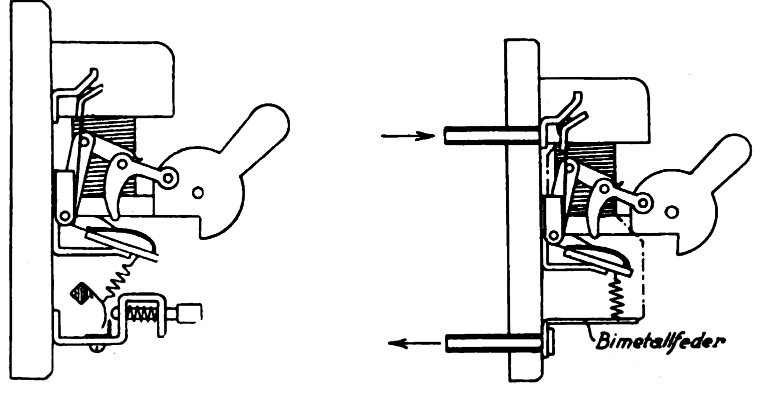


Abb. 5. Motorschutzschalter ohne Verzögerung.

Abb. 6. Motorschutzschalter mit Verzögerung.

Auch noch in weiterer Hinsicht kann nach Ansicht des Vortragenden die Sicherheit der Anlagen durch Anwendung von Kleinautomaten gefördert werden. Ein badischer Installateur namens Huber sei auf den Gedanken gekommen, besonders gefährdete Räume wie Heuböden usw. dadurch zu schützen, daß er in die Zuleitung einen ganz fein eingestellten Automaten einschalte. Für Heuböden wähle er zum Beispiel eine Einstellung von 0,7 A, was für den Lichtbedarf vollkommen ausreicht. Bei dieser geringen Stromstärke seien Brände unwahrscheinlich, denn jede Unregelmäßigkeit in der Isolation — da die Ursache für Brände immer an solchen Stellen liege — werde sofort den Überstrom herbeiführen, der den Automaten ansprechen läßt. Redner hält es für zweckmäßig, daß sich die landwirtschaftlichen Verbände und Berufsgenossenschaften dieser Sache annehmen. Dieselbe Einrichtung schütze nicht nur gegen Feuersgefahr, sondern auch gegen Berührungsgefahr. Wenn man beispielsweise einen Kuhstall in derselben Weise sichere, werde jeder kleine Erdschluß, der die gefährliche Spannung auf neutrale Metallteile überträgt, sofort auch die Auslösung herbeiführen. Es ist immer zu bedenken, daß die Sicherheit der Erdung im wesentlichen von zwei Faktoren abhängig sei, einmal von einem möglichst geringen Widerstande der Erdleitung und des Erders, dann aber auch in gleichem Maße von dem frühzeitigen Ansprechen der vorgeschalteten Sicherung. Der Vortragende hat hierbei Kleinautomaten im Auge, die ohne irgendwelche Verzögerung arbeiten. Diese seien für den gewöhnlichen Hausgebrauch am zweckmäßigsten. Wenn es sich aber darum handele, Hochkerzenlampen einzuschalten, sei der Einschaltstrom manchmal so groß, daß Kleinautomaten mit Verzögerung gewählt werden müssen. Bei Motoren lägen die Dinge ebenso. Eine große Rolle spiele heute der kleine Drehstrommotor mit Kurzschlußanker. Werde ein solcher Motor ohne Anlasser unmittelbar eingeschaltet, nehme er im ersten Augenblick den 6 ÷ 8fachen Strom auf. Mit steigender Drehgeschwindigkeit gehe die Stromaufnahme erst langsam, dann schnell zurück (Abb. 4). Die Anlaufzeit betrage bei Leeranlauf 0,3÷0,6 s. Den größeren Einfluß auf die Zeitdauer übe die Art der Belastung aus. Eine reine Bremsbelastung habe hierbei eine so geringe Wirkung, daß man sie fast vernachlässigen kann. Anders sei es, wenn größere Trägheitsmassen in Beschleunigung gesetzt werden müssen. Ein Beispiel sei die Zentrifuge, bei der es bekanntlich Minuten dauere, bis sie auf volle Drehzahl kommt. Zwischen beiden Extremen — Leeranlauf und Zentrifugenanlauf — gebe es alle möglichen Variationen. In der großen Mehrzahl aller Fälle werde nur eine geringe Beschleunigungsarbeit zu leisten sein, so daß der Anlauf in 0,5÷1 s beendigt sei.

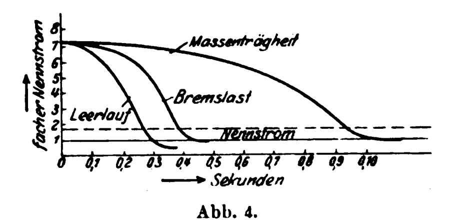


Abb. 4.

Bei einem Motor für Gleich- oder Einphasenstrom sind, wie Redner ausführt, geringe Überlastungen verhältnismäßig selten, sie werden dann auch gewöhnlich bald bemerkt oder gehen von selbst zurück, so daß sie keinen Schaden anrichten. Hierbei spiele die Sicherung gegen geringe Dauerüberlastung bei weitem nicht die Rolle wie der Schutz gegen Kurzschluß. Anders beim Drehstrommotor. Werde durch einen Zufall eine der drei Leitungen an irgend einer Stelle unterbrochen, so laufe der Motor mit fast derselben Drehzahl als Einphasenmotor weiter. Nur die Stromstärke steige auf etwa den doppelten Betrag an. Die äußeren Anzeichen bei diesem Vorfall seien so gering, daß sie meistens gar nicht bemerkt werden. Je nach dem Belastungszustand des Motors sei jetzt eine Dauerüberlastung vom ein- bis zweifachen Nennstrom geschaffen. Schmelzsicherungen könnten dagegen keinen Schutz bilden. Außerdem bildeten die Schmelzsicherungen selbst die häufigste Ursache des Einphasenlaufes, weil sie bei jedem Anlaßvorgang überlastet werden, so daß über kurz oder lang eine der drei Sicherungen im normalen Betrieb durchschmelzen müsse. Hier habe der Kleinautomat geholfen. Die erste Forderung, die man an einen solchen kleinen Motorschutzschalter stellen müsse, sei allpolige Abschaltung. Dann komme die Frage, ob Auslösung mit oder ohne Verzögerung. Einen Schalter ohne Verzögerung zeigt Abb. 5. Der Anlaufstoß wird durch Drücken auf den Knopf überwunden. Läßt man den Knopf los, so ist der Schalter so eingestellt, daß er bei geringer Überlastung auslöst. Kommen im Betrieb einmal Überlastungen vor, so würde der Schalter abschalten, auch wenn es sich nur um kurzzeitige Stöße handelt. In den meisten Fällen kommen solche kurzzeitigen Überlastungen nicht vor, es sei denn, daß irgendwo bei der Bedienung der Maschine ein Fehler gemacht wird. Liege aber ein solcher Fehler vor, sei es erwünscht, sofort ohne Verzögerung abzuschalten. Für den allgemeinen Werkstattbetrieb seien diese unverzögerten Automaten die besten Motorschutzschalter. Werde dagegen der Motor von der Ferne aus eingeschaltet oder irgendwie mechanisch gesteuert, wie zum Beispiel bei Pumpen, oder handele es sich um Motoren, die betriebsmäßig kurzzeitige Überlastungen aushalten müssen, so müsse der Motorschutzschalter eine Verzögerungseinrichtung haben, die am besten aus irgend einem thermischen Element bestehe. Eine solche Einrichtung zeigt die Abb. 6. Hier übernimmt eine Bimetallfeder die Funktion des Druckknopfes. Sie hält zunächst die

Ankerfeder straff gespannt und gibt bei zunehmender Erwärmung langsam nach, so daß schließlich die Auslösung eintritt.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Installationsmaterial.

Der **neue Entwurf** der

„Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928"

ist in der Form, die er durch die Beratungen der Gesamtkommission erhalten hat, nunmehr in Druck gelegt und kann als Sonderdruck von der Geschäftstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin W 57, Potsdamer Str. 68, kostenfrei bezogen werden.

Die neue Fassung der Vorschriften selbst wird nach Annahme durch die Jahresversammlung in der ETZ veröffentlicht werden. Der vorliegende Entwurf wird nicht in der ETZ abgedruckt.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. April 1928 an die Geschäftstelle des VDE erbeten.

Bekanntmachung.

Betrifft: Sonderheft Fachbericht Kiel.

Wir machen auf die Beilage in Heft 1 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Sonderheftes der Fachberichte Kiel enthält. Bestellungen erbitten wir umgehend, da die Auflagehöhe beschränkt ist. Der Versand erfolgt sofort. Verbandsmitglieder erhalten bedeutende Preisermäßigung.

Grubensicherheit.

Zeitschrift für die Aufklärung über die Unfallgefahren des Bergbaues und ihre Bekämpfung.

Das Grubensicherheitsamt im Preußischen Ministerium für Handel und Gewerbe, das die oberste Aufsichtsbehörde für den preußischen Bergbau ist, gibt im Reichsverlag Hermann Kalkoff, Berlin W 30, Speyerer Straße 15/16, eine Zeitschrift heraus, die den Namen „Grubensicherheit, Zeitschrift für die Aufklärung über die Unfallgefahren des Bergbaues und ihre Bekämpfung" trägt.

Wir empfehlen diese Zeitschrift der gefl. Beachtung unserer Mitglieder, besonders der Herren, die beruflich mit bergbaulichen Fragen zu tun haben.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Dresdner Elektrotechn. Verein. 26. I. 1928, abds. 7½h, gr. Hörsaal des El. Inst. d. T. H., Helmholtzstr. 9. Vortrag Obering. Frensdorff, „Bahnstromlieferung aus Landesversorgungsnetzen und Periodenumformung".

Deutsche Elektrotechnische Gesellschaft zu Danzig. 31. I. 1928, abds. 8h, Elektrot. Inst. d. T. H.: Vortrag Obering. Bodemann, „Anthygron-Leitungsmaterial".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 31. I. 1928, abds. 8h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dr.-Ing. W. Reiche, „Die stufenlose Spannungsregelung in Hochspannungsnetzen durch den Schubtransformator".

Röntgen-Vereinigung zu Berlin. 26. I. 1928, abds. 8h, kl. Saal des Langenbeck-Virchow-Hauses, Luisenstr. 58/59: Vorträge Barth, „Vorteile und Nachteile in der Röntgenstereoskopie"; Cramer, „Demonstration zur funktionellen Oesophaguspathologie, speziell idiopathischen Dilatation"; Leeser u. Heinrich, „Experimenteller Beitrag zum sog. pyelovenösen Rückfluß"; Leeser, „Über Gewebsveränderungen nach Salvarsan- und Wismutinjektionen im Röntgenbild".

Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft (ATL), Berlin. a) 30. I. 1928, nachm. 2½h, gr. Saal d. Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: Jahrestagung mit folg. Vorträgen: Dir. Petri, „Zeitfragen der ländl. Stromversorgung"; Obering. Riefstahl, „Der Stand der Anwendung der Elektrizität im landw. Außenbetrieb"; Frau Rittergutsbes. Conrad-Augusthof, „Die Elektrizität als Helferin der Landfrau"; Dr. Riede u. Prof. Koernecke, „Elektrizität und Pflanzenwachstum"; Vorführung des Films „Großkraftwerk Klingenberg". b) 31. I. 1928: Besichtigung der Braunkohlengrube und des Großkraftwerks Finkenherd der Märk. Elektrizitätswerk A. G. bei Frankfurt a. O.

Reichskohlenrat, Berlin. 2. II. 1928, vorm. 10h, Ingenieurhaus: Öffentliche Vollversamml. d. Kohlenbergbauausschusses mit folg. Vorträgen: Dipl.-Ing. z. Nedden, „Werkstoffragen im Kohlenbergbau"; Dr.-Ing. Pütz, „Betriebsberatungsbüros in Bergbauunternehmungen"; Dr.-Ing. Röhlen, „Bandförderung unter Tage".

Dt. Gesellschaft für techn. Physik, Berlin. 3. II. 1928: Winterfest. a) 6—8h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: Physikal. Demonstrationen. H. Gerdien, „Einige Anwendungen der therm. Ausdehnung"; H. Gerdien, „Ein neues Spiegelmetall"; H. Th. Meyer, „Struktur der K-Bandkante des Broms"; F. Weidert, „Einige optische Projektionsversuche"; H. Sell, „Zur Akustik der Schwerhörigkeit"; G. v. Salis, „Der Mönchsgipfel, ein Standort für wissenschaftl. Forschungen". b) 8h, Abendessen im Landwehr-Kasino, Charlottenburg, Jebensstr. 2; anschl. Tanz.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der ein- und mehrphasige Wechselstrom. Einführung in das Studium der Transformatoren und Wechselstrommaschinen. Von Prof. Dr. R. Wotruba. Mit 97 Textabb. und 86 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin 1927. Preis geh. 4 RM.

Das vorliegende Buch will Schüler technischer Mittelschulen und angehende Hochschüler in das Gebiet des Wechselstroms und seiner Anwendungen bei Transformatoren und Wechselstrommaschinen einführen. Dieses Ziel ist nur teilweise erreicht worden. In dem Wunsche, anschaulich zu werden, läßt der Verfasser vor allem in den beiden ersten mehr theoretischen Kapiteln, die die grundlegenden Begriffe behandeln, die notwendige Schärfe der Darstellung weitgehend vermissen. Gewohnte Analogien, wie beispielsweise die symbolische Vorstellung der von Kraftlinien geschnittenen Drähte bei der Behandlung der Induktion, erfahren eine so schiefe Behandlung, daß sie zum Widerspruch geradezu herausfordern (S. 4). Ein entstehendes Gleichstromfeld kann man nicht mit einer Wasserwelle vergleichen, hierbei von einer magnetischen Welle reden heißt zum mindesten dem Begriff „Welle" eine andere Bedeutung zuschreiben als er in der sonstigen Elektrizitätslehre einnimmt. Bücher für junge Studierende sind kein Tummelplatz für Autorenfreiheiten, sondern Einführungen in die Welt der Gebrauchsbegriffe in deren üblich gewordener Bedeutung, wobei es weniger auf die Fülle neuer Begriffe als auf deren scharfe und unzweideutige Umgrenzung ankommt, die dem Studierenden erlaubt, diese als gesicherten Baugrund zu benutzen. Im Gegensatz dazu scheint der Verfasser auf eine Vielzahl neuer Worte Wert zu legen, ohne daß er es für notwendig hielt, diese mit konkreten Vorstellungen zu füllen. Ein Musterbeispiel dieser Darstellungsweise, die jede definierende Einführung und deduktive Entwicklung der sehr zahlreichen neu auftretenden Worte verschmäht, ist die S. 15 gegebene Behandlung des Kondensators. Es dürfte kaum einem Studierenden möglich sein, ohne gründliches Studium anderer Lehrbücher zu erfahren, was in diesem Abschnitt eigentlich alles ausgesagt ist. Ausgerechnet bei der Behandlung des Kondensators spielt der Verfasser auf die Beziehung rot $\mathfrak{H} = \mathfrak{G}$ an und läßt dort „Friktionswirbel rollen" und „sausen". Ihr Zusammenhang mit der Ladung wird nicht genügend klar; der an dieser Stelle sehr instruktiv zu verwendende Gaußsche Satz fehlt — wie übrigens auch die Grundgleichungen — dafür völlig. Die Behauptung über die Sinusform von U, J und Φ (S. 42/43) ist unrichtig. Ist Eisen im Feld, so kann der zeitliche Verlauf von Strom, Fluß und angelegter Spannung nicht zu-



gleich sinusförmig sein. S. 42 unten wird Fluß und Feld verwechselt.

Abgesehen von der den mehr theoretischen Teil behandelnden ersten Hälfte des Buches kann die Lektüre des Buches empfohlen werden (Kap. IV, V u. VI). Der Verfasser behandelt hier in übersichtlicher Weise und knapper Form die bei Wechselstromuntersuchungen notwendigen Meßverfahren, die Verhältnisse bei Dreiphasenstrom sowie die dort üblichen Schaltungen und ihre Eigenarten. Eine kurze Beschreibung des Drehstrommotors schließt diesen Teil, der durch seinen durchsichtigen Aufbau und instruktive Ableitung der unbedingt notwendigen Formeln für die erste Hälfte ein teilweises Äquivalent bietet. Die an manchen Stellen eingestreuten Beispielrechnungen machen den Leser mit den neuen Begriffen vertraut. Kurz.

Lehrbuch der technischen Physik. Für fortgeschrittene Studenten und Ingenieure. Unter Mitwirkung zahlr. Fachgelehrter herausgegeb. von Prof. Dr. Georg Gehlhoff. 2. Bd.: Optik/Elektrik. Mit 761 Textabb., XX u. 1145 S. in 8⁰. Verlag v. Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1926. Preis geh. 45 RM, geb. 48 RM.

Der Herausgeber des Lehrbuches der technischen Physik ist in dem zweiten Bande mit einem umfangreichen Beitrag vertreten und läßt daher deutlich erkennen, welches Ziel er verfolgt. Dieser Beitrag entspricht in der Tat dem, was man über die Lichttechnik in einem Lehrbuch der technischen Physik erwartet. Der Verfasser kennt eben die Bedürfnisse der Praxis und weiß in der Literatur die akademische Physik von der technischen Physik zu trennen. Abgesehen von den physikalischen Grundlagen der Lichterzeugung behandelt er die photometrischen Einheiten und die photometrischen Methoden und Apparate, die Lichtquellen in ihren strahlungs- und lichttechnischen Eigenschaften, ferner die Beleuchtung von Räumen, Straßen und Plätzen, Leuchtgeräte, Scheinwerfer, Blinkgeräte, Leuchtfeuer und Projektionsapparate. Wenn es ihm glückt, das ganze Lehrbuch so zu gestalten, wie es ihm mit seinem eigenen Beitrage geglückt ist, so wird die physikalische Literatur zweifellos eine wesentliche Bereicherung erfahren.

Aber der Herausgeber sieht sich einer Aufgabe gegenüber, deren Bewältigung mit Schwierigkeiten ganz anderer Art verküpft ist, als er selber gedacht haben mag. Die Schwierigkeiten liegen in den Mitarbeitern und nicht zuletzt an der, um es kurz zu sagen, unamerikanischen Einstellung der Geschäftsleitung unserer großen technischen Firmen. Physiker — und wären es die besten —, die die Bedürfnisse der Fabrik oder wenigstens des Fabriklaboratoriums nicht aus eigener Erfahrung kennen, sind keine geeigneten Mitarbeiter für ein Lehrbuch der technischen Physik; denn technische Physik ist etwas anderes als physikalische Technik, wie sie den Anforderungen des Universitätsinstitutes entspricht. Trotzdem sind auch in dem vorliegenden Bande außerordentlich anerkennenswerte Leistungen enthalten, wenn sie auch noch allzu viel von akademischer Physik enthalten im Verhältnis zu dem, was sie über technische Physik bringen. Die einzelnen Abschnitte behandeln:

Die geometrische Optik und die optischen Instrumente, von H. Erfle †.
Interferenz, Beugung, Polarisation, Doppelbrechung, von Hans Schulz.
Technische Spektralanalyse, von E. Gehrcke.
Physiologische Optik, von Hans Schulz.
Lichttechnik, von Georg Gehlhoff.
Elektrostatik, Hochspannung, Isolation, von W. O. Schumann.
Induktivität, von W. O. Schumann.
Magnetismus, von Robert Jaeger.
Elektrische Einheiten, von Robert Jaeger.
Elektrische Meßgeräte, von Georg Keinath.
Fernsprech- und Telegraphentechnik, von Ulfilas Meyer.
Elektrische Maschinen, von W. O. Schumann.
Überspannungen, Schalter, Anlagen, von W. O. Schumann.
Radiotelegraphie und -telephonie, von Eugen Nesper.
Gasentladungen, von G. Gehlhoff und R. Seeliger.
Hochvakuum, von Friedrich Berger.
Röntgentechnik, von O. Berg und K. W. Hausser.

Dem Ziel am nächsten kommen, abgesehen selbstverständlich von den mitten in der Praxis stehenden Mitarbeitern, wie Keinath, Ulfilas Meyer, Berg, Hausser, die Mitglieder der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, abgesehen von Herrn Gehrcke, über dessen Beitrag noch einiges zu sagen sein wird. Aber ganz den Ansprüchen, die man an ein Lehrbuch der technischen Physik stellen muß, können doch eben nur Physiker genügen, die mit der Praxis verwurzelt sind, und hier erhebt sich eine andere Schwierigkeit: die Einstellung der Geschäftsleitung der deutschen technischen Firmen gegenüber der publizistischen Tätigkeit ihrer Angestellten. Ganz im Gegensatz zu dem in den V. S. Amerika geltenden Herkommen wird die publizistische Tätigkeit der Angestellten nur sehr ungern gesehen und die Erlaubnis dazu daher nur zu oft verweigert. (Eine rühmliche Ausnahme machen hier natürlich die wissenschaftlichen Veröffentlichungen des Siemens-Konzerns, aber sie dienen doch einer andern Aufgabe als sie einem Lehrbuch der technischen Physik zu stellen ist.) Und doch läge es im unmittelbaren Interesse der Großindustrie, selber die Brücke zwischen der Fabrik und den akademisch arbeitenden Physikern zu schlagen, denn aus diesen, und nur aus diesen kann sich der für die Fabrik brauchbare Nachwuchs herstellen. Daß es sich bei dieser Belehrung nicht um Preisgabe von Fabrikgeheimnissen und dergleichen handeln kann, bedarf keines Wortes. Aber es ist nicht einzusehen, warum nicht von der Technik aus eine Belehrung über all das erfolgen soll, was der neu Eintretende schon am ersten Tage wissen sollte, und was er jetzt erst durch seine Berührung mit der Praxis erlernt.

Es gäbe einen Weg, zu einem vollendeten Lehrbuch der technischen Physik zu kommen: wenn es von denjenigen Zentren der Großindustrie ausginge, die die wissenschaftliche Arbeit von jeher als eine Selbstverständlichkeit angesehen haben und die über einen Stab von Mitarbeitern verfügen, aus denen sie ohne Schwierigkeit eine Kommission zur Bearbeitung eines Lehrbuches der technischen Physik schaffen könnten. Es bedarf keines großen Nachdenkens, um hier die Namen Siemens und Zeiß an erster, wenn nicht an einziger Stelle zu nennen. Ein solches Lehrbuch würde denjenigen, die in die Praxis gehen wollen, von unschätzbarem Nutzen sein, von dem allergrößten aber vielleicht der Großindustrie selber. Und wenn diese Firmen eine solche Publikation nicht von sich aus ausgehen lassen wollen, so sollten sie doch den Herausgeber eines Lehrbuches der technischen Physik in jeder nur denkbaren Weise unterstützen und die von ihnen zur Mitarbeit bestimmten Angestellten dazu anhalten, die dem Herausgeber gegenüber übernommenen Verpflichtungen auch zu erfüllen. Wie schwer es der Herausgeber des vorliegenden Buches mit den Mitarbeitern gehabt hat, das ersieht man aus seinem Vorwort, und nur, wer selbst in der Lage gewesen ist, die eigene Arbeit durch säumige und unzuverlässige Mitarbeiter in Frage gestellt zu sehen, kann zwischen den Zeilen lesen, mit welchen Schwierigkeiten der Herausgeber zu kämpfen gehabt hat. Ein ganz besonderes Wort verdient in dieser Beziehung der Beitrag von Herrn Gehrcke über die technische Spektroskopie. Es ist nicht ganz verständlich, warum der Herausgeber diesen Beitrag veröffentlicht hat, es sei denn, daß er hätte zeigen wollen, mit welchen Unzulänglichkeiten er zu kämpfen gehabt hat. Daß Herr Gehrcke einen sehr guten Beitrag hätte schreiben können, wenn er gewollt hätte, wird niemand bezweifeln, der von seinen Arbeiten weiß, aber dieser Beitrag gleicht einem Schulaufsatz, den man viele Wochen „aufgehabt" hat und den man am Tage vor dem Ablieferungstermin eiligst zusammenschreibt.

Mit den bisherigen Mitarbeitern ist es dem Herausgeber bereits auf das beste gelungen, einen großen Fortschritt auf dem Wege zum Lehrbuch der technischen Physik zu machen; hoffentlich ist es ihm für seine große Mühe vergönnt, das Ziel endgültig zu erreichen.

Arn. Berliner.

Anleitung zur Durchführung von Versuchen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Dampfturbinen u. Verbrennungskraftmaschinen. Zugl. Hilfsb. f. d. Unterr. in Maschinenlaborat. tech. Lehranst. Von Dipl.-Ing. F. Seufert. 8., verb. Aufl. Mit 55 Textabb., VI u. 161 S. in 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 3,60 RM.

Das Buch zeichnet sich aus durch klare und einfache Darstellung. Es werden jedoch nur die einfachsten Messungen, die vorkommen können, beschrieben. Insbesondere die in den letzten Jahren neu entwickelten Versuchsverfahren werden nicht genügend berücksichtigt, und das umfangreiche und wichtige Gebiet der Dampfturbine wird auf 4½ Seiten abgetan, während sich der Abschnitt über Kolbendampfmaschinen, welcher 56 Seiten umfaßt, durch größere Vollkommenheit auszeichnet. Die Messungen an Gegendruck-, Entnahme- und Zweidruckmaschinen, bei denen Meßdüsen, Stauränder usw. verwendet werden, fehlen jedoch vollständig. Auch die elektrischen Meßver-



fahren zur Bestimmung der Leistung einer Kraftmaschine, die der Wärme-Ingenieur wenigstens zur Kontrolle kennen muß, werden nicht beschrieben, sondern nur erwähnt. Es wäre zu wünschen, daß bei einer Neuauflage mehr auf die Fortschritte in den Meßverfahren Rücksicht genommen wird. In der vorliegenden Fassung reicht das Buch für den Wärme-Ingenieur einer neuzeitlichen Kraftzentrale oder Maschinenfabrik nicht mehr aus. Zinzen.

Berechnung und Ausschaltung von Saisonschwankungen. Merkblatt II/III der Frankf. Ges. f. Konjunkturforsch. Von Dr. E. Altschul. Mit zahlr. Taf. u. 36 S. in 8°. Verlag von G. Braun, Karlsruhe 1927. Preis geh. 1,80 RM.

Ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel für wirtschaftliche Betriebsführung bietet bekanntlich die zuverlässige Ermittlung der Bewegungen, denen, infolge der dauernden Schwankungen des Wirtschaftslebens, die Betriebe in bezug auf Absatzmöglichkeiten usw. in ständigem Wechsel unterworfen sind. Von den verschiedenen Komponenten, aus denen sich diese Bewegungen, einander teils verstärkend, teils ausgleichend, zusammensetzen, behandelt die vorliegende Schrift die den Gang eines Betriebes besonders beanspruchenden Saisonschwankungen: sie schildert die verschiedenen Methoden zur exakten Berechnung und Ausschaltung der Saisonschwankungen, wie sie, an Stelle unzuverlässiger gefühlsmäßiger Schätzungen, namentlich von der amerikanischen Praxis entwickelt worden sind.

Daß die Wege zur Ermittlung des Trends bei der Methode der arithmetischen Mittelwerte und bei Berechnung der sogenannten Kettenwerte zur Ausschaltung des Trends bei der Methode der Gliedziffern (Personssche Methode) dem Techniker reichlich umständlich und wuistig wiedergegeben erscheinen, muß nachgesehen werden, da die Schrift auch dem mathematisch nicht geschulten Leser verständlich bleiben will. Wenn schon das besonders instruktive Zahlenmaterial der Stromabgabe eines städtischen Elektrizitätswerkes zur praktischen Erläuterung der einzelnen Methoden verwendet worden ist, wäre es m. E. zweckmäßig gewesen, Bedeutung und Größe des Trends noch näher zu erläutern, etwa durch Hinweis auf die in der praktischen Auswertung der Betriebsergebnisse von Elektrizitätswerken z. Z. allgemein üblichen Methoden, wie z. B. Umrechnung der Ursprungswerte gelieferter elektrischer Arbeit auf eine bestimmte Leistungseinheit (z. B. 1000 kW) des Licht-Anschlußwertes, der sich daraus ergebenden Benutzungsstundenzahlen, Vergleich mit dem sich verändernden Anschlußwert usw. Im übrigen ist dem klar und überzeugend geschriebenen Buch als wertvoller Beitrag zu den Hilfsmitteln wirksamer Betriebsrationalisierung weiteste Verbreitung zu wünschen. H. Schulze.

Die seltenen Erden vom Standpunkte des Atombaues. Von Prof. Dr. G. v. Hevesy. (Struktur der Materie in Einzeldarstellungen. Bd. 5 Herausg. v. M. Born u. J. Franck.) Mit 15 Abb., VIII u. 140 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 9 RM, geb. 10,20 RM.

Die einzigartige Sonderstellung der seltenen Erden unter den chemischen Grundstoffen wird von der Atomphysik dadurch erklärt, daß bei ihnen die von Element zu Element mit wachsender Ordnungszahl und Kernladung der Atome neu hinzukommenden Elektronen nicht in der äußersten Schale, sondern tief im Innern des Atoms angelagert werden. G. von Hevesy hat es unternommen, eine Monographie auf dieser modernen Grundlage zu schreiben, ein Versuch, der ihm im seltenen Maße geglückt ist. Nach einer Darstellung der Sonderstellung der seltenen Erden, in der in Verbindung mit der Atomtheorie die charakteristischen Kennzeichen und Unterschiede dieser Gruppen dargestellt werden, wird weiter das chemische Verhalten eingehend und an der Hand eines außerordentlich reichen Materials besprochen. Es folgen Abschnitte über den analytischen Nachweis und die Trennung der seltenen Erden. In einem weiteren Kapitel werden noch einmal die Ionen der Elemente besonders besprochen sowie im nächsten das Vorkommen und die Häufigkeit dieser Grundstoffe auf der Erde. Ein nicht minder interessanter Abschnitt über die Geschichte der Entdeckung der seltenen Erden schließt das Werk ab. An dieser Schrift kann man fast zum erstenmal wirklich erfassen, was die Atomphysik für die Chemie leisten könnte, wenn nicht diese Monographie eben eine einzelne Erscheinung wäre. In steigendem Maße wird in den nächsten Jahren die Verbindung von Atomphysik und Chemie enger zu knüpfen sein. Für alle diejenigen aber, die in Wissenschaft oder Technik speziell mit den seltenen Erden arbeiten, ist vorläufig gesorgt. Für sie hat v. Hevesy diese wichtige Aufgabe erfüllt, und wir sind überzeugt, daß auch die Vertreter der angewandten Wissenschaften für ihre Arbeit erhebliche und wesentliche Anregungen durch diese Schrift erhalten werden. Besonders angenehm wird jeder Leser die reizvolle und zwanglose Einführung in die Grundlagen der Bohrschen Atomtheorie empfinden.

R. Samuel.

Warenzeichenrecht. Kommentar von Dr. A. Hagens. Gewerbe- u. Industrie-Kommentar (GJK) unter besonderer Berücksichtigung der Rechtsprechung des Reichsgerichts. Herausgegeben von Dr. E. h. H. Koenige. Bd. 3. Mit VIII u. 408 S. in 8°. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1927. Preis geh. 22 RM, geb. 24 RM.

Der Verfasser, der lange Jahre dem die Warenzeichenprozesse behandelnden Senat des Reichsgerichts angehört hat und als hervorragender Kenner des gewerblichen Rechtsschutzes gilt, hat einen Kommentar geschaffen, der sich durch größte Vollständigkeit, klare Darstellung und besondere Übersichtlichkeit auszeichnet. Hagens beschränkt sich nicht auf die Wiedergabe der Literatur und Rechtsprechung, sondern nimmt zu zahlreichen Fragen, auch zu RG.-Entscheidungen, kritisch mit immer interessanten Gründen Stellung. Weiterhin sind als sehr erwünschte Neuerungen die sehr übersichtliche drucktechnische Anordnung der zahlreichen Entscheidungen sowie ein außer dem üblichen Sachregister noch vorhandenes Register wichtiger Rechtsfälle zu erwähnen, das es dem Benutzer möglich macht, eine Entscheidung leicht zu finden, wenn er sich nur des streitigen Warenzeichens erinnert. Die in Frage kommenden internationalen Verträge sind in Deutsch und Französisch zum Abdruck gebracht und in Grundzügen auch erörtert. Bei der geschilderten Eigenart des Werkes wird es sicher seinen Abnehmerkreis finden, trotzdem in den letzten zwei Jahren nicht weniger als vier andere Kommentare des Warenzeichengesetzes erschienen sind. Dipl.-Ing. H. Herzfeld I.

Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. Von Dipl.-Ing. E. Preger. 7., gänzl. neubearb. Aufl. Mit 677 Textabb., XII u. 572 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1927. Preis geh. 11,40 RM, geb. 12,60 RM.

Die Tatsache, daß vom obigen Buch schon jetzt wieder eine 7., überarbeitete und erweiterte Auflage erscheinen konnte, spricht zugunsten des Buches und des Verfassers. Getreu seinem Vorwort zeigt derselbe Arbeitsweisen neuzeitlich eingerichteter Maschinenfabriken, Werkzeuge, Vorrichtungen sowie Werkzeugmaschinen. Sehr angenehm sind die häufigen Hinweise auf das jeweilige Schrifttum. Die Arbeiten des Arbeitsausschusses für Stückzeitvermittlung (Refa), des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung (A. W. F.) und des Normenausschusses (D. I. N.) sind nach dem heutigen Stande bestens verarbeitet. Man kann das Buch bestens empfehlen, doch sollten bei weiterer Neuauflage einige Anregungen Beachtung finden, z. B. S. 68! Hinterdrehte oder hinterschliffene Gewindebohrer sind bei Grundlöchern nur mit besonderer Vorsicht zu verwenden, da sonst beim Zurückschneiden durch Zwischenklemmen der Späne Werkzeugbruch und unsauberes Gewinde die Folge sind. Der schräg hinterdrehte Fräser (Abb. 178) wird nach dem Schleifen breiter und muß daher zusammengerückt werden statt auseinander. In die Schnittwerkzeuge (Abb. 247, 248) gehören längs der Zwischenlage stets zwei Paßstifte, einer genügt nicht. Die Festspannung des Unterteils von vereinigtem Schnitt- und Ziehwerkzeug (Abb. 250) ist reichlich danebengelungen: Holz-Unterlagen, Mutter und Gegenmutter auf der Spannschraube und dann auf schräg abfallender Kante des Schnittringes gespannt! In Borvorrichtung (Abb. 329) geht eine Vierkantschraube zur Befestigung noch an, jedoch widerspricht die Verwendung einer Schlitzschraube zum Anziehen eines Vorreibers den Grundsätzen des Vorrichtungsbaues. Die Abb. 148, Aufstecksenker, gehört ebensowenig unter Schleifscheiben, wie die Katalogbilder ohne Beschreibung, S. 187 bis 190, überhaupt in dieses Buch. Aus dem Text seien von mehreren Druckfehlern zwei störende erwähnt: Zerspanung statt Zerspannung im Vorwort, Schnellschnittstahl statt Schnellschweißstahl S. 118.

Das Buch gibt Konstrukteuren und Werkstattsbeamten viele Anregungen und wird bestimmt, wie bisher, Studierenden und anderen als Nachschlagewerk eine willkommene Unterstützung und Belehrung bieten.

Perls.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Bedeutung der Rationalisierung für das deutsche Wirtschaftsleben. — Unter diesem Gesamttitel hat die Industrie- und Handelskammer zu Berlin in Gemeinschaft mit der Gesellschaft von Freunden der Handels-Hochschule während der letzten Monate des abgelaufenen Jahres einen Vortragszyklus veranstaltet, innerhalb dessen der Vorsitzende des Direktoriums der SSW, Dr.-Ing. E. h. C. Koettgen über „Das laufende Band" sprach. Bei dieser örtlich fortschreitenden, zeitlich bestimmten lückenlosen Folge von Arbeitsgängen geht der eigentlichen Fertigung eine ganze Reihe von Vorbereitungsarbeiten voraus: Stellung der Aufgabe, Entwurf des Gegenstandes und der Ausführung, Ausführung der Spezialwerkzeuge, Hilfsvorrichtungen, Spezialarbeitsmaschinen und Transportvorrichtungen. Erst dann folgt die Ausführung des Gegenstandes selbst, die in ihrem Ablauf wiederum von Arbeiten für zeitliche, geldliche und Qualitätskontrolle durchzogen ist. Diese unproduktiven, z. T. recht kostspieligen Arbeiten verlohnen sich nach Ansicht des Vortragenden nur dann, wenn sie für Mengenherstellung gleichartiger Gegenstände aufgewandt werden und so am Anfang einer lange unverändert weiter geführten Produktion stehen. Die verschiedenen Formen der fließenden Fertigung, die an sich ja nichts Neues bedeutet, von der Kopplung gleichartiger Maschinen bis zu der durch sinnreiche Transportvorrichtungen in einen geschlossenen Werdegang zusammengezogenen Produktion vielteiliger Gegenstände wurden an der Hand von Lichtbildern erläutert. Dr. Koettgen betonte hierbei erneut die grundlegende Bedeutung der Mengen, und daß bei uns in einem gewissen Gegensatz zu Amerika der geringere Umfang dieser die fließende Fertigung auch der Herstellung nicht unbedingt gleichartiger Gegenstände und niedrigerer Stückzahlen dienstbar gemacht habe. Es sei nicht zutreffend, daß die fließende Fertigung die Arbeit als solche erschwere, benutze doch gerade sie weitestgehend Maschinen, die zu dem ausgesprochenen Zweck der Erleichterung oder des Ersatzes menschlicher Arbeit erdacht seien. Man müsse vor allem zwischen fließender Arbeit, bei der das Tempo durch einen antreibenden Motor dem Arbeiter aufgezwungen werde, und den Fällen unterscheiden, in denen die Arbeitnehmer selbst freiwillig das Tempo bestimmen. Nur im ersten Fall könnte eine Überanstrengung der Person eintreten; er sei aber bei weitem der seltenere. Für den Betriebsleiter bringt die Vorbereitung der fließenden Fertigung zunächst eine Fülle verantwortungsvoller Mehrarbeit, doch kontrolliert sich die Produktion, einmal ins Laufen gebracht, gewissermaßen von selbst, weil Stockungen oder Unregelmäßigkeiten an einer Stelle sofort überallhin wirken. Die möglichen Ersparnisse liegen in kürzeren Bearbeitungszeiten, dem Fortfall von Zwischenlägern, einer schnelleren Durchlaufszeit und damit in der Verringerung des Betriebskapitals. Die Allgemeinheit erhofft von der fließenden Fertigung eine schnelle allgemeine Senkung der Preise, vergißt dabei aber, daß diese Arbeitsweise bei uns nur für Teilgebiete anwendbar ist, auf denen Mengen in Frage kommen. Ein Allheilmittel für die gesamte Wirtschaft kann sie nach Lage der deutschen Verhältnisse nicht sein.

Die „Rationalisierung des Maschinenbaus" behandelte Direktor K. Lange vom VDMA. Die Maschinenindustrie wird dadurch, daß sie der übrigen Wirtschaft die zu deren eigenen Rationalisierung nötigen Produktionsmittel liefert, zum Träger der Rationalisierung der Wirtschaft überhaupt. Was an einer solchen in der Weltwirtschaft noch zu leisten ist, zeigte der Vortragende am Maschinenverbrauch je Kopf der Bevölkerung, der 1925 in den V. S. Amerika rd. 99, in Großbritannien 43, in Deutschland 36, in Süd- und Mittelamerika 7, in Rußland 4 und in China 0,2 RM betrug. Die Möglichkeit und der Anreiz zur Rationalisierung ist selbstverständlich in den einzelnen Ländern verschieden und bestimmt sich, abgesehen von der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung eines Landes, besonders durch die Lohnhöhe und die Kapitalkosten. Die organisatorische Rationalisierung erstreckt sich auf die Frage der Typisierung, Spezialisierung und damit auf die des Zusammenschlusses verschiedener Fabriken oder Verständigungen über das Fabrikationsprogramm. Statistisch ist hierfür nur erfaßbar der Zusammenschluß durch Fusionen und Interessengemeinschaften in den Jahren 1925 und 1926, von dem 11 bis 12 % der Maschinenindustrie, gemessen an der Gesamtbelegschaft, erfaßt wurden. Auch in jüngster Zeit hat die Zusammenschlußbewegung noch Fortschritte gemacht, besonders in der Kältemaschinen- und Aufbereitungsmaschinenindustrie. Die innerbetriebliche Organisation kann sich in der Maschinenindustrie keineswegs nur auf die Frage der Fertigungsart erstrecken. Für etwa ein Drittel der Erzeugnisse kommt ein Übergang von der Einzelfertigung zur Reihen- oder gar zur Fließfertigung gar nicht in Frage, weil die Anpassung an den individuellen Bedarf nötig ist. Diese erweist sich oft gerade dann als erforderlich, wenn die Maschinenindustrie anderen Industriezweigen Fließfertigungsanlagen bauen soll. Außerdem ist eine Reihen- oder gar Fließfertigung nur möglich bei einem entsprechend großen Absatzgebiet, das künstlich vergrößert werden kann einmal durch Zusammenschluß mehrerer Betriebe und deren Spezialisierung auf ein bestimmtes Erzeugnis, ferner durch Maßnahmen handelspolitischer und anderer Art zur Steigerung des Exports, endlich durch Typung, d. h. Normalisierung mancher Maschinen, deren Möglichkeit aber mit Rücksicht auf die konstruktive Weiterentwicklung im Maschinenbau beschränkt ist. Die volkswirtschaftliche Auswirkung der Rationalisierung der Maschinenindustrie selbst ergibt sich daraus, daß nach den amtlichen Ermittlungen und Veröffentlichungen des Statistischen Reichsamtes die Durchschnittspreise für Maschinen gegenüber der Steigerung des Großhandelsindex um etwa 4 % zurückgeblieben sind, während gleichzeitig die preismäßigen Selbstkosten, wie Löhne, Steuern, Materialpreise usw., von Januar 1926 bis Oktober 1927 um 10 % zugenommen haben. Sie zeigt sich weiterhin in einer Gesamtsteigerung des Versandes je Kopf des Maschinen bauenden Arbeiters in dem Zeitraum von Anfang 1925 bis zum dritten Vierteljahr 1927. Für die Möglichkeit weiterer Rationalisierung sowohl der Maschinenindustrie selbst als auch innerhalb der übrigen Wirtschaft ist wesentlich entscheidend eine Erleichterung der Kapitalbildung und der Kapitalinvestition in Deutschland, also sowohl ein die Kapitalbildung mehr als bisher begünstigendes Steuersystem wie eine möglichste Niedrighaltung des Zinsfußes für Leihkapital. Sie ist daher mitbedingt von der Verwirklichung der jetzt von allen Seiten geforderten durchgreifenden Verwaltungsreform und weiterhin von der Geld- und Kreditpolitik der Reichsbank.

Gegenstand eines von dem Vorstandsmitglied der AEG, Prof. Dr. Petersen, gehaltenen Vortrages war die „Rationalisierung der Wärmewirtschaft", u. zw. der in den letzten Jahrzehnten bei der Erzeugung elektrischer Arbeit in Kraftwerken erreichte wärmetechnische Fortschritt. Während im Jahr 1914 noch mindestens 6000 WE oder etwas weniger als 1 kg Kohle verbraucht wurden, um eine Kilowattstunde zu produzieren, arbeiten die neuesten Kraftwerke mit weniger als 4000 WE, also beinahe mit 0,5 kg Kohle. Bei einer Energieabgabe von 100 Mill. kWh im Jahr betragen die Ersparnisse bereits 30 000 bis 40 000 t oder 0,6 bis 0,8 Mill. RM, wenn man einen Kohlenpreis von 20 RM/t zugrundelegt. Dabei bedeuten 100 Mill. kWh unter den heutigen Verhältnissen nur eine bescheidene Erzeugung; in Deutschland haben bereits mehrere Lieferungskonzerne 1 Milliarde kWh jährlich überschritten. Diese Rationalisierung ist in erster Linie durch Erhöhung der Temperaturen und Spannungen des Dampfes erreicht worden sowie durch die Vorwärmung des Speisewassers mittels Abdampf, der den Zwischenstufen der Maschinen entnommen wird. Rationalisierend hat weiterhin der Übergang zur Kohlenstaubfeuerung gewirkt, die auch minderwertige Kohlensorten mit gutem Wirkungsgrad zu verbrennen und die Mechanisierung des Betriebes bis zur größten Vollkommenheit durchzuführen gestattet. An weiteren Möglichkeiten zur Rationalisierung der Wärmewirtschaft kommen in Frage: Die Zwischendampfüberhitzung an den Turbinen und die Verwendung der in dem Abdampf der Turbinen enthaltenen großen Wärmemengen, die heute nutzlos im Kühlwasser verloren gehen, zu Heizungszwecken. Ferner ist die Verschwelung der Kohle zu erwähnen, bei der Teer und eine Reihe anderer wertvoller Stoffe als Nebenprodukte gewonnen werden; die Erträgnisse hieraus erreichen in manchen Fällen den Kaufpreis der Rohkohle, so daß der anfallende Schwelkoks, der sich ohne weiteres für die Energieerzeugung verwenden läßt, dem Kraftwerk kostenlos zur Verfügung gestellt werden kann. Anlagen mit solchen Neuerungen sind bereits vereinzelt ausgeführt worden. Man darf annehmen, daß diese Mittel künftig auch in Großkraftwerken Anwendung finden und damit die Rationalisierung der Wärmewirtschaft noch weitere bedeutende Erfolge erzielen wird.

Abschluß des Heftes: 21. Januar 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

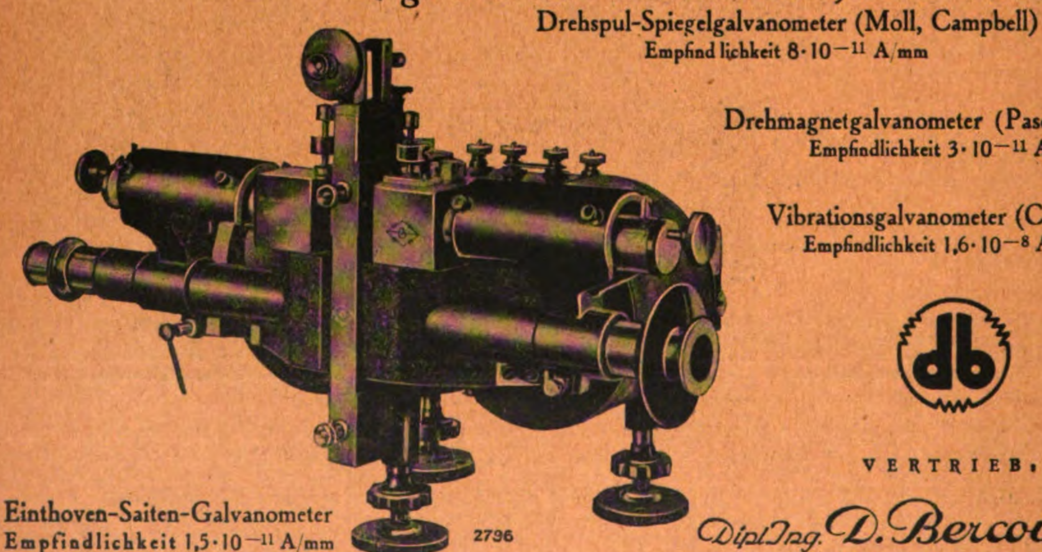


ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 2. FEBRUAR 1928
1—196)


TEFAG
TELEPHONE SIND DIE LEBENSNERVEN ALLER UNTERNEHMEN
AUTOMATISCHE TELEFONZENTRALEN
TELEPHONFABRIK BERLINER
BERLIN-STEGLITZ ◆ AKTIENGESELLSCHAFT ◆ SIEMENSSTR. 27


2796


db

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 2. Februar 1928 | Heft 5

Tagung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Bellagio vom 4. bis 13. September 1927.

Übersicht. Die Beschlüsse der Internationalen Elektrotechnischen Kommission in Bellagio 1927 werden in eingehenden Berichten seitens der Vertreter des Deutschen Kommittees der IEC mitgeteilt.

Über die Ergebnisse der Tagung der IEC in Bellagio 1927, an der Vertreter von 20 Nationen mit 201 Vertretern teilnahmen, ist bereits in der ETZ 1927 S. 1495 ein vorläufiger Bericht erschienen.

Im folgenden werden die Kommissions-Sonderberichte über die von der Vollversammlung der IEC genehmigten Arbeiten veröffentlicht:

1. Benennungen (Nomenclatur).

Vorsitzender: Dr. Mailloux, U. S. A.

Auf der Tagesordnung standen folgende Gegenstände:

1. Vorschläge des italienischen Kommittees, die praktische Einheit des magnetischen Induktionsflusses zu bestimmen.
2. Vorschlag des australischen Kommittees, den Namen Kelvin für die Einheit Kilowattstunde anzunehmen.
3. Bericht des Unterausschusses über das Wörterbuch.

1. Herr Mailloux machte eine wichtige Mitteilung. Schon vor 1900 hatten die Amerikaner die Notwendigkeit erkannt, für den magnetischen Kreis ähnliche Einheiten zu verwenden, wie für den elektrischen Stromkreis, und sie schlugen vor, die praktische Einheit des magnetischen Flusses Maxwell und die der Dichte des magnetischen Flusses Gauß zu nennen. Sie schlugen dies auch auf dem Internationalen Elektrikerkongreß im Jahre 1900 in Paris vor. Zwar lehnte der hierfür eingesetzte Unterausschuß diese Namengebung ab; aber die Vollversammlung entschied im entgegengesetzten Sinne, und zwar so, daß die beiden Namen den Einheiten des CGS-Systems gegeben wurden. Bei der Übersetzung des amerikanischen Vorschlags ins Französische hatte man nicht die richtigen Worte „induction magnétique", sondern irrtümlich „champ magnétique" gewählt; infolgedessen wurde in Europa Gauß als Name der Einheit der Feldstärke gewählt, während man in Amerika stets unter Gauß die Einheit der magnetischen Induktion verstanden hat und noch jetzt versteht. Herr Janet sprach sich für Beibehaltung des Gauß in dem eben genannten Sinne aus und wünschte einen anderen Namen (z. B. Mascart) für die Einheit der magnetischen Feldstärke, was Herr Lombardi als unnötig ablehnte.

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes wurde beschlossen, die Angelegenheit einem Unterausschuß zu übergeben, der wie folgt zusammengesetzt wurde: Vorsitz Herr Kennelly, Mitglieder die Herren Eccles, Janet, Lombardi, Mitkievitch, Strecker, Van de Well.

2. Der australische Vorschlag wurde als ungeeignet abgelehnt; er war schon einige Jahre früher in England gemacht worden, hatte aber keinen Erfolg. Man wünschte den Namen Kelvin der Einheit einer völlig anderen Art zu geben.

3. Das geplante Wörterbuch soll eine (zunächst auf rd. 1000 beschränkt) Zahl elektrotechnischer Fachausdrücke nebst deren Begriffsbestimmungen enthalten. Es wird zunächst in einer Sprache, z. B. englisch, hergestellt und dann in andere Sprachen übersetzt. Jeder Ausdruck wird mit einer Zahl bezeichnet, die für alle Sprachen dieselbe ist, und es sollen die Begriffsbestimmungen der Wörter in allen Sprachen gleich sein, so daß eine eindeutige Verständigung möglich wird. Ein englisches Wörterbuch dieser Art liegt schon vor, auch ein holländisches. Zunächst will man sich über die Numerierung einigen. Der deutsche Vorschlag, zur Numerierung die in Aussicht stehende Änderung der Brüsseler Dezimalklassifikation zu benutzen, wurde abgelehnt; das Brüsseler System eigne sich nicht für den in Aussicht genommenen Zweck. Unter den gemachten Vorschlägen stimmt die Mehrheit dem französischen zu, den man als Zentesimalsystem bezeichnen kann. Es wurden 100 Gruppen zu 100 Abschnitten (sections) gebildet, von denen aber nur eine Mindestzahl schon jetzt benutzt wird. In jedem Abschnitt will man wieder 1000 Wörter (termes) aufnehmen können, so daß also ein Wort als Nummer eine siebenstellige Zahl bekommt. Die Möglichkeit besteht also, 10 Millionen Wörter aufzunehmen. Zunächst wird man nur die Gruppen und Abschnitte besetzen, deren Nummern durch fünf teilbar sind.

Es wurden zunächst folgende Gruppen aufgestellt:

1. Grundlegende und allgemeine Begriffsbestimmungen.
2. Maschinen und Transformatoren.
3. Schalttafeln, Apparate für Parallelschaltung und Reglung.
4. Meßapparate.
5. Stromerzeugung, -leitung und -verteilung.
6. Material und Zubehör der Installation.
7. Zugförderung.
8. Andere elektromechanische Anwendungen.
9. Anwendungen auf dem Gebiete der Wärme.
10. Beleuchtung.
11. Elektrochemie.
12. Telegraphie und Telephonie.
13. Funkwesen.
14. Radiologie.
15. Elektrobiologie.
16. Verschiedene Anwendungen.

Hier sind schon weniger als 20 Gruppen, wie es der Plan war, gebildet worden, und man hat Platz für weitere 84 gelassen; dies scheint fast zu viel Vorsicht. Die 16. Gruppe soll auf den Platz Nr. 95, also ganz ans Ende der Reihe gesetzt werden. — Für die Gruppen 1 bis 6, 8, 9 und 10 wurden schon Abschnitte gebildet und benannt, doch dürfte dies noch nicht genügend wichtig zur Mitteilung sein; die Gruppen 7 und 11 bis 16 wurden den nationalen Kommittees zur Bearbeitung gegeben. In allen Gruppen sollten folgende Abschnitte gebildet werden: 85 allgemeine Ausdrücke, 65 charakteristische Ausdrücke, 75 Bauelemente, 85 Betriebsbedingungen, 95 Verschiedenes. — Als Ausgangspunkt für die Wahl der aufzunehmenden Wörter soll die Liste von 700 Ausdrücken gewählt werden, die im Jahre 1925 bei der Sitzung des Unterausschusses im Haag festgesetzt wurden.

Berichter: Prof. Dr. Strecker.

2. Bewertung elektrischer Maschinen (Rating of Electrical Machinery).

Vorsitzender Prof. Feldmann, Niederlande.

I. Revision und Ergänzung der Publikation 34.

(Bewertungsregeln für elektrische Maschinen.)

Zur Beratung stand der Entwurf eines Unterausschusses, der auftragsgemäß die bisherigen Regeln und die im Haag und in New York angenommenen Regeln für Großmaschinen in eine einheitliche Form zusammengefaßt hatte.



Hierbei ist der Stoff wesentlich übersichtlicher als bisher angeordnet worden.

Im einzelnen ist folgendes zu berichten:

Unserem Antrage entsprechend wurde beschlossen und durch die Vollversammlung bestätigt, daß die Einführung einer Überlast-Bewertung für die IEC abgelehnt wird.

Unsere Anregung, eine Aussetzleistung als dritte normale IEC-Bewertung einzuführen, wird den nationalen Kommittees zur Erwägung unterbreitet werden. Es wurde aber grundsätzlich der Anregung zugestimmt und dementsprechend ein neuer vorläufiger Paragraph in Publikation 34 eingefügt:

„Die Frage des aussetzenden Betriebs wird von der IEC später behandelt werden."

Es wird Aufgabe des Deutschen Kommittees sein, hierfür einen formulierten Vorschlag einzureichen.

Zur Frage des Schildes (Rating Plate) wurde als Vorschrift folgendes angenommen:

„Die Bewertung einer Maschine nach einer Landesregel soll die Bezeichnung dieser Landesregel enthalten. In allen Fällen, wo die IEC-Bewertung verlangt wird, oder für wünschenswert gehalten wird, soll das Schild sowohl die Landes- als auch die IEC-Bewertung angeben, falls diese voneinander abweichen."

Im Zusammenhang hiermit wurde ein italienischer Vorschlag angenommen, daß die verschiedenen Landesregeln im Zentralbüro in London gesammelt und außerdem in je einem Abdruck an die nationalen Kommittees gesandt werden sollen. Außerdem soll eine Liste der Abkürzungen der für die einzelnen Länder geltenden Regeln in London aufgestellt und den nationalen Kommittees mitgeteilt werden (also für uns z. B. die Bezeichnungen R.E.M., R.E.T., R.E.B. usw.).

Maschinen:

Lange Erörterungen knüpften sich an die Erwärmungstabellen I und II sowohl im Arbeitsausschuß wie auch in mehreren Sitzungen des erweiterten Unterausschusses. Tabelle I gibt die in der bisherigen Publikation 34 enthaltenen Grenzerwärmungen in übersichtlicherer Anordnung an. Sie bezieht sich auf kleinere und mittlere Maschinen. Tabelle II gibt die im Haag und in New York beschlossenen Werte für Großmaschinen einschließlich unmittelbar gekuppelter Erregermaschinen an.

Es wurde zunächst beschlossen, daß Tabelle II nicht auch für Erregermaschinen gelten solle, sondern nur für Großmaschinen mit einer spezifischen Leistung von mehr als 2,5 kW bzw. 2,5 kVA je Umdr. und für Maschinen mit mehr als 7000 V Spannung. Einigkeit bestand darüber, daß für diese Maschinen die Grenzerwärmungen für Wechselstromwicklungen und für Feldwicklungen die im allgemeinen um 5 °C erhöhten Werte haben sollten, wie es in New York ausdrücklich beschlossen worden war. Dagegen ergaben sich Meinungsverschiedenheiten über die Rechtmäßigkeit der vom Unterausschuß in der Tabelle II eingesetzten Werte für Feldwicklungen mit niedrigem Widerstand, für einlagige Feldspulen, für isolierte Kurzschlußwicklungen sowie für Wicklungen mit Kommutator. Da diese Frage nicht endgültig geklärt werden konnte, wird sie den nationalen Kommittees mit einer Begründung der Auffassung des Unterausschusses nochmals zur Äußerung und Entscheidung unter der Sechsmonatsregel vorgelegt werden.

Für Kommutatoren und Schleifringe hatte der Unterausschuß die bisher geltenden Grenzerwärmungen von 50 °C auf 60 °C erhöht und dafür den früheren § 26, der solche Erhöhungen zuließ, gestrichen. Hiergegen wurde zunächst vom Nordamerikanischen Kommittee Einspruch erhoben. Dieser wurde aber nach Beendigung der offiziellen Sitzungen schriftlich zurückgezogen.

Bezüglich der Isolierfestigkeit wurde die von Frankreich beantragte Herabsetzung des Minimums von 2000 V auf 1500 V für Maschinen mit mehr als 3 kW oder 3 kVA Leistung sowie für Feldwicklungen von Synchrongeneratoren, -motoren und Einanker-Umformern angenommen. Dagegen wurde abgelehnt, dieses Minimum für Maschinen mit weniger als 50 V Spannung nicht gelten zu lassen.

Ein vom Deutschen Kommittee gemachter und vom Schweizer und Schwedischen Kommittee unterstützter Vorschlag, die Verschiedenheit in den Prüfspannungen für Maschinen unter und über 10 000 kVA zu beseitigen und die in New York für die Großmaschinen angenommenen höheren Prüfspannungen auch für die kleineren Maschinen gelten zu lassen (wie in den R.E.M.), wurde abgelehnt.

Hiernach gelten als Prüfspannungen:

für Maschinen über 3 kW oder 3 kVA . .	$2E + 1000$
für Maschinen von 10 000 kVA oder mehr	
bei Nennspannung bis 2000 V	$2E + 1000$
von 2000 ÷ 6000 V .	$2{,}5\,E$
über 6000 V . . .	$2E + 3000$.

Für die Feldwicklungen von Synchronmotoren wurden die vom Deutschen Kommittee entsprechend den R.E.M.-Werten beantragten Prüfspannungen angenommen mit dem Hinzufügen einer Höchstgrenze von 8000 V bei Anlauf von der Drehstromseite aus mit offener Erregerwicklung.

Die Frage der Prüfspannung für einpolig geerdete Einphasenwicklungen sowie für zweiphasige Wicklungen soll den nationalen Kommittees zur Äußerung vorgelegt werden.

Ebenso soll der französische Antrag, für Schleifringanker von Asynchronmotoren unter 5 kW nur $500 + 2E$ statt $1000 + 2E$ als Prüfspannung anzunehmen, den nationalen Kommittees nochmals unterbreitet werden, da nur wenig Antworten eingegangen sind.

Die nationalen Kommittees sollen weiter folgende Fragen studieren:

1. Isolationsprüfung gegen Erde und zwischen vollständigen Wicklungen (Wicklungsprobe).
2. Beziehung zwischen Prüfspannung gegen Erde und Betriebspannung gegen Erde.
3. Prüfung mit induzierter Spannung gegen Erde.
4. Prüfung der Isolation zwischen Windungen (Sprungwellenprobe).
5. Prüfung von Durchführungen und Isolatoren.

Zur Überlastungsprüfung (Mechanical Tests) wurde eine österreichische Anregung, Maschinen für konstanten Strom von der Überlastungsprobe ausdrücklich auszunehmen, sowie eine italienische Anregung, einen besonderen Abschnitt für synchronisierte Asynchronmotoren und kompensierte Motoren einzufügen, abgelehnt, da die IEC-Regeln nur für normale Maschinen bestimmt sind.

Transformatoren: Die Frage der Erwärmung von Öltransformatoren mit Luft- oder Wasserkühlung wurde ausführlich erörtert. Die bisherigen IEC-Werte sind:

Grenzerwärmung für	Wicklung	Öl
luftgekühlte Öltransformatoren .	55° C	50° C
wassergekühlte Öltransformatoren	60° C	55° C

Vom Deutschen Kommittee war beantragt worden, diese Werte zu erhöhen auf . . .

65° C	55° C
70° C	60° C

mit der Begründung, daß einmal die bisherigen IEC-Werte unnötig niedrig angesetzt seien, und daß außerdem der Unterschied von nur 5 °C zwischen Wicklung und Öl zu gering sei. Es wurde von uns ferner darauf hingewiesen, daß die vorgeschlagenen Werte immer noch unterhalb der in den R.E.T. auf Grund langjähriger guter Erfahrungen als zulässig angegebenen Werte liegen.

Das Schweizer Kommittee schloß sich unserem Antrag an, Nordamerika und Schweden lehnten die Annahme des deutschen Antrages ab.

Schließlich wurde als vorläufige Regelung ein von Frankreich und der Tschechoslowakei gestellter Antrag mit folgenden Werten

Grenzerwärmung für	Wicklung	Öl
luftgekühlte Öltransformatoren . .	60° C	50° C
wassergekühlte Öltransformatoren .	65° C	55° C

angenommen unter dem Vorbehalt, daß die nationalen Kommittees von Nordamerika und Japan nachträglich schriftlich ihre Zustimmung geben.

Die Frage der Definition für den Ölkonservator wird fallen gelassen, da sie sich erübrigt, weil nach den Vorschlägen in den Erwärmungen kein Unterschied für Transformatoren mit oder ohne Ölkonservator gemacht werden soll.

Die endgültige Fassung der Publikation 34 soll durch ein Redaktionskommittee festgestellt werden, dem angehören sollen je ein Vertreter von Deutschland, England, Frankreich und Vereinigten Staaten von Nord-Amerika sowie Professor Feldmann als Vorsitzender. Die Vor-



schriften für Bahnmotoren, die von einem besonderen Ausschuß (Nr. 9) bearbeitet wurden, sollen in die neue Publikation 34 mit aufgenommen werden.

II. Toleranzen.

Nordamerika und Schweden stimmen jetzt der Auffassung von Toleranzen grundsätzlich zu unter der Voraussetzung, daß bei Abgabe von Angeboten jeweils ausdrücklich angegeben wird, ob Toleranzen vorgesehen sind oder nicht. Die von der IEC aufgestellte Tabelle der Toleranzen soll eine Vorbemerkung erhalten, des Inhalts, daß es nicht beabsichtigt ist, daß für alle in der Tabelle aufgeführten Größen stets Garantien gegeben werden sollen, daß vielmehr die angegebenen Toleranzen nur gelten, wenn Garantien gegeben werden.

Man einigte sich zunächst auf folgende Liste von Toleranzwerten, die den nationalen Kommittees zur Annahme empfohlen werden sollen:

Maschinen:

1. Verluste: $^1/_{10}$ Wirkungsgrad: $\frac{1-\eta}{10}$

2. Leistungsfaktor:

a) Für $\cos\varphi$ wird die Formel $\frac{1-\cos\varphi}{6}$ mit Mindestwert von 0,02 und Höchstwert von 0,1 angenommen.

b) Als Toleranz für Blindleistung (reactive power) wird 12 % angenommen.

3. Drehzahl von Gleichstrom-Nebenschlußmotoren:

für Motoren von $^2/_3$ bis 2,5 $\frac{kW}{1000\,Umdr/min}$ .... ± 10 %

über 2,5 bis 10 $\frac{kW}{1000\,Umdr/min}$ .... ± 7,5 %

über 10 $\frac{kW}{1000\,Umdr/min}$ .... ± 5 %

4. Drehzahl von Gleichstrom-Reihenschlußmotoren: für dieselben Leistungsstufen: 15 % bzw. 10 % bzw. 7,5 %.

5. Schlupf: $^1/_5$ vom Schlupf.

6. Spannungsänderung von Gleichstrom-Nebenschlußmaschinen: 20 %.

7. Desgl. von Doppelschlußmaschinen: 20 % mit mindestens ± 2 % der Nennspannung.

8. Anlaufstrom von Asynchronmotoren mit Kurzschlußläufer mit besonderem Anlaßgerät: 20 %.

9a. Stoßkurzschlußstrom: Da die Vorschriften verschiedener Länder den Stoßkurzschlußstrom verschieden definieren, so wurde zunächst als Definition folgendes festgelegt:

„Der dem Besteller anzugebende Wert soll der größtmögliche Scheitelwert des plötzlichen Kurzschlußstromes sein. Dieser Wert soll als „asymmetrischer Stoßkurzschlußstrom" bezeichnet werden (maximum instantaneous asymmetrical short circuit current). Dieser ist doppelt so groß wie der größte Scheitelwert des symmetrischen Kurzschlußstromes. Der asymmetrische Stoßkurzschlußstrom kann ausgedrückt werden als Nennstrom multipliziert mit dem $2\sqrt{2}$-fachen Verhältnis des symmetrischen Kurzschlußstromes zum Nennstrom."

Toleranz: 30 % der definierten Größe (das Deutsche Kommittee hält diesen Toleranzwert für unnötig groß).

9b. Dauerkurzschlußstrom bei anzugebender Erregung Toleranz 15 %.

Transformatoren:

10. Übersetzungsverhältnis: Der kleinste der beiden Werte: 0,5 % des Übersetzungsverhältnisses oder $^1/_{10}$ der wirklichen Kurzschlußspannung.

11. Kurzschlußspannung: 10 % für Transformatoren ohne Anzapfung. Bei Transformatoren mit Anzapfungen gilt der Toleranzwert von 10 % für die ganze Wicklung. Dieser vom Deutschen Kommittee mit Unterstützung von Schweiz und England gestellte Antrag wurde angenommen mit dem Vorbehalt, daß Frankreich nachträglich seine Zustimmung erteilt.

Allgemeines:

Ferner sollen die nationalen Kommittees Vorschläge machen für Toleranzen für folgende Größen:

12. Drehzahländerung von Gleichstrom-Nebenschluß-Motoren (infolge Erwärmung).

13. Kippmoment von Asynchronmotoren.

14. Anlaufmoment von Asynchronmotoren.

15. Leerlaufstrom von Transformatoren.

16. Leerlaufverlust von Transformatoren.

17. Wicklungsverluste von Transformatoren (Bemerkung zu 16. und 17.: Die Mehrheit der Vertreter war für 10 % für die Leerlaufverluste, nur Frankreich hielt das für zu niedrig. Für die Wicklungsverluste erscheint eine Toleranz von 15 % allseitig als annehmbar).

III. Umgebungstemperatur.

Von Deutschland und der Schweiz waren Anträge gestellt worden, als Umgebungsbezugstemperatur 35 °C statt bisher 40 °C anzunehmen und dementsprechend die Grenzerwärmungen der Maschinen und der selbstkühlenden Transformatoren um 5 °C zu erhöhen. Der zur Beratung dieser Frage eingesetzte Unterausschuß hatte mit der Beratung der als dringlich anerkannten Revision der Publikation 34 so viel zu tun, daß leider keine Zeit mehr übrig blieb für eine eingehende Erörterung der Frage der Umgebungstemperatur. Sie soll daher den nationalen Kommittees zur Stellungnahme unterbreitet werden.

IV. Kurvenform.

Nach längerer Erörterung, in der vom Deutschen Kommittee vor allem Bedenken gegen eine vorzeitige Festlegung eines bestimmten Meßverfahrens unter Ausschluß des Oszillographen vorgebracht wurden, einigte man sich schließlich auf folgende „Empfehlung":

„Der Arbeitsausschuß (Advisory Committee) empfiehlt für die Analyse der Spannungkurve in der Praxis eine Methode, die nach einem später noch im einzelnen zu bestimmenden Verfahren aus der gegebenen Kurve die Grundwelle eliminiert, so daß nur die Restkurve entweder im ganzen gemessen oder im einzelnen analysiert wird. Die nationalen Kommittees werden aufgefordert, auf experimentellem oder sonstigem Wege die beste Methode der Elimination der Grundwelle ausfindig zu machen."

V. Meß-Funkenstrecken (spark gap dimensions).

1. Die bestehenden Tabellen sollen durch weitere Versuche in den verschiedenen Ländern nachgeprüft werden zu dem Zwecke, eine noch größere Genauigkeit zu erzielen.

2. Die Tabellen sollen ergänzt werden durch die englische Reihe für 20 mm Kugeln und durch die amerikanische Reihe für 750 mm Kugeln. Hierzu sollen die nationalen Kommittees sich nach der Sechsmonateregel äußern.

3. Die nationalen Kommittees sollen Vorschläge machen für eine Erweiterung der Funkenstrecken-Reihe über die bisherige Grenze von 400 kV hinaus.

VI. Bestimmung von Wirkungsgrad und Verlusten.

Der Unterausschuß hatte auf Grund eines Vergleiches der verschiedenen Landesregeln einen einheitlichen Vorschlag zusammengestellt für die bei den verschiedenen Maschinenarten zu berücksichtigenden Verluste. Diese Zusammenstellung wird den nationalen Kommittees zur Äußerung vorgelegt werden.

Die nationalen Kommittees sollen außerdem aufgefordert werden, Vorschläge für Meßmethoden für die verschiedenen Verluste auf Grund von Versuchsergebnissen einzureichen, die dann zunächst von dem Unterausschuß verarbeitet werden sollen.

Berichter: Prof. Dr. M. Kloß.

2./1. Klemmenbezeichnungen (Terminal markings).
Vorsitzender: Prof. Dr. Strecker, Deutschland.

Als Grundlage für die Beratungen in Bellagio war ein vom Schweizer Kommittee aufgestellter Fragebogen den Nationalen Kommittees zur Beantwortung zugegangen. Er hatte den Zweck, festzustellen, ob sich überhaupt eine gemeinsame Grundlage für die weitere Behandlung der Angelegenheit finden lassen würde.

Auf Grund der eingegangenen Antworten, die vom Holländischen Kommittee zusammengestellt worden waren, ergab sich zunächst, daß Nordamerika fast alle Fragen verneinend beantwortet hatte, so daß es ausgeschlossen erscheint, das in Amerika verbreitete System mit den europäischen Systemen einigermaßen in Einklang zu bringen. Es wurde sogar bezweifelt, ob es in Europa möglich sein würde, sich auf nur ein gemeinsames System zu einigen, so daß man unter Umständen sogar drei Systeme zulassen müßte (entsprechend den Vorschlägen von Schweiz, Frankreich und Nordamerika).

Der Schweizer Vertreter wies darauf hin, daß sieben Länder mit dem Schweizer Vorschlag übereinstimmten. Der englische Vertreter erklärte, daß sein Kommittee bereit sei jeden Vorschlag anzunehmen, wenn er nur international anerkannt würde.

In der dann folgenden Erörterung der einzelnen Fragen des Fragebogens wurde beschlossen, daß diejenigen Punkte, für die sich eine große Mehrheit ergeben würde, den Nationalen Kommittees zur Annahme empfohlen werden sollten. Das Ergebnis der Abstimmung war folgendes:

Frage	Antworten		
	Ja	Nein	Bemerkungen
1. Soll das „Europäische System" (verschiedene Buchstaben für verschiedene Phasen, und nicht gleiche Buchstaben mit Indexunterscheidung) als Ausgangspunkt genommen werden?	13	2	2 unentschieden
2. a) Große Buchstaben für Oberspannungseite von Transformatoren und für Ständer von Wechselstrommaschinen	13	1	
b) Kleine Buchstaben für Unterspannungseite von Transformatoren und für Läufer von Asynchronmotoren	13	2*)	*) einschl. England, das für Rotoren große Buchstaben verschieden von denen für Ständer vorschlägt.
3. Soll im allgemeinen nur ein Buchstabe für jede Klemme benutzt werden. (Buchstaben mit Index usw. nur in Ausnahmefällen?)	13	2	3 Länder machen Vorbehalte.
4. Wird die Verwendung von „konventionellen" Buchstaben empfoblen (wie z.B. in Deutschland üblich)? .	12	2	
oder von „symbolischen" Buchstaben (z. B. A für Anker, F für Feld)? . .	2	12	
5. Für das von der Schweiz vorgeschlagene System (das auch in Deutschland, Österreich und Italien im Gebrauch ist) stimmten .	9		Von den Ländern, die gegen den Schweizer Vorschlag stimmten, würden 2 ihn mit gewissen Vorbehalten annehmen.
für den französischen Vorschlag	4		
für andere Vorschläge. .	2		
6. Gleicher normaler Drehsinn für Generatoren und Motoren . . . . (Rechts gerichteter Pfeil = Uhrzeigersinn.)	14	1	
7. Die Drehrichtung der Maschine soll gesehen werden:			Die Frage soll weiter studiert werden, damit der nächsten Tagung ein bestimmter Vorschlag gemacht werden kann.
von der Antriebseite . .	5		
von der entgegengesetzten Seite	7		
unentschieden	2		
8. Soll bei Verwendung von Indizes für Transformator-Anzapfungen die Klemme mit der höchsten Indexnummer der höchsten Spannung entsprechen. .	6	7	Die Frage soll durch den Unterausschuß weiter studiert werden.
9. Anordnung der Transformatorklemmen: Reihenfolge von der Oberspannungseite aus zu lesen, Neutrale zur Linken . . .	9	2	2 halten diesen Punkt nicht für wichtig. 1 wünscht Neutrale auf der rechten Seite.
10. a) Sollen zur Kennzeichnung der drei Schaltarten (Dreieck, Stern und Zickzack) die Buchstaben verwendet werden: Oberspannungseite DYZ, Unterspannungseite d y z	15	—	
b) Soll die Phasenverdrehung zwischen beiden Wicklungen durch „Stundenbezeichnung" (12 Stunden = 360⁰) angegeben werden.	13		Von England wurde ein andrer Vorschlag gemacht, der zunächst noch vom Unterausschuß geprüft werden soll.
11. Welche Transformatorenschaltungen sollen als „normal" empfohlen werden?			Die Frage soll noch weiter vom Unterausschuß bearbeitet werden.
12. Können bestimmte Vorschläge für die Klemmenbezeichnungen von Apparaten gemacht werden, oder soll dies erst nach Erledigung der Maschinen und Transformatoren in Angriff genommen werden?			6 für sofortige Inangriffnahme, 5 für Vertagung. England und Amerika empfehlen, daß für die Klemmenbezeichnungen bei Maschinen die inneren Verbindungen, bei Apparaten die äußeren Anschlüsse maßgebend sein sollen.

Der vorbereitende Unterausschuß soll möglichst innerhalb der nächsten sechs Monate eine Sitzung abhalten. In Aussicht genommen wird hierfür etwa Ostern 1928 in Paris, wo zugleich der Unterausschuß für das internationale Wörterbuch tagen soll.

Berichter: Prof. Dr. M. Kloß.

3. Bildzeichen (Graphical Symbols).

Vorsitzender: Prof. Janet, Frankreich.

1. Fernmeldetechnik. Der Unterausschuß hatte einen umfangreichen Vorschlag vorgelegt. Gegen diesen wurde der Einwand erhoben, die vorgeschlagenen Bildzeichen seien noch nicht einfach genug; die Bearbeitung sei fortzusetzen, die nationalen Kommittees werden um weitere Vorschläge gebeten. Dem Schweizer Kommittee wurde das Sekretariat für diesen Gegenstand übertragen; es wurde aufgefordert, die von den nationalen Kommittees einzusendenden Vorschläge zu vergleichen. Der Unterausschuß wurde verstärkt und umfaßt nun Vertreter von Deutschland, England, Frankreich, Holland, Polen, Schweiz, Vereinigte Staaten von Amerika.

2. Die Polarität von Batterien sollte in allgemein üblicher Weise dadurch ausgedrückt werden, daß eine Zelle durch zwei parallele gerade Striche dargestellt wird, einen langen dünnen und einen kurzen dicken. Das allgemeine international gültige Zeichen stellt durch den langen dünnen Strich den positiven Pol dar. Da in Deutschland der Gebrauch anders ist, soll in solchen Fällen, wo der lange dünne Strich den negativen Pol darstellt, ihm das Minuszeichen, dem kurzen dicken Strich das Pluszeichen beigefügt werden.

3. Elektrisches Bahnwesen. Die nationalen Kommittees wurden aufgefordert, Vorschläge zu Bildzeichen für das elektrische Bahnwesen einzusenden, die vom Sekretariat (Schweiz) zu studieren seien.

Berichter: Prof Dr. Strecker.

4. Kraftmaschinen (Prime Movers) Wasserturbinen

Vorsitzender: Dr. W. F. Durand, U. S. A.

Auf der im Frühjahr 1926 in New York abgehaltenen Tagung wurde zwar über viele Fragen Übereinstimmung erreicht, jedoch wurden damals die Vorschläge an die Kommittees der einzelnen Länder zur nochmaligen Prüfung und Klärung zurückgewiesen. An Hand der zahlreichen neu eingegangenen Berichte wurden nunmehr in Bellagio endgültige Beschlüsse über einen ersten Teil der „Regeln für Wasserturbinen" gefaßt. Diese sollen als allen Ländern gemeinsame Mantelbestimmungen die Grundlage der von den Ländern einzeln für sich aufzustellenden Regeln für Leistungsversuche bilden und deren möglichste Einheitlichkeit in großen Zügen sicherstellen.

In den Beschlüssen werden Definitionen der verschiedenen Begriffe, wie z. B. Gefälle, Leistung, Wassermenge, Wirkungsgrad usw. gegeben.

Am bedeutungsvollsten ist wohl die Festlegung des Nutzgefälles, welches in einzelnen Ländern früher in einer wenig befriedigenden und den Wirkungsgrad zu hoch erscheinen lassenden Weise definiert worden war.

Für die als normal vorgesehene Form der Wirkungsgradgarantie wurde, abweichend von den früheren Vorschlägen, eine Form gefunden, welche es er-



möglicht in den Angeboten die Vorteile von Turbinenbauarten, welche auch bei kleinen Beaufschlagungen noch besonders gute Wirkungsgrade aufweisen, gebührend hervortreten zu lassen.

Hinsichtlich der Verfahren für die Wassermessung hat man sich auf eine Aufzählung der überhaupt in Betracht kommenden Verfahren in alphabetischer Reihenfolge beschränkt; die Verschiedenheit der in den einzelnen Ländern bestehenden Ansichten macht es unmöglich, Einzelbestimmungen hierfür international festzulegen; dies wird vielleicht später möglich sein, wenn die Genauigkeit und Zuverlässigkeit verschiedener Verfahren durch wissenschaftliche Vergleichsversuche in allgemein anerkannter Weise festgelegt sein wird.

Berichter: Prof. Dr. D. Thoma.

4/1 Dampfturbinen (Steam Turbines).

Vorsitzender: Dr. Huber Stockar, Schweiz.

Für Dampfturbinen wurden endgültige Beschlüsse nicht gefaßt; die auftretenden Fragen wurden, vorwiegend an Hand der von England und von Amerika vorgelegten Berichte, in den Einzelheiten durchgesprochen; in vielen Punkten wurde Einstimmigkeit erreicht und eine bestimmte Fassung in Aussicht genommen; das Ganze wurde jedoch an die Kommittees der einzelnen Länder zur nochmaligen Beratung zurückverwiesen.

Für die normale Form der Dampfverbrauchsgarantie wird eine Fassung ähnlich der bei den Wasserturbinen angenommenen Fassung vorgeschlagen, welche die in besonderen Fällen wichtigen Verbrauchsziffern bei kleiner Leistung hervorzuheben gestattet. Die Diskussion betraf im übrigen unter anderem folgende Punkte: Nennleistung, Kühlwassertemperaturen, Druckprobe, Dampftafeln, Betrieb von Kondensationsturbinen mit Auspuff, Lage des Wirkungsgradmaximums, Schmieröltemperaturen, Anforderungen an das Schmieröl, Verwendung von Gußeisen bei hohen Temperaturen, Forderungen für ruhigen Lauf, Regulierbedingungen, Drehzahl bei der Schleuderprobe.

Von dem englischen Kommittee wurden die englischen Regeln für Leistungsversuche an Dampfturbinen in Buchform vorgelegt und der Vorschlag gemacht, daß auf dieser Grundlage international gültige Einzelbestimmungen für Leistungsversuche aufgestellt werden. Da es nicht möglich war, das umfangreiche Material auf der Tagung selbst zu würdigen, wurde beschlossen, hierüber auch keine Vorberatung abzuhalten, sondern den Vorschlag ebenfalls den Kommittees der einzelnen Länder vorzulegen. Die Abhaltung einer Zwischentagung in etwa sechs Monaten, zur Besprechung dieser Fragen, wurde als notwendig bezeichnet. Der englische Vertreter schlug als Ort der Zwischentagung London vor; es wurde einstimmig beschlossen, die Einberufung einer solchen Tagung beim Vorstand der I. E. C. in London zu beantragen.

Berichter: Prof. Dr. D. Thoma.

6. Lampensockel und -fassungen (Lamp Caps and Sockets).

Vorsitzender: Dr. C. Sharp, U. S. A.

Dem Kommittee wurde ein Bericht des aus Vertretern von Lampenherstellern bestehenden „Technischen Ausschusses" vorgelegt, aus dem hervorgeht, daß nur 2 Ausführungen von Lampensockeln bestehen, und zwar der in den Vereinigten Staaten übliche Sockel und der VDE-Sockel 27, wie er durch das Normblatt DIN VDE 9620, bzw. VDE 400, festgelegt ist.

Die Untersuchungen ergaben als wichtigstes Ziel der Sockel-Normung:

a) Gewindeaußendurchmesser,
b) Gewindetiefe,
c) Gangzahl pro Zoll (für die bereits Übereinstimmung besteht).

Gewindeaußendurchmesser. Beim fertigen Sockel scheint in beiden Kontinenten kein wesentlicher Unterschied zu bestehen. Lediglich die Toleranzen weisen Unterschiede auf:

	Größtmaß	Kleinstmaß
VDE	26,55 mm	26,20 mm
U. S. A.	26,34 „	26,19 „

Diese Abweichung ist darauf zurückzuführen, daß die VDE-Abmessungen sich auf das Fertigerzeugnis beziehen, während die amerikanischen Abmessungen für den unmontierten Sockel gelten, d. h. so, wie er aus der Gewindedrückmaschine kommt.

Zur Beseitigung dieser Unterschiede wurden im amerikanischen und europäischen Sonderausschuß Vorschläge gemacht, die das Bestreben erkennen lassen, eine Übereinstimmung zu erzielen.

Der europäische Vorschlag lautet für den Durchmesser des fertigen Sockels auf 26,45 mm als Größtmaß und 26,15 mm als Kleinstmaß. Das sind Abmessungen, die als annehmbar bezeichnet werden.

Obschon der amerikanische Ausschuß zugibt, daß die Abmessungen der Außendurchmesser innerhalb der vom europäischen Ausschuß vorgeschlagenen Werte fallen sollen, glaubt er diese Werte nicht als internationale Norm annehmen zu können und schlägt vor, sie als Grundlage für die Hersteller der Hülsen anzunehmen und zwar zusätzlich einer Deformationstoleranz für die fertigen Sockel. Der Vorschlag lautet:

	Außendurchmesser Größtmaß			Außendurchmesser Kleinstmaß
	Hülse	Deformat.-Toleranz	Gesamt-Toleranz	
VDE	26,55		26,55	26,20
USA, bestehend . .	26 34		26,34	26,19
„ Vorschlag . .	26,34[1]	0,11	26,45	26,15
Europ. Vorschlag . .	26,45		26,45	26,15

[1] Sockel unmontiert.

Gewindetiefe. Hierfür bestehen Abweichungen in beiden Ausführungen, deren Beseitigung zur Zeit unmöglich erscheint. Der europäische Ausschuß schlägt eine Angleichung zwischen den amerikanischen und VDE-Werten vor und zwar 24,35 mm als Größtmaß für den Kerndurchmesser. Die jetzigen Werte sind:

nach der VDE-Norm . . . . . . 24,25 mm
nach der amerikanischen Norm . 24,66 mm

Der amerikanische Vorschlag hebt hervor, daß der Außendurchmesser der einzige Durchmesser ist, auf den großer Wert zu legen sei, und daß für den Kerndurchmesser die Bedingung zu erfüllen sei, eine hinreichende Gewindetiefe zu erhalten. Es müßte somit ein Kleinstmaß für die Gewindetiefe festgelegt werden.

Die Amerikaner können zur Zeit einer Vergrößerung der gegenwärtig bestehenden Tiefe nicht zustimmen, da die Werkzeuge zum Drücken der Gewindehülsen auch für eine Anzahl von gedrückten Gewinden an anderen Apparaten (Sicherungen) benutzt werden, deren Innendurchmesser nicht leicht verkleinert werden kann. Sie schlagen deshalb vor,

a) daß die Gewindetiefe jetzt noch nicht festgelegt werden sollte, und daß, falls ein einheitlicher Außendurchmesser festgelegt würde, diese Norm durch den Zusatz ergänzt werde, daß Sockel als normal anzusprechen seien, wenn die Gewindetiefe es gestattet, daß die Sockel leicht in eine Stahllehre eingeschraubt werden können, die den in den einzelnen Ländern bestehenden kleinsten Durchmessern entspricht;
b) daß im Laufe der kommenden Jahre die Hersteller der Fassungen veranlaßt werden sollen, sich zu einigen, um so automatisch zu Abmessungen zu kommen, die den Gewindetiefen der Sockel entsprechen.

Aus den gemeinsamen Vorschlägen beider Kommittees kann die IEC feststellen:

a) in bezug auf den Außendurchmesser besteht praktisch eine Übereinstimmung trotz der anscheinenden Abweichung in den entsprechenden Vorschriften;
b) der Technische Ausschuß der Lampenhersteller wird weitere Untersuchungen anstellen, um einheitliche Abmessungen aufzustellen, die von beiden Kontinenten als annehmbar bezeichnet werden;
c) sowohl in der Praxis als in den Vorschriften bestehen Abweichungen bezüglich der Gewindetiefe;
d) der Technische Ausschuß wird alle Möglichkeiten untersuchen, eine Verständigung über die Gewindetiefe zu erzielen. Darüber hinaus soll noch versucht werden, für die Sockel einheitliche Längen- und andere Maße festzulegen, die sich auf die Auswechselbarkeit beziehen.

Der Vertreter Großbritanniens gab die Erklärung ab, daß nunmehr die den internationalen Normen entsprechenden britischen Vorschriften für die Verbraucher herausgegeben würden, ohne daß man Schwierigkeiten hinsichtlich der bestehenden oder noch kommenden Normen befürchten müsse.

Swan-Fassungen:

Die internationale Vereinigung von Lampenfabrikanten soll ersucht werden, hierfür Vorschläge aufzustellen.



Berührungschutz:

Die wichtige Frage des Berührungschutzes bei Glühlampen wurde durch das Deutsche Kommittee angeschnitten. Dieses wird gebeten, dem nationalen Kommittee genauere Vorschläge zu unterbreiten, über die bei der nächsten IEC-Tagung beraten werden soll.

Berichter: Oberingenieur **Maier**.

8. Normalspannungen (Voltages).

Vorsitzender: E. Uytborck (Belgien).

1. Allgemeines.

Der Ausschuß hat unter dem Vorsitz von Herrn Uytborck (Belgien) eine Reihe von Hauptsitzungen abgehalten, in denen über die vorliegenden Fragen eine Generaldebatte mit nachträglicher Beschlußfassung abgehalten wurde. Außerdem fanden zur Klärung von besonderen Fragen und zur Formulierung der Beschlüsse mehrere Sitzungen eines Unterausschusses statt, der sich zusammensetzte aus den Herren: Uytborck (Belgien), Duval (Frankreich), Harries (England), Rüdenberg (Deutschland), Del Buono (Italien), Huber-Ruf (Schweiz).

Es ist gelungen, die im vorigen Jahre beschlossenen Normalspannungen durch eine Reihe von normalen Prüfspannungen zu ergänzen, die für alle elektrotechnischen Isolatoren Gültigkeit haben sollen, sowohl für Freileitungen und Freiluftapparate als auch für Innenapparate und Schaltanlagen.

2. Normalspannungen.

Es lagen verschiedene Änderungs- und Ergänzungsanträge zu der im vorigen Jahre beschlossenen Reihe von Normalspannungen vor:

Nach einem Vorschlag der Schweiz sollte auch die Spannung $380\sqrt{3} = 660$ Volt als Normalspannung eingeführt werden. Dies wurde abgelehnt, weil das Bedürfnis nicht klar erwiesen war und weil bei der heutigen Lage nicht sicher anzugeben sei, ob eine solche Zwischenspannung als Hoch- oder Niederspannung betrachtet werden müsse, was Einfluß auf die unterschiedlichen Vorschriften in den verschiedenen Ländern hätte. Es wurde festgelegt, daß zwischen 380 und 1000 Volt von der I. E. C. keine Zwischenspannung eingeschoben werden soll.

Der Vorschlag der Schweiz, 5 Spannungsklassen einzuführen: bis zu 100 V, bis zu 1000 V, bis zu 30 kV, bis zu 100 kV und über 100 kV, wurde abgelehnt, da dies einen starken Eingriff in die Konstruktions- und Sicherheitsvorschriften der verschiedenen Länder ergeben würde. Es bleibt bei der Unterscheidung lediglich der Hoch- und Niederspannungsgruppen, entsprechend den vorjährigen New-Yorker Beschlüssen.

Ein Vorschlag von England, die Zwischenspannung von 120 kV als Normalspannung einzuführen, wurde bis auf weiteres abgelehnt. Es soll jedoch geprüft werden, in welchen Ländern eine solche Zwischenspannung im größeren Maße verwendet wird.

Ein Vorschlag der Schweiz, an Stelle der jetzigen Normalspannungen eine Spannungsreihe einzuführen, die nach dem Multplikator $\sqrt{3}$ gestaffelt ist, wurde vom Antragsteller selbst dahin abgeändert, daß man bei der späteren Normalisierung der Anzapfungen von Transformatoren sich bemühen möchte, auch Anzapfungen auf derartige Spannungstufen zu legen.

Auf eine Anfrage von Deutschland, ob es zur Ergänzung der Spannungsreihe nach oben richtiger sei 380 oder 400 kV zu nehmen, hielt die Versammlung das letztere für zweckmäßiger, wie es bereits früher im Haag diskutiert sei. Es sollen bis zur nächsten Versammlung die Ansichten der nationalen Kommittees eingeholt werden.

Auch der Antrag der Schweiz, die normalen Niederspannungen unter 100 V festzulegen, soll den nationalen Kommittees vorgelegt werden.

3. Prüfspannungen.

Die verschiedenen Nationen waren auf Grund der vorjährigen Beschlüsse gefragt, ob sie eine Formel für die Prüfspannung von der Form $a\text{E} + b$ für zweckmäßig hielten, und welche Faktoren a und b sie vorschlügen. Die erste Frage wurde größtenteils positiv beantwortet, jedoch ergaben sich starke Unterschiede in der Höhe der Koeffizienten a und b.

Frankreich wünschte für geringere und größere Hochspannungen sowie für Leitungs- und Stationsisolatoren verschiedene Prüfspannungsformeln. Italien wünschte, daß die Prüfspannung bei größerer Kurzschlußleistung höher sei als bei geringerer; England, Schweiz, Italien, Schweden, Polen wünschten relativ niedere Prüfspannungen, nämlich 2 U + 10 kV, Frankreich und Deutschland wünschten relativ hohe Prüfspannungen, bis zu 2,2 U + 20 kV. Die meisten Länder beziehen die Prüfspannung auf die Verbraucherspannung U, Deutschland auf die Erzeugerspannung 1,1 U, Schweden wünscht Prüfspannungen, die ganz unabhängig von der Nennspannung sind. Die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika erklärten sich nicht befriedigt von der Prüfformel und enthielten sich, mit Rücksicht auf die abweichenden Verhältnisse in ihrem Lande, einer Stellungnahme.

Man fand schließlich den Ausweg aus diesen verschiedenartigen Meinungen dadurch, daß die I. E. C. Mindestwerte für Prüfspannungen festlegt, die nicht unterschritten werden dürfen. Jeder I. E. C.-Nennspannung soll eine minimale Prüfspannung nach der Formel 2 U + 10 kV entsprechen. Es soll jedoch zulässig sein, jeder I. E C.-Nennspannung anstatt dieser Prüfspannung die nächst höhere zuzuordnen. Zwischenstufen für die Prüfspannung sollen dagegen nicht gebildet werden. Hierdurch wird eine Typisierung des gesamten Isolationsmaterials ermöglicht.

Auch für die Überschlagspannung nahm man den geringsten vorgeschlagenen Betrag an, nämlich 5 % höher als die Prüfspannung. Auch dieser Wert gilt als Minimalwert.

Für die Verschiedenartigkeit von Trockenprüfung und Naßprüfung der Isolatoren lagen ebenfalls zahlreiche unterschiedliche Wünsche vor. Da man die Naßprüfung nur als Typenprobe vornehmen kann, so wünschte insbesondere Italien die Festlegung einer Trockenprüfspannung auch für Freileitungs- und Freiluftisolatoren. Da die Frage noch nicht reif zur endgültigen Entscheidung erschien, so einigte man sich auf die Bestimmung, daß die nach obenstehender Formel berechnete Prüfspannung für Innenisolatoren im trockenen Zustand und für Außenisolatoren im nassen Zustand gelten soll, das erstere als Stückprobe, das letztere als Typenprobe.

Es wurden demgemäß die folgenden Vorschriften angenommen, vorbehaltlich eines Einspruches auf Grund der 6-Monatsregel:

Prüfspannungen für Isolatoren aller Art und von beliebigem Material.

1. Im allgemeinen ist die Trockenprüfung eine Stückprobe und die Naßprüfung eine Typenprobe.
2. Die Mindest-Prüfspannung ist gegeben durch die Formel
$$U_t = 2\,U + 10\,000 \text{ V},$$
wobei U_t die Prüfspannung von einer Frequenz unter 100 Per./s
und U die I. E. C.-Nennspannung ist.
Wenn höhere Prüfspannungen gewünscht werden, als die durch Anwendung dieser Formel bestimmten, so muß die Prüfspannung entsprechend einer höheren I. E. C.-Nennspannung gewählt werden, wobei keine zwischenliegenden Spannungen zulässig sind.
3. Für Innnenisolatoren wird die Prüfung im trockenen Zustand ausgeführt, für Außenisolatoren unter Regen, entsprechend den später folgenden Festlegungen.
4. Die Mindest-Überschlagspannung für die Trockenprobe und für die Naßprobe unter Regen, wie sie später festgelegt wird, soll 5 % höher liegen als die Mindest-Prüfspannung, die durch die obenstehende Formel gegeben ist.

Über die Prüfdauer im trockenen und nassen Zustand sowie über die technischen Einzelheiten der Naßprüfung lagen Vorschläge vor, die nicht allzusehr voneinander abwichen. Trotzdem war es schwierig, beim Abstimmen der einzelnen Zahlenwerte einen Kompromiß zu finden, der allseitig befriedigte, insbesondere wurde von zahlreichen Ländern die Regenmenge von 5 mm pro Minute gewünscht, während Deutschland nur 3 mm und die Schweiz nur 2,5 mm in ihren nationalen Normen vorgesehen haben. Die folgenden Vorschläge sollen daher den nationalen Kommittees und den I. E. C.-Kommittees für Maschinen und für Ölschalter zur Begutachtung vorgelegt werden, so daß bei der nächsten Zusammenkunft des Spannungskommittees eine Entscheidung getroffen werden kann.

5. Die Dauer der Trockenprobe und der Naßprobe mit voller Prüfspannung soll 1 Minute betragen.



6. Die Prüfspannung soll allmählich bis zum vollen Werte ansteigen, entsprechend einem Modus, der durch die nationalen Kommittees vorzuschlagen ist.
7. Die Isolatoren sollen in ihrer Betriebslage geprüft werden, wobei der Regen unter einem Winkel von 45° gegen die Vertikale einfällt.
8. Vor der Vornahme der Prüfung sollen die Isolatoren einer Vorberegnung von 5 Minuten Dauer ohne Spannung unterworfen werden.
9. Die nationalen Kommittees sollen ihre Vorschläge hinsichtlich der Regenmenge bei der Prüfung einsenden, die zwischen 2,5 und 5 mm pro Minute betragen soll.
10. Der spez. Widerstand des Regenwassers soll 10 000 Ohmcm betragen. Die nationalen Kommittees sollen Umrechnungstabellen vorschlagen, die bei Wasser von anderm spez. Widerstand benutzt werden können.
11. Die nationalen Kommittees werden ferner gebeten, eingehende Vorschläge einzusenden über die Einzelheiten der Ausführung der verschiedenen Prüfungen und werden dabei verwiesen auf die Dokumente 2 (Switzerland) 25 und 8 (Great Britain) 30.

4. Verschiedenes.

Ein Antrag von Deutschland, den Schaltsinn, also die Drehrichtung der Handräder und Hebel der Schalter, sowie die Farben der Meldelampen international festzulegen, wurde dem inzwischen eingesetzten Ölschalter-Kommittee übergeben, jedoch sollen die nationalen Kommittees bis zur nächsten Sitzung desselben bereits ihre Vorschläge einsenden, damit keine Verzögerung entsteht.

Entsprechend einem Vorschlag verschiedener Länder soll bis zur nächsten Versammlung über die Frage der Anzapfungen von Transformatoren diskutiert werden, die in enger Beziehung zur Normalisierung der Spannungen und Spannungschwankungen steht. Die Nationalkommittees werden gebeten, ihre Ansichten über diesen Punkt einzusenden.

5. Verhältnis zu den deutschen Normen.

In den deutschen VDI-Vorschriften sind Normalspannungen enthalten, die identisch mit den I. E. C.-Nennspannungen sind.

Für die Prüfspannung von Isolatoren aller Art ist in den deutschen Normalien

für 1 kV die Formel $U_p = 10\ U$

und von 3 kV an die Formel $U_p = 2{,}2\ U + 20$ kV

vorgeschrieben. Für die Überschlagspannung gilt allgemein die Formel

$$U_ü = 1{,}1\ U_p.$$

Dies ergibt Prüf- und Überschlagspannungen, die weit über den Vorschlägen der meisten anderen Länder liegen und dementsprechend auch weit über den minimalen Prüf- und Überschlgspannungen, die nunmehr von der I. E. C. festgelegt sind.

Vergleicht man jedoch die zu den verschiedenen Spannungstufen gehörigen Zahlenwerte der Prüf- und Überschlagspannung selbst, was in der beiliegenden Tabelle durchgeführt ist, so findet man folgendes: Für die Größe des Isolators ist fast nur die Überschlagspannung maßgebend, die in den inneren Kolonnen gegenübergestellt ist. Für die Nennspannung von 1 kV steht der deutschen Überschlagspannung von 11 kV der I. E. C. - Wert 12,6 V gegenüber. Der Unterschied ist so mäßig, daß für beide der gleiche Isolator verwendet werden kann. Von 3 bis 80 kV Nennspannung stimmt die deutsche Überschlagspannung fast genau überein mit der Überschlagspannung, die die I. E C.-Isolatoren der nächsthöheren Nennspannungstufe besitzen. Dies entspricht genau dem I. E. C.-Beschluß Nr. 2, Abs. 2. Die Unterschiede betragen im allgemeinen nur wenige Prozent, im ungünstigsten Falle bei 30 kV Nennspannung + 11 %. Von 100 kV an nach oben stimmen die deutschen Überschlagspannungen weder mit den gleichgeordneten I. E. C.-Überschlagspannungen noch mit denen von einer Stufe höher überein. Sie liegen vielmehr zwischen beiden Stufen, was nach dem I. E. C.-Beschluß Nr. 2, Absatz 2 ausgeschlossen sein sollte.

In dem für Massenlieferungen wichtigen Gebiet von 1 bis 80 kV werden die normalen deutschen Isolatoren daher den I. E. C.-Normen entsprechen. In dem Gebiet von 100 kV an muß eventl. nach einem Ausweg gesucht werden.

Auch die anderen oben formulierten Beschlüsse und Vorschläge der I. E. C. entsprechen den deutschen Normalien oder dem deutschen Gebrauch. Nur bei der Regenmenge, entsprechend Punkt 9, ist in Deutschland 3 mm/min festgelegt, während die ausgesprochene Majorität der Versammlung 5 mm/min für richtig hielt.

Deutschland			Abweichung	I. E. C.		
Nenn-	Prüf-	Überschl.-		Überschl.-	Prüf-	Nenn-
Spannung				Spannung		
U	$U_p = 2{,}2\ U + 20$	$U_ü = 1{,}1\ U_p$	%	$U_ü = 1{,}05\ U_p$	$U_p = 2\ U + 10$	U
1	10	11	+ 15	12,6	12	1
3	26	28,6	— 19	16,8	16	3
6	33	36,3	— 13	23,1	22	6
10	42	46,2	— 9	31,5	30	10
15	53	58,3	— 10	42	40	15
20	64	70,4	+ 4	52,5	50	20
30	86	94,6	+ 11	73,5	70	30
45	119	130,9	+ 4	105	100	45
60	152	167,2	+ 7	136,5	130	60
80	196	215,6	+ 3	178,5	170	80
100	240	264		220,5	210	100
150	350	385		326	310	150
200	460	506		431	410	200
300	680	784		641	610	300

Berichter: Prof. Dr. Rüdenberg.

9. Bahnmotoren (Traction Motors)

Vorsitzender: M. Peridier Frankreich.

In der Sitzung des beratenden Kommittees für Bahnmotoren wurde zunächst das Protokoll über die Verhandlungen in New York RM 43 genehmigt; die in New York beschlossenen Vorschriften wurden als Druckschrift Nr. 39 vorgelegt.

1. Man trat dann in eine Beratung der Isolations-Prüfungsvorschriften ein. Die folgenden Vorschläge lagen vor:

Belgien: 2 E + 1000[1*],
Deutschland: Ursprünglich 2 E + 1000 mit Minimum 3 E[2*], dann abgeändert auf 2 E + 1000 mit Minimum 3000 V unter Vorbehalt der 6 Monat-Klausel,
England: 2 E + 1000 mit Minimum von 2000 V,
Frankreich: 2,5 E + 1000[2*],
Holland: 2 E + 1000,
Italien: dieselben Vorschriften wie für Maschinen,
Polen: 2 E + 1000[2*],
Rumänien: 2,5 E + 1000,
Schweden: 2 E + 2000[2*],
Vereinigte Staaten: ursprünglich 2 E + 2000, dann abgeändert auf 2 E + 1000 mit Minimum 3000 V.

Man beschloß, den nationalen Kommittees mit der Möglicheit des Einspruches innerhalb 6 Monaten als Prüfspannung 2 E + 1000 mit einem Minimum von 2500 V vorzuschlagen, wobei E die Leitungspannung bedeutet.

Die Dauer der Spannungsprobe soll 1 min betragen. Die Frequenz des Wechselstromes darf zwischen 25 und 100 Per./s liegen. Die Messung der Prüfspannung soll mittels Transformators und Voltmeters erfolgen.

Von seiten Englands war ein Vorschlag über die Höhe und die Messung des Isolationswiderstandes gemacht worden, und zwar soll die Formel $\frac{E}{1000 + \text{Nennleistung PS}}$ die untere Grenze des Widerstandes in Megohm angeben; die Messung soll mittels einer Gleichstromquelle von wenigstens 500 V erfolgen. — Es wurde ferner beschlossen, die nationalen Kommittees aufzufordern, Vorschläge über die Werte des Isolationswiderstandes und dessen Feststellung zu machen.

[1*] E bedeutet die Nennspannung.
[2*] Bei den mit [2*] bezeichneten Vorschlägen bedeutet E die höchste Spannung, die bei Erdschluß eines Poles auftreten kann.

2. Temperaturmessung:

Für die Temperaturmessung mittels Widerstandes wurde festgelegt, daß die Stellen am Kommutator zu bezeichnen sind, an denen für die Widerstandsmessung die Meßleitungen anzulegen sind. Bei Messung des Widerstandes mittels Strom und Spannung sind für die Stromzuführung und die Spannungsmeßleitungen getrennte Spitzen zu verwenden; der Strom soll ⅕ des Nennstromes nicht übersteigen. Für die Berechnung der Temperatur aus den Widerständen soll die Formel verwendet werden

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T_2 + 234{,}5}{T_1 + 234{,}5}.$$

Hierbei bedeutet R_2 den warmen Widerstand,
R_1 den kalten Widerstand,
T_2 die Temperatur der warmen Wicklung,
T_1 die Temperatur der kalten Wicklung.

Messung der Temperatur mittels eingebauter Temperaturdetektoren wurde abgelehnt, da insbesondere bei Ankern der Einbau und die Anschlüsse für die Meßleitungen zu großen Umständlichkeiten führen.

3. Kommutierung.

Gegen die Ausdehnung der Kommutierungsbedingungen „zweifacher Stundenstrom eine Minute lang" auf Einphasenmotoren war von seiten Deutschlands, Österreichs und Schwedens Einspruch erhoben und andere Vorschläge unterbreitet worden.

Deutschland beantragte, während 2 min den 1,5fachen Stundenleistungsstrom zu nehmen, Österreich schloß sich diesem an. Schweden schlug vor, die Überlastprobe mit einem Strome vorzunehmen, der dem Drehmoment entspricht, das bei 20 % Adhäsionsgewicht auftreten kann.

Die Frage betreffs der Einphasenmotoren soll noch einmal den nationalen Kommittees unterbreitet werden.

Die Ausführung der Probe mit dem zweifachen Stundenstrom bei Gleichstrommotoren erfolgt so, daß im Anschluß an den Stundenlauf der Motor bei fester Bürstenstellung 30 s erst in der einen Drehrichtung und dann 30 s in der anderen laufen soll, wobei das schwächste Feld eingestellt wird.

Den nationalen Kommittees soll ferner der Vorschlag unterbreitet werden, die Motoren mit dem vollen Feld und dem normalen Strom je 30 s in beiden Drehrichtungen bei fester Bürstenstellung mit 1,1 E zu prüfen.

Die Vorschläge gingen hier sehr weit auseinander; es beantragte Frankreich bei in Serie geschalteten Motoren Prüfung mit 1,6 E, wenn 2 E die Summenspannung bedeutet und mit einem solchen Strom, daß das 2,5fache der Stundengeschwindigkeit erreicht wird; das Feld soll hierbei seinen vollen Wert haben, die Dauer des Versuches soll 5 min betragen. Der Kommutator darf hierbei nicht angegriffen werden.

Italien beantragte 1,1 E mit schwächstem Feld und Stundenstrom, Schweden und die Vereinigten Staaten schlugen vor, eine Prüfung mit 1,33 E (E = Nennspannung) und Stundenstrom während der Dauer von 60 s zu machen.

Da sich die letztere Bedingung auf das Arbeiten bei Rückgewinnung zu beziehen scheint, wurde beantragt, daß die nationalen Kommittees Vorschläge für die Prüfung bei Motoren, die für Bremsung verwendet werden, ausarbeiten sollen.

Die Motoren sollen ferner während 2 min mit einer Geschwindigkeit 25 % höher als die höchste Betriebszahl geprüft werden.

Für die Lagerübertemperatur wurde 55 °C angenommen

Berichter: Dr. Fleischmann.

10. Isolieröle (Insulating Oils).

Vorsitzender: Mr. C. E. Skinner, V. S. Amerika.

In der Tagung der IEC in New York 1926 war beschlossen worden, daß drei Sorten amerikanisches und ein russisches Öl in drei verschiedenen Stufen der Raffination von den nationalen Kommittees auf Schlammbildung untersucht werden sollten, und zwar mit der schweizerischen (BBC), schwedischen (ASEA), amerikanischen (Life-test) und deutschen (VDE) Methode. Die russischen Öle wurden von der deutschen Delegation besorgt und im April 1927 an die anderen nationalen Kommittees verschickt. Die amerikanischen Öle kamen erst Mitte August zur Verteilung, so daß noch keine Daten vorliegen konnten.

Die deutsche Delegation beantragte eine Erweiterung der vorzunehmenden Untersuchungen dahingehend, daß 12 kleine Transformatoren nach vorgelegter Skizze mit den verschiedenen Ölen gefüllt werden sollen; die Temperatur dieser mit 220 Volt zu betreibenden Transformatoren mit nur 5 Ltr. Ölinhalt soll an der Öloberfläche gemessen 95 ° C betragen. Von Zeit zu Zeit wird eine Probe entnommen und durch Zentrifugieren die Schlammenge bestimmt, die sich gebildet hat. Der Vergleich der 4 ursprünglich beschlossenen Untersuchungsmethoden mit dem Transformatoren-Versuch wird dann ergeben, welche der Methoden das Verhalten des Öles im Transformator am besten charakterisiert. Dieser Antrag wurde angenommen mit dem Zusatz, daß die deutsche Delegation für die Anfertigung der kleinen Transformatoren sorgen und den Preis dem Central-Büro in London aufgeben soll.

Über die Entnahme von Ölproben wurden Bestimmungen getroffen, die in einem besonderen Schriftstück festgelegt sind.

Wegen der Vergleichstabellen für die verschiedenen Viskositätszahlen (Redwod, Saybolt, Engler und Centipoise) wird das Central-Büro sich an die nationalen Laboratorien — also in Deutschland an die Phys.-Techn. Reichsanstalt — wenden.

Es lagen Vorschläge zur Normalisierung des Apparats für die Bestimmung der elektrischen Festigkeit des Öles vor. Die Engländer und Amerikaner hatten die Beschreibung ihrer Apparate eingereicht. Die deutsche Delegation gab in der Verhandlung eine Beschreibung der in Deutschland üblichen Methoden und Apparate. Diese Beschreibung wird schriftlich an dsa Central-Büro weitergegeben. Den einzelnen nationalen Kommittees wird dann anheimgestellt, Versuche mit diesen Apparaten zu machen.

Der englische Vorschlag, den Flammpunkt des Öles auf 145 ° im geschlossenen Tiegel festzusetzen, wurde abgelehnt, da vorläufig nur Untersuchungsmethoden und nicht bestimmte physikalische Konstanten diskutiert werden sollen.

Ein belgischer Vorschlag, nach dem eine abgekürzte Methode zur Untersuchung des Öles auf Verschlammung eingeführt werden soll, bei der das Öl auf 170 ° C erhitzt wird, wird nicht angenommen, da die deutsche Delegation Material beibringt, aus dem die Unzuverlässigkeit der Methode hervorgeht. Einige nationale Kommittees wollen in dieser Richtung Versuche anstellen.

Eine Studie der französischen Delegation über den Einfluß verschiedener Materialien auf die Alterung des Öles wird zur Kenntnis genommen.

Die französische Delegation schlägt eine Kapillarmethode zur Kältepunkt-Bestimmung vor. Die deutsche Delegation macht auf einen in der Zeitschrift ‚Erdöl u. Teer", Bd. III, Heft 33, von Vogel beschriebenen Apparat aufmerksam, der ebenfalls ein Kapillarrohr benutzt.

Berichter: Dr. Georg Stern.

11. Freileitungen (Regulations for Overhead Lines).

Vorsitzender: Dr. Eccles, England.

Die Tagesordnung der Sitzung umfaßte vier Punkte:

Punkt 1: Genehmigung der Niederschrift über die Sitzung in New York im April 1926.

Punkt 2: Besprechung des Vorschlages des italienischen Kommittees und der Antwort des belgischen (Anl. 11/19).

Punkt 3: Durchsprache der vergleichenden Zusammenstellung der z. Zt. in den verschiedenen Ländern geltenden Freileitungsvorschriften (Anl. 11/18).

Punkt 4: Bestätigung oder Abänderung der in New York gefaßten Beschlüsse.

Vertreten waren die Länder Belgien, Deutschland, England, Frankreich, Holland, Italien, Norwegen, Schweden, Schweiz, Tschechoslowakei, Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Zu Punkt 1 wurden die Hauptbeschlüsse verlesen, gegen deren Formulierung keinerlei Einspruch erhoben wurde.

Zu Punkt 2: Der Vorschlag des italienischen Kommittees (Vergl. Anl. 11/19) lautete dahin, daß sich die Arbeiten der IEC zunächst nur auf den ersten Punkt der in New York gefaßten Beschlüsse beschränken sollen, d. i. das Studium der zur Zeit in den einzelnen Ländern geltenden Bestimmungen, und auf deren Grundlage allgemeine Grundsätze aufzustellen, nach welchen die elektrischen Leitungen errichtet werden sollen. Erst später



soll dann an die Aufgabe gegangen werden, international geltende Vorschriften auszuarbeiten. In der Zwischenzeit sollte die IEC bemüht sein, zu erreichen, daß in jedem Lande nur eine Stelle für die Kontrolle von Fernleitungsbauten und deren Betrieb zuständig ist, um wenigstens widersprechende Vorschriften im gleichen Lande durch verschiedene Amtstellen zu vermeiden. Von dem Vertreter Frankreichs und später auch von dem Englands, wird gegen die in dem italienischen Briefe angewendete Redewendung „Konzession" gesprochen. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß das Wort Konzession zu Irrtümern Anlaß geben kann und der Passus wird daher wie folgt abgeändert:

„Es soll in jedem Staat nur eine Stelle geben, welche Regeln für den Bau und Betrieb von Leitungen herausgibt."

Von dem Vertreter der Vereinigten Staaten wird darauf hingewiesen, daß für Föderal-Staaten, wie z. B. die Vereinigten Staaten, jeder einzelne Staat das Recht haben muß, solche Vorschriften herauszugeben und daß er, wenn der Vorschlag von Belgien in diesem Sinne aufzufassen ist, diesem zustimmt. Um alle Irrtümer auszuschließen, wird folgender Zusatz gemacht:

„In jedem Staat, der nach der Verfassung das Recht zur Gesetzgebung hat."

Es wird dann noch die Frage aufgeworfen, ob sich die Vorschriften lediglich auf Starkstromleitungen oder auch auf Schwachstromleitungen beziehen sollen. Nach Ansicht der Kommission kommen lediglich Starkstromleitungen in Frage.

Zu Punkt 3: Die Vertreter von Italien und der Schweiz entschuldigen sich zunächst, daß von ihren Kommissionen der Fragebogen nicht beantwortet ist, Italien damit, daß die italienischen Vorschriften bis jetzt äußerst kümmerlich gewesen seien und man erst jetzt daran gehe, ausführliche Vorschriften auszuarbeiten, nach deren Fertigstellung man den Fragebogen des belgischen Kommittees beantworten wird. Der Vertreter Italiens benutzt die Gelegenheit, dem belgischen Kommittee den Dank für die geleistete große Arbeit auszusprechen, welche dasselbe durch die Aufstellung des Fragebogens und die Zusammenstellung der Antworten übernommen hat. Der Vertreter der Schweiz entschuldigte die Nichtbeantwortung des Fragebogens damit, daß die Vorschriften z. Zt. einer vollständigen Neubearbeitung unterzogen werden. Dagegen wurde eingewendet, daß wohl in allen Staaten in mehr oder minder großem Umfange dauernd Änderungen der bestehenden Vorschriften vorgenommen werden, weshalb von den z. Zt. geltenden ausgegangen werden soll. Die evtl. Änderungen sind dem belgischen Kommittee laufend mitzuteilen. Das belgische Kommittee macht darauf aufmerksam, daß der größte Teil der Antworten so spät eingetroffen sei, daß für die Bearbeitung nur ganz kurze Zeit zur Verfügung stand und sich dadurch eine Reihe von Fehlern eingeschlichen haben mögen. Eine Anzahl von Antworten konnte in der vorgelegten Zusammenstellung überhaupt nicht mehr berücksichtigt werden. Das belgische Kommittee bittet die nationalen Kommittees, die Zusammenstellungen zu prüfen und auf die Fehler aufmerksam zu machen. Es beabsichtigt, eine neue berichtigte und vervollständigte Zusammenstellung anzufertigen, welche dann den nationalen Kommittees zugehen wird. Diese Arbeit dürfte im Laufe eines Jahres erledigt sein. Die Versammlung erklärt sich mit diesem Vorgehen einverstanden und hält die Arbeit für überaus wertvoll.

Ferner wird das belgische Kommittee gebeten, ein Skelett für allgemein geltende Vorschriften aufzustellen; es sollen darin nur die Punkte zusammengestellt werden, welche derartige Vorschriften zu enthalten haben, ohne irgendwelche bestimmte Zahlenwerte aufzuführen. Auch diese Arbeiten will das belgische Kommittee im Laufe des nächsten Jahres erledigen und den nationalen Kommittees zur Prüfung übersenden.

Der Vertreter Englands macht den Vorschlag, zu versuchen, wenigstens die Festigkeitsberechnungen auf eine gemeinsame Basis zu bringen. Es wurde allgemein anerkannt, daß dieses Ziel erstrebenswert sei, daß aber vielfach noch die theoretischen Unterlagen für die aufzustellenden Berechnungen fehlen. Das belgische Kommittee wird die Anregung bei seinen Arbeiten im Auge behalten.

Es wurde dann die von dem deutschen Kommittee eingebrachte Anregung besprochen (vgl. Anl. 11/21), nach welcher für Freileitungsisolatoren die braune Farbe als IEC-Norm anzusehen ist. Der Vertreter Frankreichs spricht sich gegen diese Farbe aus, da in seinem Lande fast allgemein die grüne Farbe vorgezogen wird und nach seinem Dafürhalten keinerlei Gründe gegen dieselbe angeführt werden können. Von Italien wird zunächst darauf aufmerksam gemacht, daß die Besprechung dieser Frage nicht auf der Tagesordnung stehe, daher eigentlich nicht behandelt werden dürfe. Im übrigen gibt er an, daß sich sein Land weder für die eine, noch für die andere Farbe entscheiden kann. Der Vertreter der Schweiz führt aus, daß in seinem Lande die Frage der Isolatoren schon oft diskutiert worden sei, ohne daß man zu einer Einigung gekommen wäre, im allgemeinen wird jedoch die grüne Farbe bevorzugt. Nur eine größere Gesellschaft, die Schweizerischen Bundesbahnen, verwendet prinzipiell nur braune Isolatoren. Die weiße Glasur scheidet dagegen vollständig aus. Da der deutsche Vorschlag auf keinen fruchtbaren Boden gefallen war, wählte der Vorsitzende den Ausweg, die Besprechung des Vorschlages bis zur nächsten Tagung zurückzustellen, womit der deutsche Vertreter sich einverstanden erklärte.

Zu Punkt 4: Die New-Yorker Beschlüsse wurden bestätigt mit der kleinen Änderung, daß der unter Punkt IV a angeführte Fragebogen (vgl. Anl. RM 45) nicht alljährlich zur Beantwortung versandt werden soll, sondern nur dann, wenn das belgische Kommittee es für wünschenswert hält.

Berichter: Oberingenieur Neustätter.

12. Radio-Lampensockel (Radio Valves).

Vorsitzender: Mr. C. C. Patersen, England.

Das beratende Kommittee war zusammengesetzt aus Vertretern folgender Länder: Australien, Deutschland, England, Frankreich, Holland und Vereinigte Staaten von Nordamerika, unter Vorsitz von Mr. C. C. Patersen, England.

Es wurde beschlossen, die Normung von zwei Sockeltypen für Rundfunk-Röhren vorzuschlagen:

a) Europa-Type,
b) Amerika-Type.

Europa-Type. Nach langer allgemeiner Diskussion, in welcher einige Länder die Abmessungen ihrer bisherigen Sockel beizubehalten wünschten, und in welcher andere einen Kompromiß zur Lösung der Schwierigkeiten vorschlugen, wurde schließlich ein Ausgleich gefunden zwischen der bestehenden englischen Ausführung und der auf dem Kontinent am weitesten verbreiteten. Der neue Vorschlag ist wie folgt gekennzeichnet:

A. Der Nominal-Durchmesser der federnden Stifte für Rundfunkröhren soll 3 mm sein.

B. Der federnde Stift darf nicht hineingehen in eine Lehre mit Bohrungen von 3 mm Durchmesser, muß dagegen unter leichtem Druck passen in eine Lehre mit Bohrungen von 3,2 mm Durchmesser. Bei diesen Lehren sind die gewöhnlichen Lehren-Toleranzen zulässig.

C. Der federnde Stift muß ohne dauernde Formänderung zusammendrückbar sein auf einen Durchmesser von 3,05 mm.

D. Der Abstand zwischen Gitter- und Anodenstift soll 16,25 mm betragen und geteilt werden in zwei Abschnitte durch eine rechtwinklig auf der Verbindungslinie der Mitten des Gitter- und Anodenstiftes stehenden Linie. Der Abstand der Mitte des Gitterstiftes von dieser Teillinie soll 6,1 mm, und dementsprechend der Abstand der Mitte des Anodenstiftes von dieser Linie 10,15 mm sein.

E. Die Mitten der Heizstifte müssen auf der genannten Teillinie liegen und einen Abstand von der Verbindungslinie zwischen Gitter- und Anodenstift von 8 mm haben.

F. Die Maße, die unter D. und E. angegeben sind, legen die theoretischen Mitten der 4 Stifte fest. Als Toleranz für die Praxis wird gefordert, daß die wahren Mitten der Stifte innerhalb eines Kreises liegen, der um die theoretischen Mitten geschlagen ist mit einem Radius von 0,1 mm.

G. Die Mindestlänge der Stifte beträgt 12 mm.

Nach Ansicht des Kommittees stellen Sockel, die nach obigen Angaben hergestellt sind, ein praktisch brauchbares Kompromiß dar zwischen dem in England verwendeten Sockel und dem auf dem Kontinent üblichen, welches die Verwendung der bestehenden Fassungen erlaubt und einen guten Kontakt gewährleistet.

Das Kommittee empfiehlt die Einführung dieses neuen internationalen Normensockels in der Weise, daß bei An-



fertigung neuer Werkzeuge für Sockel die neuen Maße zur Anwendung gelangen.

Für den Fall, daß ein Stift besonders gekennzeichnet sein solle, wird festgelegt, daß dies beim Anodenstift geschieht.

Als maximaler Durchmesser für den Sockelkörper ist 33 mm zugelassen.

Amerika-Type. Nach kurzer Diskussion wurde beschlossen, die bereits in U. S. A. genormte Ausführung als Norm zu übernehmen.

Die festgelegten Daten sind folgende:

A. Sockeldurchmesser maximal 35 mm.
B. Stifte ungefedert und ungeschlitzt.
C. Mindeststiftlänge 14 mm.
D. Durchmesser der Heizstifte 4 mm ± 0,08 mm, Durchmesser von Gitter- und Anodenstift 3,2 mm ± 0,08 mm.
E. Lage der Stifte:

Ihre Mitten liegen auf einem Kreise von 16,3 mm Durchmesser, geschlagen um die Mitte des Sockels.

Die Mitten der Heizstifte sind 11,9 mm voneinander entfernt.

Der Abstand Mitte Anodenstift bis Mitte Gitterstift beträgt 11,1 mm.

Die Verbindungslinie der Mitten der Heizstifte und die Verbindungslinie der Mitten von Gitter- und Anodenstift verlaufen parallel.

Unterlagen sind veröffentlicht im: Nema Handbook of Radio Standard, Second Edition, March 1927, herausgegeben von National Electrical Manufacturers Association, 420 Lexington Avenue, New York.

Gleichrichter- und Senderöhren wurden nicht behandelt, da sie nach Meinung des Kommittees zur Zeit noch nicht reif zur Normung sind.

Berichter: Oberingenieur Lock.

13. Meßinstrumente (Measuring Instruments).

Vorsitzender: St. Col. Edgcumbe, England.

In der neugebildeten Kommission für Meßinstrumente sind die folgenden Staaten vertreten: Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Schweiz, Tschechoslowakei, Vereinigte Staaten von Nordamerika. Das Sekretariat der Kommission hat das Deutsche Kommittee (Dr. Schmidt, PTR); den Vorsitz bei den Verhandlungen in Bellagio führte Kolonel K. Edgcumbe (England). Außer den genannten Staaten hatten Vertreter entsandt: Australien, Dänemark, Japan, Polen und Rumänien.

Gemäß Beschluß des Committee of Action behandelte die Kommission „Elektrizitätszähler". Die Grundlage der Diskussion bildete ein vom deutschen Vertreter erstatteter Bericht über die Bestimmungen, die in den wichtigsten Staaten bezüglich der Zähler gültig sind. Der Bericht erstreckte sich auf die folgenden Fragen:

Nennstromstärken, Überlastungsfähigkeit, Zählwerke, Ankerdrehrichtung, Isolationsprüfung, Bezeichnung der Zählerkonstante, Normalschaltungen und Genauigkeit.

Die nachstehend angeführten Beschlüsse der Kommission über diese Fragen sind nicht endgültig; sie werden vielmehr den nationalen Kommittees zur Beratung und Beschlußfassung vorgelegt.

Die Beschlüsse beziehen sich lediglich auf Wechselstromzähler; die Bestimmungen sollen für Prüfungen bei Abnahme von Lieferungen maßgebend sein. Der Inhalt der Beschlüsse ist kurz der folgende:

1. Ankerdrehrichtung. Die Drehrichtung soll, von vorn gesehen, von links nach rechts sein.

2. Kennzeichnung der Zählerkonstanten. Eine Übereinstimmung wurde nicht erzielt; die Vereinigten Staaten drücken die Zählerkonstante in Wattstunden je Umdrehung aus, während in den übrigen Staaten die Zahl der Umdrehungen pro Kilowattstunde als Zählerkonstante bezeichnet wird.

3. Nennstromstärken. Als normale Stromstärken gelten:

5, 10, 20, 50, 75, 100, 150 A.

Auf Antrag von Frankreich und der Schweiz wurde für die Fälle, in denen eine kleinere Nennstromstärke erwünscht ist, 2,5 A als normale Stromstärke festgesetzt.

4. Isolationsprüfung. Die Prüfspannung für alle Zähler bis 660 V Nennspannung ist 2000 V.

5. Überlastungsfähigkeit. Zwei Arten von Prüfungen sollen für die Feststellung der Überlastungsfähigkeit maßgebend sein:

a) die Prüfung der Erwärmung durch Überlastung während einer längeren Zeit und
b) die Prüfung des Einflusses von heftigen und kurzdauernden Überlastungen (Kurzschlußprobe).

Für die Prüfung nach a) sollen die Zähler bis 10 A mit 200 % der Nennstromstärke, die Zähler über 10 A mit 150 % der Nennstromstärke während einer halben Stunde überlastet werden.

Für die Kurzschlußprobe wurden noch keine näheren Festsetzungen getroffen; diese Frage soll nochmals in den nationalen Kommittees beraten werden.

6. Normalschaltungen. Außer Deutschland hat bisher kein anderer Staat Normalschaltungen für Zähler festgelegt. Es wurde daher beschlossen, die deutschen Schaltungsbilder den beteiligten Staaten zur Kenntnis zu bringen.

7. Zählwerke. Die Verschiedenheit in der Ausführung der Zählwerke ist in den einzelnen Staaten so groß, daß eine Einigung in absehbarer Zeit nicht zu erwarten ist. Es wurde lediglich festgelegt, daß die anzuzeigende Einheit ausschließlich die Kilowattstunde sein soll.

8. Genauigkeit. Insbesondere die Vertreter von England und Nordamerika wiesen darauf hin, daß die Genauigkeitsgrenzen, wie sie in den deutschen Beglaubigungsfehlergrenzen festgelegt sind, zu weit seien; außerdem wurden Festsetzungen für das Verhalten der Zähler bei veränderten Betriebsbedingungen (Temperatur-, Frequenz- und Spannungsänderung) für nötig gehalten. Die Vereinigten Staaten haben bereits eingehende Bestimmungen in dieser Richtung festgelegt. Diese sollen die Grundlage für eine weitere Behandlung der Frage durch die nationalen Kommittees bilden.

Das Deutsche Kommittee wurde ersucht, für die nächste Sitzung der Kommission die folgenden Fragen vorzubereiten:

1. Ergänzung der Isolationsprobe durch Widerstandsmessungen.
2. Festsetzung der Anlaufstromstärke.
3. Festsetzung der Drehfeldrichtung.
4. Normalisierung der Aufhängepunkte.
5. Bestimmungen über Meßwandler.

Berichter: Regierungsrat Dr. Schmidt.

14. Kennzeichnung der Rohwasserkräfte (Rating of Rivers).

Vorsitzender: M. J. Murphy, Canada.

Die Schaffung der Grundlagen für eine Statistik der Rohwasserkräfte auf der ganzen Erde ist der Zweck der Arbeit. Gegenwärtig wird nicht nur die Aufstellung einer Statistik, sondern sogar die Gewinnung auch nur eines Überblickes erschwert durch die große Verschiedenheit in den Grundsätzen, nach denen die einzelnen Staaten ihr Beobachtungsmaterial ordnen. Man war sich der Schwierigkeiten der Aufgabe wohl bewußt: es wird nötig sein, daß viele Staaten die Form ihrer eigenen Aufzeichnungen ändern oder mindestens ihnen neue Rubriken zufügen. Man kam, ohne endgültige Beschlüsse zu fassen, dahin überein, daß die Statistik sich auf die Rohwasserkräfte beziehen soll, um von dem gegenwärtigen teilweise zufälligen Stadium des Ausbaues unabhängig zu sein; ferner kam man überein, daß das Kilowatt als Einheit der Wasserleistung dienen soll, und schließlich darüber, daß die Wassermengen-Dauerlinie die Grundlage der Statistik bilden sollte; daneben soll der Monat oder die Jahreszeit, in denen die kleinsten Wassermengen zu erwarten sind, angegeben werden.

Der ganze Fragenkomplex wurde an die Kommittees der Länder zur Weiterberatung zurückverwiesen.

Berichter: Prof. Dr. D. Thoma.

Deutsches Kommittee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission.

K. Strecker, Vorsitzender. P. Schirp, Schriftführer.



Kennzahlen zum Entwurf und Vergleich von Typenreihen elektrischer Maschinen*.

Von Dr.-Ing. Hans Rosenthal, Berlin.

Übersicht. Es läßt sich das ganze Gebiet des Elektromaschinenbaues unter einheitlichen Gesichtspunkten betrachten, wenn es gelingt, die Eigenschaften der einzelnen Typen (Materialausnutzung, Wirkungsgrad usw.) durch Kennzahlen zu charakterisieren, die innerhalb einer ganzen Typenreihe konstant sind. Zu diesem Zweck wird zunächst eine solche Kennzahl theoretisch abgeleitet und an ausgeführten Maschinen nachgewiesen, mit deren Hilfe sich die Materialausnutzung einer Reihe beurteilen und mit andern Reihen vergleichen läßt.

I. Die Typenkennzahl. Theoretische Grundlagen.

Um beim Entwurf umlaufender elektrischer Maschinen einen Anhalt für die bei gegebener Leistung und Drehzahl erforderlichen Abmessungen zu haben, bedient man sich bekanntlich eines Zahlenfaktors, der den Zusammenhang zwischen Drehmoment und Volumen des Läufers darstellt.

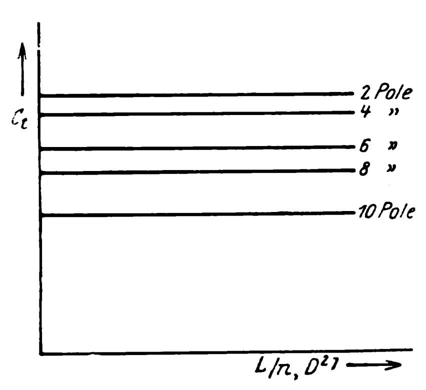


Abb. 1. Kennzahlen von Typenreihen.

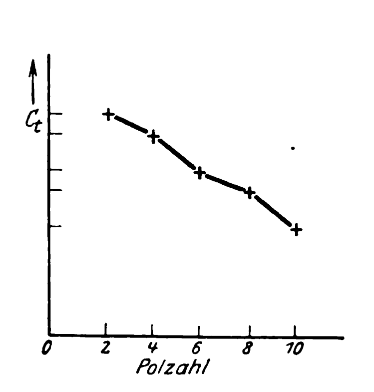


Abb. 2. Ausnutzungscharakteristik einer Maschinengattung.

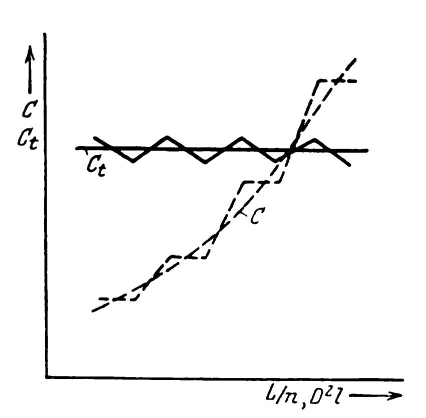


Abb. 3. Ausnutzungsfaktoren und Typenkennzahlen einer Typenreihe.

Mag man diesen Erfahrungswert nun „Ausnutzungsfaktor" der Maschine oder Essonsche Zahl nennen und durch die Gleichung

$$C = \frac{L}{D^2 l n} \; [= c B_l . AS] \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

definieren,

(L = Leistung,
D = Ankerdurchmesser,
l = Eisenlänge,
n = Drehzahl in der Minute).

oder mag man ihn als „Ankerausnutzungsfaktor" (Ossanna) oder als „scheinbaren Drehschub" (Richter) oder endlich seinen reziproken Wert als „Maschinenkonstante" (Arnold) bezeichnen, gemeinsam ist diesen Faktoren, daß sie dem für 1 m³ Läufervolumen erzielbaren Drehmoment proportional sind. Dieses wächst aber mit wachsender Maschinengröße, ist also seinerseits wieder eine Funktion der Ankerdimensionen bzw. des Drehmomentes. Die Kenntnis des Ausnutzungsfaktors C irgendeiner Maschine ermöglicht daher nicht die Berechnung der Dimensionen einer ähnlichen Maschine anderer Leistung. Hierzu müßte der Verlauf der Funktion $C = f(D^2 l)$ bzw. $f(L/n)$ bekannt sein.

Man findet daher in allen Lehr- und Handbüchern des Elektromaschinenbaues Zahlenangaben oder Kurven über die Abhängigkeit des Ausnutzungsfaktors von der Maschinengröße oder, was auf dasselbe herauskommt, über die Abhängigkeit der beiden Faktoren, die die Größe des Ausnutzungsfaktors bestimmen, nämlich der Luftinduktion B_l und des Strombelages AS, von der Maschinengröße. Alle diese Zahlenangaben und Kurven haben aber nur sehr bedingten Wert, weil sich die Größe des Ausnutzungsfaktors — wie wir allgemein die Faktoren C nennen wollen — nicht nur mit dem Drehmoment ändert, sondern auch bei ein und demselben Drehmoment verschiedene Werte annimmt, wenn wir es mit Maschinen verschiedener Polzahlen zu tun haben. Es ist also schon rein theoretisch unmöglich, die Materialausnutzung einer ganzen Maschinengattung mit Hilfe einer einzigen Kurve zu erfassen.

Um einen einigermaßen zuverlässigen Anhalt für die Abmessungen einer neu zu entwerfenden Maschine zu haben, müßte man nicht nur für jede Maschinengattung — Drehstrom-Synchron-, Asynchronmaschinen, Gleichstrommaschinen usw. —, sondern auch für jede Polzahl eine C-Kurve aufzeichnen, erhielte also eine Kurvenschar für jede Maschinengattung. Jede dieser Kurven ist aufgebaut auf einer größeren Anzahl von Versuchs- und Erfahrungswerten. Liegt die neu zu entwerfende Maschine der Größe nach zwischen bereits ausgeführten, so läßt sich dann der C-Wert aus der Kurve ablesen. Soll eine Maschine bisher nicht gebauter Leistung entworfen werden, so kann man den Wert von C noch ungefähr schätzen.

Nun sind aber die Ausnutzungsfaktoren keine unabänderlich feststehenden Werte. So wie es z. B. gelingt, die Eigenschaften des aktiven Materials oder die Kühlung zu verbessern, steigen die Ausnutzungsfaktoren mit der aus dem gleichen Volumen erzielbaren Leistung an. Soll dann nach einer bereits gebauten und durchgeprüften Type eine ganze Reihe entwickelt werden, so ist man wieder auf Erfahrung und Versuch angewiesen; denn die Gleichung der Ausnutzungskurve ist unbekannt und durch die eine Maschine nur ein einziger Punkt auf ihr gegeben. Es wäre eine große Erleichterung, wenn man die Gleichung der Ausnutzungskurve kennen würde, und am vorteilhaftesten wäre es, wenn man statt des Ausnutzungsfaktors einen Zahlenfaktor einführen könnte, der die Ausnutzung des Materials eindeutig kennzeichnet und dabei innerhalb einer ganzen Reihe konstant bleibt. Die Ausnutzungskurve wäre dann eine Parallele zur Abszissenachse, und die Ausnutzung der ganzen Reihe ließe sich durch eine einzige Zahl kennzeichnen. Für verschiedene Polzahlen ergäbe sich dann ein Bild, wie es schematisch Abb. 1 zeigt. Derartige Zahlenfaktoren, die die Eigenschaften einer ganzen Typenreihe charakterisieren, wollen wir allgemein als Kennzahlen bezeichnen, diejenige Kennzahl, die uns speziell ein Bild über die Ausnutzung der Typenreihe gibt, als Typenkennzahl.

Trägt man die Typenkennzahlen irgendeiner Maschinengattung — also z. B. für normale Drehstrom-Schleifringankermotoren — als Funktion der Polzahl auf, so erhält man die „Ausnutzungs-Charakteristik" dieser ganzen Maschinengattung (Abb. 2). Um nun die Kennzahlen in unserem Sinne zunächst theoretisch zu ermitteln, wollen wir uns die Gesetzmäßigkeiten ansehen, nach denen eine Typenreihe aufgebaut ist.

Vidmar[1] hat wohl als erster auf das „Wachstumsgesetz der elektrischen Maschine" hingewiesen, welches

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für Elektromaschinenbau) am 19. V. 1927 und im EV Aachen am 31. V. 1927.

[1] M. Vidmar, Der wirtschaftliche Aufbau der elektrischen Maschine, Berlin 1918.

folgendes besagt: Denkt man sich bei einer elektrischen Maschine sämtliche Abmessungen im gleichen Maßstab vergrößert, während die Nutenzahl, die Zahl der Leiter für 1 Nut und die spezifischen Belastungen des aktiven Materials, d. h. B_l und s_a, konstant bleiben, so wächst die Leistung dieser Maschine mit der 4. Potenz der linearen Abmessungen und das Gewicht des aktiven Materials mit der 3. Potenz. Oder, was dasselbe ist, das Gewicht steigt mit der $^3/_4$. Potenz der Leistung.

Besser ist es, wenn man nicht von Gewicht und Leistung, sondern von Volumen und Drehmoment spricht und dementsprechend sagt: Das Volumen der Maschine ändert sich mit der $^3/_4$. Potenz des Drehmomentes:

$$D^2 l = c\,(L/n)^{3/4} \qquad (2)$$

Das ist ohne weiteres klar, wenn man bedenkt, daß das Drehmoment dem Produkt aus Kraftfluß und Ampereleitern proportional ist, die sich beide mit dem Quadrat der linearen Abmessungen ändern, oder, mathematisch ausgedrückt:

$$M_d = c\,\frac{L}{n} = \Phi\,J\,z = B_l\,Q_l \cdot q_a\,z\,s_a \qquad (3)$$

Schreiben wir die Gl. (2) in der Form

$$\frac{1}{c} = C_t = \frac{(L/n)^{3/4}}{D^2 l}, \qquad (4)$$

so haben wir mit dem Faktor C_t eine Kennzahl im obengenannten Sinne; denn diese Zahl würde für eine Reihe gleichartig aufgebauter Maschinen konstant sein, im Gegensatz zu dem Ausnutzungsfaktor C nach Gl. (1). Voraussetzungen für die Gültigkeit des Wachstumsgesetzes überhaupt und damit der Gl. (4) waren, worauf nochmals hingewiesen werden soll: geometrische Ähnlichkeit der einzelnen Typen der Reihe, konstante Eisenbelastung B_l, konstante Kupferbelastung s_a. Leider läßt sich nun aber im praktischen Elektromaschinenbau keine einzige der drei Voraussetzungen für die Richtigkeit des Wachstumsgesetzes erfüllen. Was die Ähnlichkeit anbelangt, so kommt sie im strengen Sinne, d. h., daß s ä m t l i c h e Dimensionen proportional vergrößert würden, natürlich nicht vor.

Eine Abweichung von der Idealreihe ergibt sich schon aus dem Zwang, gewisse Einheitspannungen einzuhalten. Es wird also die Gesamtleiterzahl z nicht konstant bleiben. Man wird aber dem Sinne des Gesetzes vollkommen gerecht, wenn man annimmt, daß der Gesamt-Kupferquerschnitt der Maschine, also $q_a z$, mit dem Quadrat der linearen Abmessungen wächst; wie die Verteilung des Kupfers im einzelnen ist, ist nicht wesentlich.

Aber auch die geometrische Ähnlichkeit im weiteren Sinne läßt sich nicht immer aufrechterhalten, weil das Verhältnis Eisenlänge zu Durchmesser $(l : D)$ aus praktischen Gründen oft nicht konstant zu halten ist, z. B. wenn man mit einem einzigen Blechschnitt mehrere Maschinentypen herstellen will. Angenommen, man hätte zwei Maschinen gleichen Durchmessers, aber verschiedener Eisenlänge, und würde wieder die Materialbeanspruchung bei beiden konstant halten, so wäre der A u s n u t z u n g s f a k t o r für beide Maschinen die gleiche Zahl; denn die Leistung kann man proportional der Länge setzen. Die T y p e n k e n n z a h l würde aber für die Maschinen größerer Eisenlänge kleiner werden. Wie man leicht ableiten kann, verhalten sich die Typenkennzahlen zweier Maschinen gleichen Durchmessers umgekehrt wie die 4. Wurzeln aus den Eisenlängen:

$$\frac{C_t}{C_{t_0}} = \sqrt[4]{\frac{l_0}{l}} \qquad (5)$$

Demgemäß würde also für eine Typenreihe, die beispielsweise so aufgebaut wäre, daß immer zwei aufeinanderfolgende Typen mit den gleichen Blechschnitten hergestellt werden, die Kurve der Ausnutzungsfaktoren entsprechend der gestrichelten Linie der Abb. 3 verlaufen, die Kurven der Typenkennzahlen entsprechend der ausgezogenen Linie. Als Abbild der Typenkennzahl bzw. des Ausnutzungsfaktors der R e i h e würde man dann die Mittelwertskurve bezeichnen.

Gl. (5) zeigt nun aber, daß selbst eine ganz erhebliche Abweichung der Eisenlängen nur eine verhältnismäßig geringe Abweichung der Typenkennzahlen zur Folge hat, die Forderung der geometrischen Ähnlichkeit also sehr weit gefaßt, d. h. auf den äußeren Aufbau (Polzahl usw.) beschränkt werden kann. Schwieriger liegt die Sache mit den Forderungen der Konstanz der Eisen- und Kupferbelastungen, die sich bestimmt nicht aufrechterhalten lassen.

Wie Vidmar selber gezeigt hat, liegt das Problem der k l e i n e n Maschine im Magnetisierungstrom; um den prozentualen Magnetisierungstrom nicht zu hoch anwachsen zu lassen, muß mit sinkender Leistung die Eisenbelastung bzw. B_l verkleinert werden. Anderseits ist das Problem der g r o ß e n Maschine die Abführung der Verlustwärme; um sie bewältigen zu können, muß mit wachsender Leistung die Kupferbelastung, also s_a, herabgesetzt werden. Man wird also auch bei einer Reihe geometrisch ähnlicher Maschinen nicht auf konstantes B_l und s_a rechnen dürfen. Die Gl. (3) lehrt aber, daß das Drehmoment auch dann konstant bleibt, also Gl. (4) ihre Gültigkeit behält, wenn z w a r d i e E i n z e l w e r t e d e r M a t e r i a l b e a n s p r u c h u n g e n s i c h ä n d e r n, d a s P r o d u k t $B_l \cdot s_a$ a b e r k o n s t a n t b l e i b t. Die Durchrechnung ausgeführter Typenreihen zeigt nun, daß dies in der Tat in weiten Grenzen der Fall ist.

Die untere Grenze wurde bei den bisherigen Untersuchungen noch nicht erreicht; sie müßte z. B. bei normalen Motoren unterhalb von 0,065 kW bei 1500 Umdr./min, der Leistung der kleinsten nachgeprüften Maschine, liegen. Die obere Grenze ist allein von der Abführbarkeit der Verlustwärme abhängig. Bei offenen Maschinen lassen sich theoretisch auch die größten Wärmemengen abführen, wenn man das aktive Material weit genug unterteilt, um die Oberfläche zu vergrößern, und außerdem nötigenfalls die Kühlung verstärkt. Hier ist also eine Abweichung von der geometrischen Ähnlichkeit geradezu B e d i n g u n g. Ob es u. U. nicht zweckmäßiger ist, statt dessen die Materialbeanspruchungen zu verringern, ist hier nicht zu untersuchen. Auf alle Fälle wäre es bei offenen Maschinen möglich, die Typenkennzahl konstant zu halten.

Bei geschlossenen Maschinen jedoch, bei denen die Gesamtverluste durch die ausstrahlende Oberfläche abgeführt werden müssen, wächst diese Oberfläche nur mit dem Quadrat der linearen Abmessungen, die Verluste aber wachsen mit der dritten Potenz, so daß man bei steigender Leistung bald gezwungen ist, die Beanspruchungen zu ermäßigen. Das heißt aber, daß auf eine konstante Typenkennzahl zunächst n i c h t zu rechnen ist. Die Typenkennzahlen werden vielmehr bei wachsender Maschinengröße sinkende Tendenz haben. Sobald aber die Erwärmungsfrage nicht mehr die ausschlaggebende Rolle spielt, wie etwa bei Z e i t l e i s t u n g e n geschlossener Maschinen, ist wieder eine einheitliche Typenkennzahl für die ganze Reihe zu erwarten und, wie z. B. die Abb. 9 zeigt, auch nachzuweisen.

II. Die Typenkennzahl bei ausgeführten Typenreihen.

Es ist zweckmäßig, als Maß für die Dimensionen das M e t e r, für die Leistung das K i l o w a t t zu verwenden, weil dann die Typenkennzahl für den ganzen Leistungsbereich eine einstellige Zahl wird.

Zur Erleichterung der etwas umständlichen Berechnung von $\left(\frac{L}{n}\right)^{3/4}$ bedient man sich am besten einer Umrechnungskurve; trägt man sowohl $\frac{L}{n}$ als auch $\left(\frac{L}{n}\right)^{3/4}$ in logarithmischem Maßstab auf, so ist die Umrechnungskurve eine Gerade. Mit Hilfe einer solchen sind alle folgenden Typenkennzahlen berechnet worden.

Bei allen Maschinen, deren Drehzahl von der Polzahl abhängig oder eng mit ihr verbunden ist, d. h. also bei allen Wechselstrommaschinen mit Ausnahme der Einphasen-Kommutatormotoren in Reihenschaltung, bietet die eindeutige Bestimmung der Typenkennzahl keine Schwierigkeiten, wenn man unter L die Leistung der synchronen Drehzahl n versteht.

Abb. 4 zeigt die Typenkennzahlen für vier- und sechspolige Drehstrommotoren[2] zwischen 0,3 und 11 kW. Für die vierpoligen Motoren mit Kurzschlußanker, mit Schleifringanker und für die sechspoligen Motoren lassen sich die Einzelwerte der Typenkennzahlen je um einen Mittelwert gruppieren.

Abb. 5 zeigt die Typenkennzahlen für normale, offene Drehstrom-Kurzschlußankermotoren verschiedener Polzahlen. Als Abszissen sind hier die Leistungen aufgetragen. Das Bild gibt einen guten Einblick in die Grundlagen, nach denen derartige Reihen aufgebaut sind. Da bekanntlich mit wachsender Leistung die Drehzahlen normaler Maschinen sinken, weil man eine gewisse größte Umfangsgeschwindigkeit aus mechanischen Gründen nicht

[2] Den Untersuchungen liegen vorwiegend Typenreihen der AEG zugrunde. Aus naheliegenden Gründen sind in den Abbildungen nicht die tatsächlichen Werte der Typenkennzahlen eingetragen, sondern Prozentwerte, die auf eine beliebige, mit 100% bezeichnete Typenkennzahl bezogen sind.



gern überschreitet, wird beim Entwurf von Typenreihengruppen zunächst die Reihe derjenigen Drehzahl entwickelt, die für das betreffende Leistungsgebiet am häufigsten verwendet wird. Alle Typenreihen anderer Polzahl sind dann bereits in ihren äußeren Abmessungen im wesentlichen festgelegt, und ihre Leistungen müssen sich nach der erstentworfenen Reihe richten.

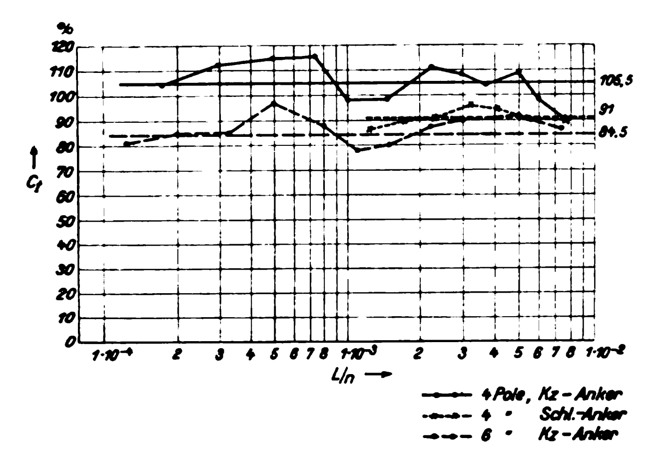


Abb. 4. Typenkennzahlen normaler, offener Drehstrom-Asynchronmotoren.

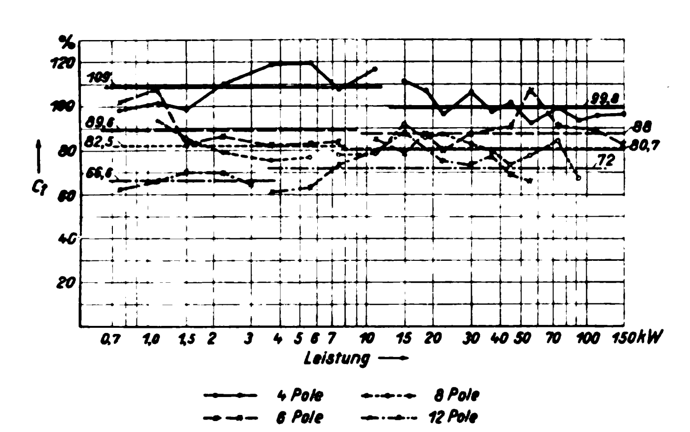


Abb. 5. Typenkennzahlen normaler Drehstrom-Kurzschlußanker-motoren.

Bei Abb 5 macht sich diese Tatsache in dem Bruch in der Mitte zwischen den beiden Gruppen von Typenreihen bemerkbar. Die linke Gruppe umfaßt die Werte unterhalb etwa $L/n = 0{,}005$, die rechte Gruppe die Werte oberhalb dieser Grenze. Die kleineren Typen sind vorwiegend mit Rücksicht auf die kleineren Polzahlen entworfen, die größeren mit Rücksicht auf die höheren Polzahlen. Infolgedessen liegt die Typenkennzahl der vierpoligen Motoren auf der linken Seite des Bildes höher, die Typenkennzahl der zwölfpoligen Motoren tiefer als auf der rechten Seite. Für mittlere Drehzahlen, also 6- und 8polige Maschinen, sind die Kennzahlen über den ganzen erfaßten Bereich von etwa 0,5 bis 200 kW im Mittel gleich.

Trägt man nun die Mittelwerte der Typenkennzahlen aller Reihen als Funktion der Polpaarzahl auf, so erhält man (Abb. 6) die Ausnutzungscharakteristik für Drehstrom-Kurzschlußankermotoren, und zwar entsprechend den beiden Gruppen der Abb. 5 zwei Kurven, die aber nicht sehr wesentlich voneinander abweichen. (Es sind auch die Werte für diejenigen Polzahlen berücksichtigt, die in Abb. 5 der besseren Übersicht wegen nicht wiedergegeben wurden.)

Wollen wir jetzt die Richtigkeit unserer Überlegungen auch für Gleichstrommaschinen feststellen, so zeigt sich zunächst eine Schwierigkeit insofern, als das Drehmoment einer Type nicht konstant zu sein pflegt. Betrachten wir das in Abb. 7 eingetragene Leistungsbild [d. h. $L = f(n)$] einer normalen Gleichstrommotoren-Reihe für 220 V, so sehen wir, daß die Leistung irgendeiner Type nicht proportional der Drehzahl ansteigt, sondern anfangs rascher, oberhalb einer gewissen Drehzahl langsamer als proportional. Dementsprechend ändert sich auch die Typenkennzahl einer Type mit der Drehzahl, und da bei Gleichstrommaschinen keine Drehzahl bevorzugt ist, läßt sich zunächst nicht sagen, welche Typenkennzahl nun eigentlich für die betreffende Type bzw. Typenreihe charakteristisch ist.

Würde man die Typenkennzahl auf eine beliebige, für alle Typen der Reihe gleiche Drehzahl beziehen, z. B. auf 1000 Umdr./min, so wäre das sicher nicht richtig. Denn genau wie bei den Drehstrommotoren werden mit wachsenden Drehmomenten die mittleren Drehzahlen der Typen kleiner. Unter der mittleren Drehzahl einer Type wird der Mittelwert zwischen der größten und kleinsten normal zulässigen Drehzahl verstanden. Die minutliche Drehzahl 1000 ist für eine normale Maschine von 100 kW Leistung schon recht groß, für eine solche von 0,5 kW dagegen als vergleichsweise klein zu bezeichnen.

Das gilt, wie gesagt, für normale Wechselstrom-(Drehstrom-)Maschinen in gleicher Weise. Während man aber bei diesen beim Übergang zu einer kleineren Drehzahl zwangläufig zu höherer Polzahl gelangt, also im Sinne unserer Ausführungen auf eine andere Typenreihe überspringt, richtet sich bei Gleichstrommaschinen die Polzahl nach anderen Gesichtspunkten. Während wir also die Typenkennzahl der Wechselstrommaschine auf ihre synchrone Drehzahl beziehen, führen wir für die Gleichstrommaschine zweckmäßig die mittlere Drehzahl ein. Damit diese aber nicht für jede Type einer Reihe erst empirisch festgestellt werden muß, wollen wir versuchen, einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen mittlerer Drehzahl und Drehmoment bzw. mittlerer Leistung innerhalb einer Typenreihe herzustellen.

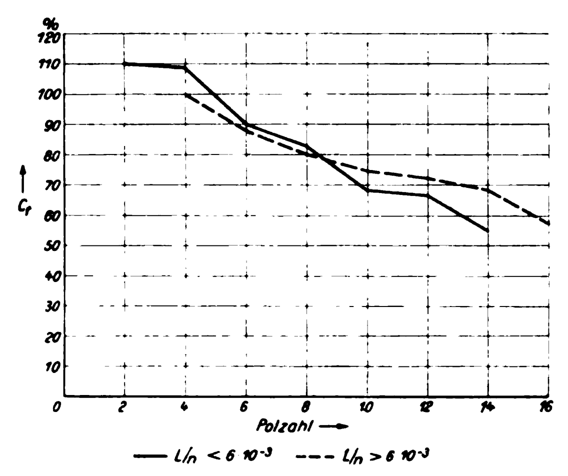


Abb. 6. Ausnutzungscharakteristik der Drehstrom-Kurzschlußanker-motoren nach Abb. 5.

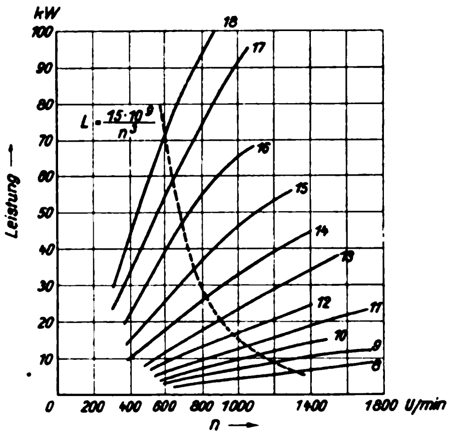


Abb. 7. Leistungsbild einer Gleichstromreihe. Offene Motoren, 4 Pole, 220 V.

Zu diesem Zwecke nehmen wir an, daß bei der mittleren Drehzahl alle Typen der — natürlich wieder geometrisch ähnlich aufgebauten — Typenreihe gleiche Ankerumfangsgeschwindigkeit besäßen, also

$$D\, n_m = \text{konst.} \qquad (6)$$

Aus der früher abgeleiteten Beziehung, daß das Drehmoment mit der vierten Potenz der linearen Abmessungen wächst,

$$\frac{L}{n} = C\,D^4, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

folgt dann mit Gl. (6)

$$\frac{L}{n} = \frac{L_m}{n_m} = \frac{C}{n_m^4} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

oder

$$L_m = \frac{C}{n_m^3}\,^{3*}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

d. h. innerhalb einer Typenreihe ändert sich bei konstanter Umfangsgeschwindigkeit des Ankers das mittlere Drehmoment umgekehrt proportional der vierten Potenz, die mittlere Leistung umgekehrt proportional der dritten Potenz der mittleren Drehzahl. (Mittlere Leistung bzw. mittleres Drehmoment sind hierbei die auf die mittlere Drehzahl bezogenen Werte der Leistung bzw. des Drehmomentes.) Sinngemäß ist eine beliebige Leistung L_1 einer Type nur dann mit der Leistung L_2 einer anderen Type der Reihe zu vergleichen, wenn die Gleichung

$$L_1\,n_1^3 = L_2\,n_2^3 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

erfüllt ist. In Abb. 5 wurde z. B. die mittlere Drehzahl der Type Nr. 12 willkürlich als Ausgangspunkt gewählt und durch diesen Punkt die Kurve $L_m = \frac{C}{n_m^3}$ gelegt. Es zeigt sich nun, daß diese Kurve nicht nur sehr genau die mittleren Drehzahlen der vierpoligen Reihe wiedergibt, sondern auch die der anschließenden zweipoligen und sechspoligen Reihe, daß also das „Gesetz der mittleren Drehzahl" auch dann noch anwendbar ist, wenn eine geometrische Ähnlichkeit der Typen nicht besteht.

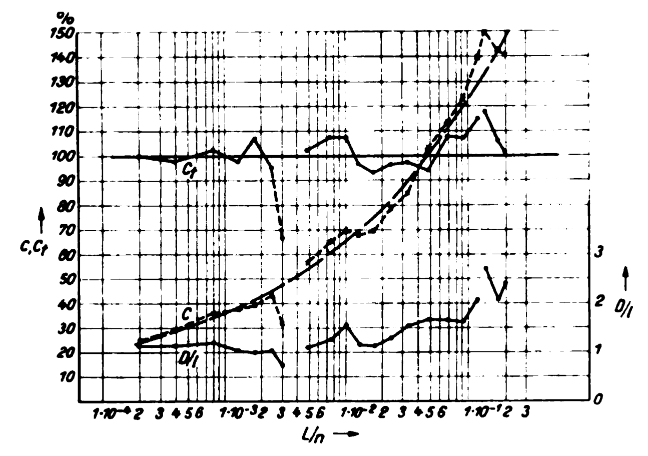


Abb. 8. Typenkennzahlen und Ausnutzungsfaktoren normaler, offener Gleichstrommotoren für 220 V

In Abb. 8 sind die so berechneten Typenkennzahlen sowie die Ausnutzungsfaktoren der Gleichstromreihen eingetragen. Daß die Typenkennzahlen nicht nur für jede einzelne Typenreihe (2, 4 und 6 Pole) angenähert konstant bleiben, sondern daß alle drei Reihen, d. h. Motoren von etwa 0,5 kW bei 3000 Umdr./min bis zu etwa 105 kW bei 520 Umdr./min durch eine einzige Kennzahl wiedergegeben werden können, ist allerdings nur ein zufälliges Zusammentreffen. Man sieht aber hierbei besonders deutlich, wieviel leichter sich die Ausnutzung einer Reihe mit Hilfe der Typenkennzahl als mit Hilfe des Ausnutzungsfaktors beurteilen läßt. Während C_t nur um rd. ± 10 % schwankt, wächst C von der kleinsten bis zur größten Type von 20 % bis etwa 140 %, also im Verhältnis 1 : 7!

Um zu zeigen, daß die Schwankungen von C_t wesentlich durch die Änderungen des Verhältnisses vom Durchmesser zur Länge beeinflußt werden, wurden in Abb. 8 auch die Werte von $D : l$ aufgetragen. Man sieht, daß die C_t-Kurve dieser letzten Kurve sehr ähnlich ist.

Daß die Typenkennzahl auch bei geschlossenen Maschinen anwendbar ist, zeigt Abb. 9. Die dort eingetragenen Kurven gehören zwei verschiedenen Reihen geschlossener Gleichstrommotoren (für 500 V) an, für jede Reihe wurden die C_t-Werte für 30- und 60 min-Leistung berechnet.

Die Abb. 9 zeigt vor allem sehr deutlich die Eignung der Typenkennzahl zum Vergleich von verschiedenen Reihen. Würde man z. B. einzelne Typen jeder Reihe einander gegenüberstellen, so würden sich derartige Differenzen in den Verhältnissen der Ausnutzungsfaktoren bzw. Kennzahlen ergeben, daß man kaum ein zutreffendes Bild gewinnen könnte. Beispielsweise ergibt die Gegenüberstellung der etwa drehmomentgleichen Typen 5 der Reihe A und 3 der Reihe B bei 60 min-Leistung $C_t = 66$ % bzw. 120 %, also ein Verhältnis 1 : 1,82; ein Vergleich der Typen 7, Reihe A, und 4, Reihe B, dagegen $C_t = 77$ % bzw. 99 %, also ein Verhältnis 1 : 1,29!

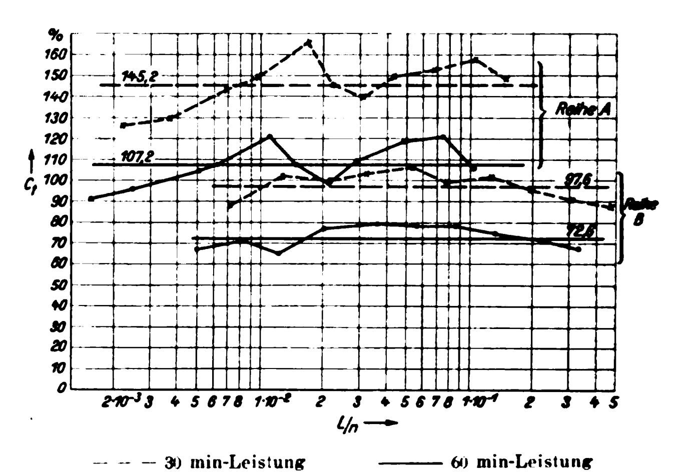


Abb. 9. Typenkennzahlen geschlossener Gleichstrommotoren für 500 V, 30- und 60 min-Leistung, mit 4 Polen.

Die mittleren Kennzahlen „72,6 % und 107,2 % bei 60 min" genügen dagegen vollkommen, um die Reihen im ganzen vergleichen zu können.

Es liegt unbedingt etwas Unbefriedigendes darin, als Grundlage für die Berechnung elektrischer Maschinen Zahlen zu verwenden, die nicht nur rein empirisch gefunden, sondern auch durch keine Gesetzmäßigkeit verbunden scheinen. Wir haben nun versucht, die große Mannigfaltigkeit der Ausnutzungsfaktoren, die keinerlei Übersicht über den Elektromaschinenbau als Ganzes gestatteten, zu ersetzen durch eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Kennzahlen, mit deren Hilfe es möglich ist, das ganze Gebiet des Elektromaschinenbaues unter einheitlichen Gesichtspunkten zu betrachten. Selbst in den Fällen, in denen die Typenkennzahlen innerhalb der Reihe sinken, kann man sie jedenfalls als sichere Richtlinien für den Entwurf benutzen, als obere Grenzwerte, von denen man aus praktischen Gründen abweicht, die aber für den Idealfall exakte Geltung behalten.

Selbstverständlich kann und soll die Typenkennzahl nicht die genaue Durchrechnung jeder einzelnen Type ersetzen. Aber sie bietet einen sicheren Anhalt für den ersten Entwurf und gestattet einen guten Überblick über den gleichmäßigen Aufbau der Reihen. Weiterhin leistet die Anwendung der Typenkennzahl gute Dienste bei der Bearbeitung von Angeboten, weil man ohne große Rechnung die Dimensionen einer neu zu entwerfenden Maschine mit genügend großer Sicherheit schätzen kann. Endlich läßt sich die Ausnutzung einer ganzen Typenreihe aus der Größe ihrer Typenkennzahl beurteilen und mit anderen ähnlichen Reihen vergleichen.

Um bei solchen Vergleichen die Wirkungsgrade der Reihen ebenfalls zu berücksichtigen, kann man auf Grund ähnlicher Überlegungen wie derjenigen, die zur Aufstellung der Typenkennzahl geführt haben, eine „Wirkungsgradkennzahl"

$$C_\eta = \frac{1}{\left(\frac{1}{\eta} - 1\right)\sqrt[4]{L}} \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

ableiten, die den Wirkungsgrad jeder Type der Reihe kennzeichnet und innerhalb der Reihe konstant bleibt.

Über die Ableitung dieser Zahl, ihren Nachweis bei ausgeführten Typenreihen und die Art und Weise, wie mit ihrer Hilfe die Typenkennzahlen zweier Reihen auf gleiche Wirkungsgradbasis bezogen werden können, soll in einem zweiten Aufsatz berichtet werden.

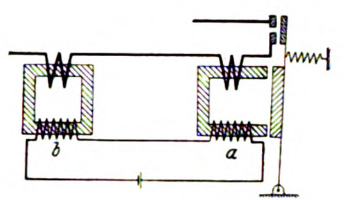
3* Mit den beiden Annahmen, daß das Volumen dem Drehmoment proportional ist ($D^2 l = c\,L/n$), und daß innerhalb der Reihe die Fliehkraft, auf die Masseneinheit bezogen, konstant gehalten wird, ($D\,n^2$ = konst), leitet Kummer (Schweiz. Bauzg. 1927 S. 208 und Bull. S. E. V. 1910 S. 857) die Beziehung $L\,n^5$ = konst. ab. Von den beiden Voraussetzungen entspricht den obigen Betrachtungen zufolge die erste, grundlegende, nicht den tatsächlichen Verhältnissen, daher können wir uns auch den Ergebnissen nicht anschließen.

Fortschritte im Schnellschalterbau.

Von Dipl.-Ing. **Hans Besold**, Berlin-Siemensstadt.

Übersicht. Es wird ein Gleichstrom-Schnellschalter beschrieben, der ein neuartiges Auslösesystem besitzt, das eine besonders kurze Eigenzeit des Schalters ergibt.

Ein Gleichstrom-Schnellschalter ist dadurch gekennzeichnet, daß er beim Auftreten eines Überstromes den Schalterstromkreis öffnet, bevor der Überstrom den durch Spannung, Stromquelle und Ohmschen Widerstand des Kreises gegebenen Höchstwert erreicht hat. Bei Selbstschaltern für geringe Stromstärken lassen sich infolge der geringen Massen der beweglichen Schaltstücke und ihrer Befestigungsteile ohne besondere Schwierigkeiten kurze Öffnungszeiten erreichen; bei Selbstschaltern für große Stromstärken, z. B. über 600 A, führt dagegen die Bedingung der Schnellauslösung zu Sonderkonstruktionen.

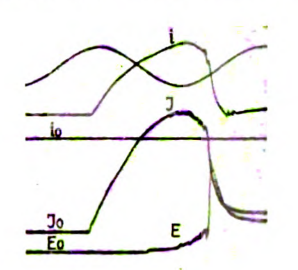


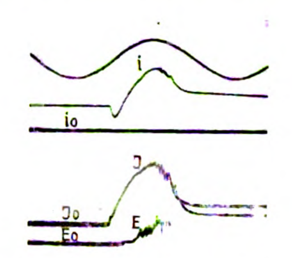
a Haltemagnet *b* Verbunddrossel

Abb. 1. Prinzipschaltung des Haltemagneten und der Verbunddrossel.

Bei den Schnellschaltern kann man hinsichtlich ihrer Bauart zwei Hauptgruppen unterscheiden. Die eine Gruppe benutzt zur Auslösung einen kräftigen Elektromagneten, der bei Überstrom durch Anziehen eines Ankers eine mechanische Sperre auslöst, so daß die Schaltstücke mit großer Beschleunigung mechanisch oder elektromagnetisch geöffnet werden können. Bei der zweiten Bauart geschieht die Sperrung des Schalters elektromagnetisch durch einen gleichstromerregten Haltemagneten, der in der Nähe der Auflagefläche des Halteankers ein Streujoch besitzt. Dieses wird durch eine Hauptstromwicklung derart beeinflußt, daß beim Auftreten eines Überstromes eine Ablenkung der Kraftlinien im Halteanker erzielt wird, ohne daß sich der von der Spannungspule erzeugte Kraftfluß im Haltemagneten wesentlich ändert.

(Abb. 1). Durch den Haltemagneten, der eine gleichstromerregte Spannungspule besitzt, wird der Schalter in der Schließstellung gehalten. Beim Auftreten eines Überstromes vernichtet eine auf dem gleichen Magnetsystem liegende entmagnetisierende Hauptstromwicklung den Haltefluß, so daß der Halteanker freigegeben wird und die Schaltstücke unter der Einwirkung kräftiger Federn auseinandergerissen werden. Ohne Verbunddrossel würde die magnetische Rückwirkung der Hauptstromwicklung aber ein Ansteigen des Haltestromes in der Spannungspule verursachen, so daß der Haltefluß nur langsam nach Maßgabe der magnetischen Zeitkonstante der Spannungspule verschwinden würde (Abb. 2).



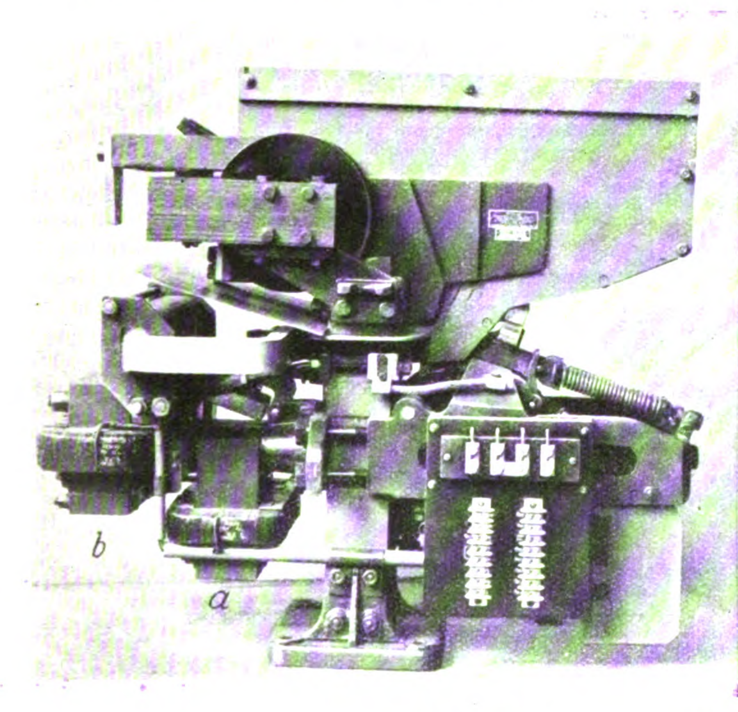


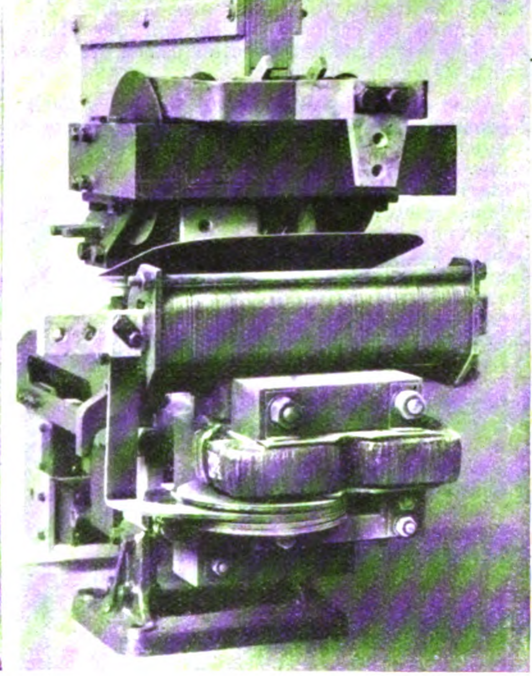
ohne Verbunddrossel mit Verbunddrossel

i Haltestrom *J* Strom in der Hauptstromspule

E Spannung an den Kontakten

Abb. 2. Beeinflussung des Haltestromes *i* durch die Verbunddrossel (Index 0 bezeichnet die Nullwerte; die Sinuswelle ist als Zeitmaßstab mit aufgenommen).





a Haltemagnet *b* Verbunddrossel

Abb. 3. Schnellschalter R 89/2500.

Die Siemens-Schuckertwerke A.-G. hat einen neuen Schnellschalter auf den Markt gebracht, der ein neuartiges Auslösesystem aufweist. Dieses besteht aus einem Haltemagneten *a* ohne Streujoch und einer Verbunddrossel *b*

Würde man in den Haltestromkreis in Reihe mit der Spannungspule eine Drossel legen, so würde dadurch das induktive Anwachsen des Haltestromes verringert und die Öffnungszeit des Schalters verkürzt werden. Um diese Wirkung wesentlich zu verstärken, wird die Verbunddrossel verwendet. Die Stromspule der Verbunddrossel liegt in Reihe mit der Stromspule des Haltemagneten, dessen Spannungspule mit der der Verbunddrossel ebenfalls in Reihe liegt,



aber gegengeschaltet ist (DRP angem.). Tritt nun ein Überstrom auf, so wird in der auf der Verbunddrossel liegenden Spannungspule infolge der magnetischen Verkettung mit der Stromspule eine Gegenspannung induziert, die nicht nur das induktive Anwachsen des Haltestromes verhindert, sondern sogar eine Verringerung des Haltestromes bewirkt (Abb. 2). Dadurch wird erreicht, daß der Fluß im Haltemagneten jeder Veränderung des Überstromes

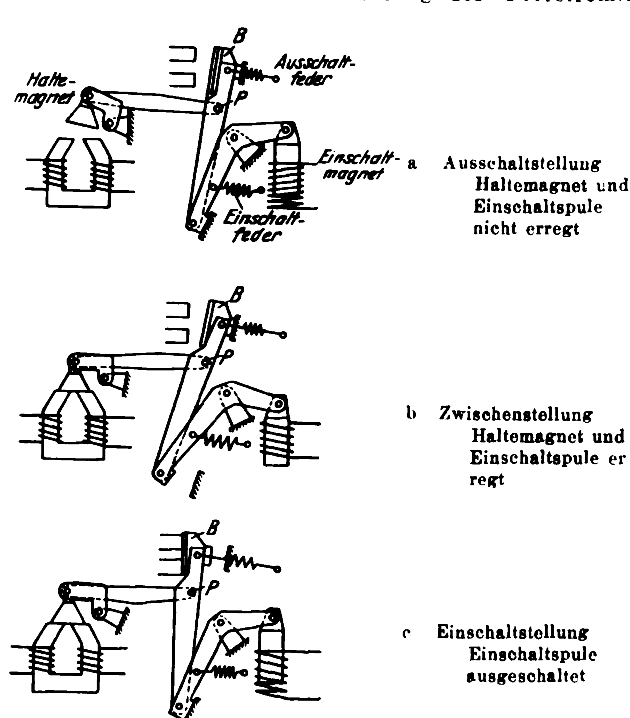
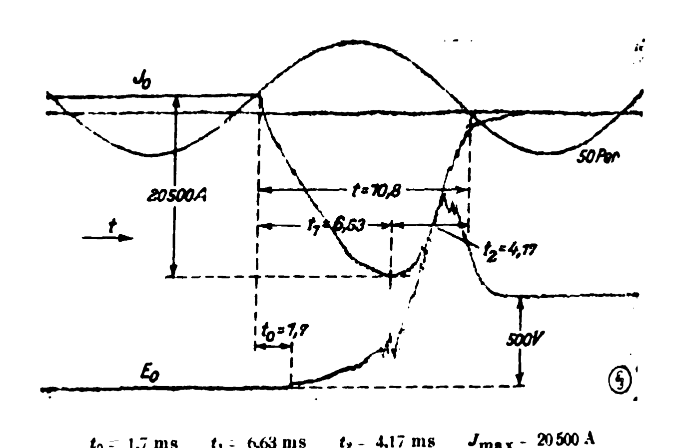


Abb. 4. Schematische Darstellung des Einschaltvorganges.

völlig momentan folgt und in kürzester Zeit zum Verschwinden gebracht wird, so daß der Halteanker freigegeben wird und der Schalter durch die Ausschaltfedern geöffnet werden kann.

Der neue Schnellschalter, Type R 896/2500, ist für einen Nennstrom von 2500 A gebaut (Abb. 3). Um den Schalter besonders für rauhe Bahnbetriebe geeignet zu machen, ist eine doppelte Unterbrechung der Strombahn vorgesehen, wodurch bewegliche Stromzuführungsbänder am beweglichen Schaltstück vermieden worden sind. Da Blätterbürsten stets eine gewisse Durchfederung erfordern, die zu einer Verlängerung der Eigenzeit beiträgt, wurden die Schaltstücke als massive Klotzkontaktstücke ausgebildet. Kräftige Schraubenfedern gewährleisten einen hohen Kontaktdruck. Ein im Hauptstromkreis liegender Funkenbläser sorgt für rasche Löschung des Lichtbogens. Der Schalter besitzt eine Freiauslösung und wird mittels eines Elektromagneten eingeschaltet. Das Einschalten geschieht in zwei Vorgängen (Abb. 4). Zunächst wird die Spannungspule des Haltemagneten und die des Einschaltmagneten erregt. Durch Einziehen des Magnetkerns des Einschaltmagneten werden zwei sehr starke Einschaltfedern gespannt. Gleichzeitig wird der Anker an den Haltemagneten angedrückt und magnetisch verriegelt. Hierdurch ist der Gelenkpunkt P zum festen Drehpunkt geworden, und nachdem der Einschaltmagnet selbsttätig über einen vom Schnellschalter betätigten Hilfschalter spannungslos geworden ist, schließen die starken Einschaltfedern mit einer Zugkraft von 1000 kg die Schaltstücke und spannen gleichzeitig die Ausschaltfedern.

Mit dem neuartigen Auslösesystem ist es gelungen, besonders kurze Eigenzeiten zu erreichen. Abb. 5 zeigt ein Oszillogramm, das an einem Einankerumformer von 2000 kW, 500 V, aufgenommen wurde. Die Maschine wurde ohne jeden Begrenzungswiderstand kurzgeschlossen. Die hierbei auftretende Stromspitze J_{max} betrug 20 500 A, also nur das Fünffache des Nennstromes. Die Eigenzeit[1], d. i. die Zeit vom Beginn des Stromanstieges bis zum Beginn des Spannungsanstieges an den Schaltstücken (Öffnen der Schaltstücke), ist $t_0 = 1{,}7$ ms (ms = Millisekunde). Die Zeit vom Beginn des Stromanstieges bis zur Stromspitze beträgt $t_1 = 6{,}63$ ms, die Zeit von der Stromspitze bis zum Verlöschen des Lichtbogens $t_2 = 4{,}17$ ms. Bei Schaltversuchen an Maschinen mit steilerem Stromanstieg verrin-



$t_0 = 1{,}7$ ms $t_1 = 6{,}63$ ms $t_2 = 4{,}17$ ms $J_{max} = 20\,500$ A

Abb. 5. Oszillographische Aufnahme eines Kurzschlusses an einem Einankerumformer 2000 kW, 500 V.

gerte sich die Eigenzeit t_0 bis auf **1,4 ms** (Kurzschlußversuche im St. El.-W. Düsseldorf an einem Turbogenerator 3200 A, 600 V).

Infolge dieser außerordentlich kurzen Schaltzeit bietet der neue Schnellschalter besonders für Kommutatormaschinen einen ausgezeichneten Schutz gegen Zerstörungen durch Kurzschlüsse, da in der sehr kurzen Zeit schädliches Feuer am Kommutator nicht auftreten kann. Abb. 6 zeigt das Verhalten eines SSW-Einankerumformers 1060 kW, 580 V, bei dem mit dem beschriebenen Schnellschalter ein Kurzschluß ohne Begrenzungswiderstand abgeschaltet wurde. Das zugehörige Oszillogramm, Abb. 7, weist eine Stromspitze von

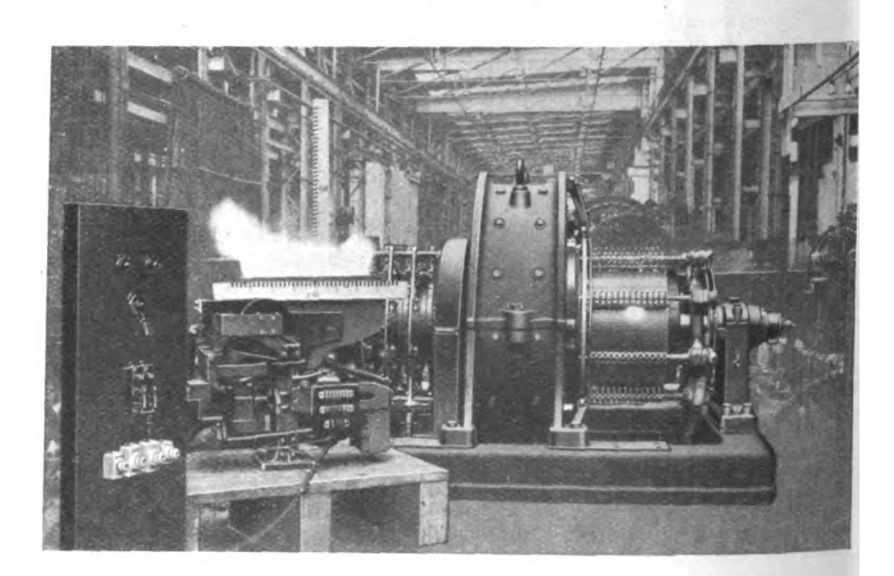


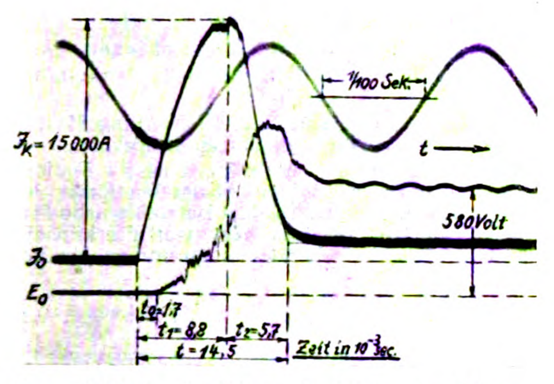
Abb. 6. Abschalten eines Kurzschlusses eines Einankerumformers 1060 kW 580 V. mit Schnellschalter R 896/2500.

15 000 A auf. Infolge der kurzen Schaltzeit sind am Kommutator der Maschine nur ganz belanglose Feuererschei-

[1] S. Aufsatz des Verf. „Schaltzeit bei Gleichstromschnellschaltern" in der ETZ 1927, S. 1261.

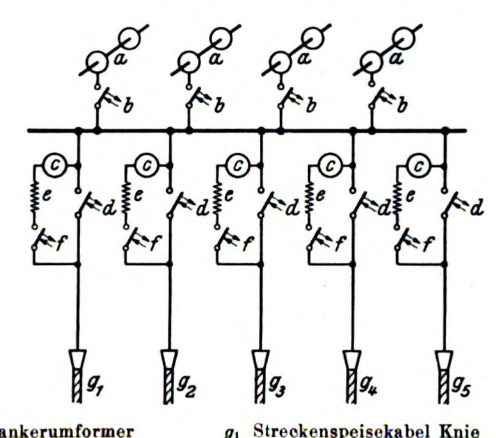
nungen zu beobachten, wie das Lichtbild Abb. 6 erkennen läßt.

Der neue Schnellschalter, der auch als Rückstrom-Schnellschalter zum Schutz von Quecksilbergleichrichtern Verwendung findet, hat sich als Streckenschalter in Bahnanlagen gut bewährt. Als Streckenschalter hat der Schnellschalter die Aufgabe, eine von einem Kurzschluß betroffene Streckenleitung so frühzeitig abzuschalten, daß sich der Kurzschluß nicht auf die Stromquelle des Kraftwerkes auswirken und der Betrieb auf den anderen parallel liegenden Strecken ungestört weitergeführt werden kann. In mehreren Unterwerken der Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin und der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft sind die neuen Schnellschalter als Streckenschalter in Betrieb. Abb. 8 zeigt den Einbau der Schnellschalter in den Zellen eines Unterwerkes. Über den Schnellschaltern sind, wie aus dem Lichtbild, Abb. 8, ersichtlich ist, gewöhnliche Überstrom-Selbstschalter angeordnet, die mit einem in Reihe liegenden Prüfwiderstand und einem Strommesser parallel zu den einzelnen Streckenschnellschaltern angeschlossen sind. Die Selbstschalter, hier Streckenprüfschalter genannt, haben den Zweck, nach Abschalten eines Kurzschlusses durch den Schnellschalter eine Prüfung der Strecke mit einem durch Spannung und Prüfwiderstand gegebenen Prüfstrom zu gestatten. Dadurch kann das Wiedereinlegen des Schnellschalters auf einen auf der Strecke noch bestehenden Kurzschluß vermieden werden. Im Betriebszustand sind Schnellschalter und Streckenprüfschalter geschlossen. Beim Auftreten eines Kurzschlusses auf einer Streckenleitung öffnet zunächst der Schnellschalter. Der Streckenprüfschalter schaltet unmittelbar nachfolgend den durch den Prüfwiderstand gegebenen Reststrom ab, wodurch das Auftreten von Schaltüberspannungen verhindert wird (DRP 323 371). Die Schaltanordnung der Schnellschalter und der Streckenprüfschalter in dem Unterwerk Bismarckstraße der Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin ist aus dem Schaltbild, Abb. 9, zu ersehen. Seit Inbetriebnahme der Schnellschalter in diesem Unterwerk ziehen die unvermeidlichen Streckenkurzschlüsse die Einankerumformer in keiner Weise mehr in Mitleidenschaft.



J_{max} = 15 000 A t_0 = 1,7 ms t_1 = 8,8 ms t_2 = 5,7 ms

Abb. 7. Oszillogramm zu Abb. 6.



a Einankerumformer
b Überstrom-Selbstschalter
c Strommesser
d Schnellschalter
e Prüfwiderstand
f Streckenprüfschalter

g_1 Streckenspeisekabel Knie
g_2 „ Wilhelmplatz
g_3 „ Kaiserdamm
g_4 „ Grunewald
g_5 „ Reserve

Abb. 9. Schematische Anordnung der Schnellschalter und Streckenprüfschalter im Unterwerk Bismarckstraße der Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen in Berlin.

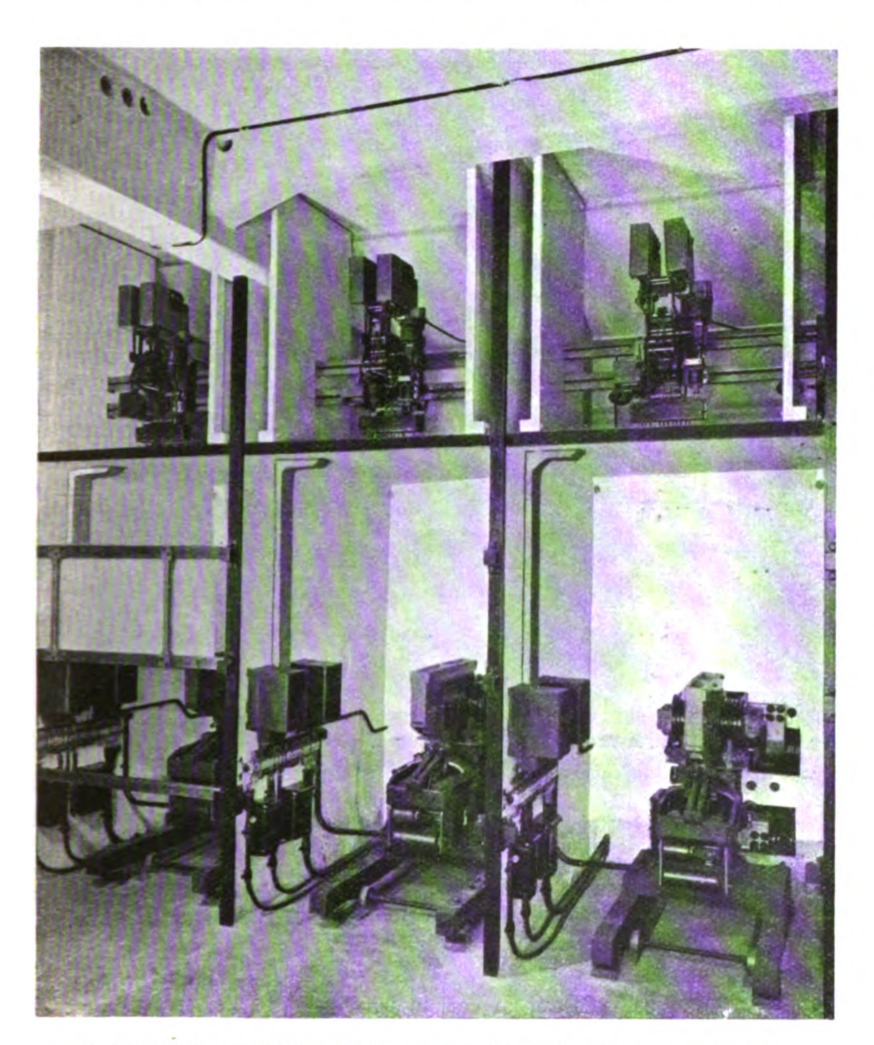


Abb. 8. Einbau der Schnellschalter als Streckenschalter in einem Unterwerk.

Über Rundfunkstörungen durch Straßenbahnen und deren Beseitigung.

(Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A. G.)

Von **A. Clausing** und **P. Müller**, Berlin.

Übersicht. Es werden die durch Funkenbildung am Fahrdraht der elektrischen Straßenbahnen erzeugten hochfrequenten Störungen hinter einem Rundfunkgerät oszillographisch aufgezeichnet und ihre Größe in Abhängigkeit vom Bügelmaterial und der Fahrstromstärke ermittelt. Stromabnehmer mit Kohleschleifstücken geben die kleinsten Störungen.

I. Allgemeines.

Der Rundfunkempfang leidet vielfach erheblich durch hochfrequente Störungen von Straßen- und Hochbahnen, Heilgeräten und schlecht gewarteten elektrischen Maschinen, die über die Empfangsantenne auf den Rundfunkapparat übertragen werden. Bei elektrischen Straßen- und Hochbahnen sind es besonders die schwachen zur Bahnbeleuchtung in den Abendstunden dienenden Ströme, durch die der Empfang so verschlechtert wird, daß der Ortsender bereits merklich gestört und Fernempfang überhaupt unmöglich wird. Hier Abhilfe zu schaffen sollte die Aufgabe aller interessierten Stellen sein, wenn es auch Kosten verursachen dürfte.

II. Entstehung der Störungen.

Die Störungen bilden sich bekanntlich dadurch aus, daß beim Gleiten der unrunden, abgeschliffenen Stromabnehmerrolle oder des eingebrannten Stromabnehmer-Schleifstückes über den unebenen Fahrdraht Funken entstehen, welche die Induktivitäten und Kapazitäten der Leitungsanlage zum hochfrequenten Schwingen anregen. Ist die Leitung fähig, die Störungen abzustrahlen, so können ganze Häuserreihen bis zu etwa 4 km in der Längsrichtung und einigen hundert Metern senkrecht zum Fahrdraht mit Hochfrequenzwellen verseucht werden, so daß Rundfunkempfang unmöglich werden kann.

III. Mittel zur Störbeseitigung.

Um Abhilfe zu schaffen, wurden in den letzten Jahren verschiedene Mittel erprobt.

1. Es wurde versucht, die Strahlungsfähigkeit der Fahrleitung zu verkleinern durch Einschalten von

a) Kondensatoren zwischen Fahrdraht und Erde in kleinen Abständen längs der Fahrleitung (in den praktischen Betrieb wurde dieses Mittel deshalb nicht eingeführt, weil die kapazitive Erdung aus technischen Gründen nur an den Masten erfolgen konnte und hierdurch ein zu großer strahlungsfähiger Teil der Fahrleitung übrig blieb),

b) Hochfrequenz-Drosselspulen in die Fahrleitung (die Spulen würden wegen der hier in Frage kommenden starken Fahrströme groß werden und sind daher teuer).

2. Der zweite Versuch ging dahin, die elektromotorische Kraft der hochfrequenten Schwingungen durch folgende Mittel zu verringern

a) Kondensatoren, parallel der Lichtanlage im Innern des Wagens.

Bei Trennung des Stromabnehmers vom Fahrdraht bleibt die Spannung zwischen diesem und der Erde noch kurze Zeit auf gleicher Höhe; beim Wiederberühren von Stromabnehmer und Fahrdraht unterbleibt dann die störende Funkenbildung. Versuche dieser Art wurden in Halle und in Berlin mit Erfolg

Belastungstrom 0,015 A 0,03 A 0,07 A 0,1 A 0,24 A 0,5 A 0,75 A 1 A

a Kohle b Zink c Lagermetall d Stahl e Bronze f Aluminium g Kupfer

Abb. 1. Oszillogramme von Rundfunkstörungen durch die Straßenbahn bei verschiedenem Stromabnehmer-Material.



unter Beteiligung der Abtlg. Bahnen der SSW und des Zentral-Laboratoriums der S & H A. G. im Herbst 1925 ausgeführt. Die Besserung entsprach aber nicht dem Preise der Schaltmittel.

b) Erhöhung der Stromstärke für die Beleuchtung des Wagens über 2 A.

Hierdurch gelangt man aus dem Gebiet der Funkenbildung in das Gebiet der Lichtbogenbildung. Einige Straßenbahngesellschaften haben dieses mit Erfolg durchgeführt, auf die Dauer ist es aber unwirtschaftlich.

c) Vergrößerung des Kontaktdruckes von Stromabnehmer gegen Fahrdraht bzw. Anwendung zweier Stromabnehmer.

Gegen diesen Vorschlag führen die Straßenbahngesellschaften an, daß hierdurch die Abnutzung der Oberleitung zu groß wird. Außerdem waren die Störungsbeseitigungserfolge nicht besonders groß.

d) Verbreiterung der Auflagefläche des Stromabnehmers.

Die hiermit erzielten Erfolge sind darauf zu buchen, daß bei Vergrößerung der Auflagefläche die Strombelastung der Flächeneinheit geringer wurde und somit die Brennperlenbildung unterblieb. Dieses wiederum hatte zur Folge, daß ein wesentlich geringerer Verschleiß an Oberleitungsmaterial eintrat.

e) Günstigste Wahl des Stromabnehmermaterials.

Hierüber sind umfangreiche Versuche angestellt worden, worüber nachfolgend berichtet wird.

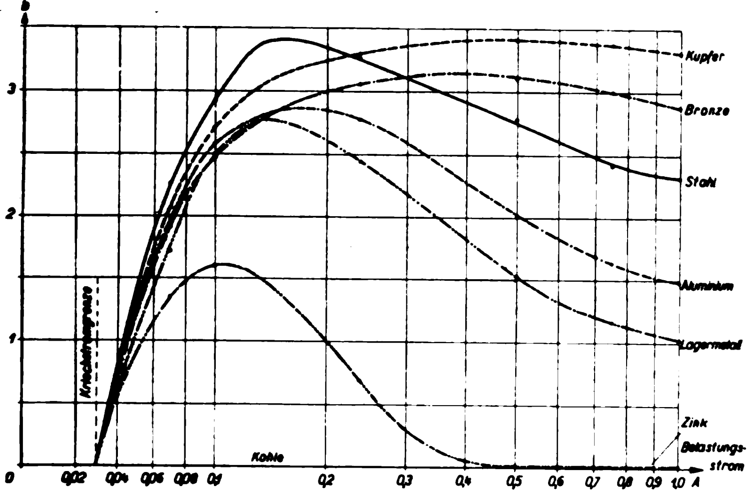


Abb. 2. Gütevergleich verschiedenen Stromabnehmer-Materials in Abhängigkeit vom Fahrstrom.

IV. Ältere Untersuchungen.

Durch eine Arbeit über „Lichtbogenfreie Unterbrechung elektrischer Ströme" hat Burstyn[1] zur Klärung der Ursachen der Straßenbahnstörungen beigetragen. Er stellte fest, daß die Unterbrechung eines Gleichstromes durch Metallkontakte unter einer bestimmten Grenzstromstärke unter Funkenbildung und über dieser unter Lichtbogenbildung vor sich geht. Für die verschiedenen Metallkontakte liegt die Grenzstromstärke verschieden hoch. Wie das TRA (Postrat Eppen[2]) feststellte, sind die Straßenbahnstörungen auf den Rundfunk am größten, wenn Funkenbildung am Stromabnehmer eintritt. Es lag deshalb die Aufgabe vor, Stromabnehmermaterial zu finden, bei dem schon bei der normalen Beleuchtungsstromstärke die Stromunterbrechung unter Lichtbogenbildung erfolgt. Versuche dieser Art wurden von einigen Straßenbahngesellschaften, z. B. von der Rostocker Straßenbahngesellschaft unter Schottky und Bernitt[3], eingeleitet. Im September 1926 hat das TRA zusammen mit dem Z.L. der Siemens & Halske A. G. und der Abteilung Bahnen der Siemens-Schuckertwerke auf den Siemens-Werkbahnen veröffentlichte Versuche ausgeführt, aus denen hervorging, daß Kohle am geeignetsten als Bügelmaterial ist. Krebs[4] stellte in Augsburg im Oktober 1926 mittels einer Seitengalvanometer-Methode Versuche an und bestätigte das Ergebnis obiger Untersuchungen. In letzter Zeit wurden verschiedentlich Ergebnisse von Untersuchungen mit Stromabnehmermaterialien aus Lagermetall[5] und Stahl[6] veröffentlicht. Die hiermit erzielten Resultate standen unseren Ergebnissen entgegen. Das Z.L. hat deshalb nochmals eingehende Untersuchungen angestellt und die Störungen oszillographisch aufgezeichnet. Auch diese Versuche bestätigten die Eignung der Kohle als Stromabnehmermaterial.

V. Neue Versuche.

a) Versuchsaufbau.

Die Fahrleitung war ersetzt durch ein Stück Profilkupfer, das über eine etwa 40 m lange Zuleitung mit dem Pluspol einer 600 V-Maschine verbunden war. Um hoch- und niederfrequente Schwingungen durch Funkenbildung am Kommutator zu unterbinden, war eine ausreichend dimensionierte Spulenleitung vor die Maschine geschaltet. Zur Stromstärkenregelung (0,015 ÷ 1 A) wurden belastungsunabhängige, induktionsfreie Silitwiderstände zwischen Stromabnehmer und die geerdete Minusleitung eingeschaltet. Es hatte sich herausgestellt, daß induktive Schiebewiderstände an Stelle der induktionsfreien Silitstäbe die Geräuschlautstärke erheblich verringern.

Der Stromabnehmer hatte ebenfalls das Profil der handelsüblichen Schleifstücke. Er wurde mittels einer selbsttätigen Kontaktgebeeinrichtung mit einem Federdruck von 4 kg an die Fahrleitung gedrückt. Die Schnelligkeit der Stromunterbrechung ließ sich mit obiger Einrichtung beliebig einstellen.

Die hochfrequenten Störungen wurden mit einer Rahmenantenne aufgenommen, mittels einer HF-Stufe verstärkt und über ein Audion auf einen Zweifach-CW-Verstärker übertragen, in dessen letztem Anodenkreis die Oszillographenschleife mit einer Eigenfrequenz von 1600 Hz lag. Der die Oszillographenschleife durchfließende Anodengleichstrom wurde mit Hilfe einer Gegenspannung kompensiert. Die Leistungsfähigkeit der letzten Röhre war so groß bemessen, daß ein Übersteuern derselben beim Auftreffen großer Störungsamplituden auf keinen Fall eintreten konnte.

b) Ausführung der Versuche und Ergebnisse.

Das zu untersuchende Profilschleifstück wurde in die Kontaktgebeeinrichtung gespannt, die durch einen Kurzschlußankermotor in Tätigkeit gesetzt wurde. Nachdem die Stromstärke mittels der Widerstände auf die gewünschte Größe gebracht war, wurde der Strom am Abnehmer unterbrochen und eingeschaltet. Die Störungen wurden dabei oszillographisch aufgezeichnet. Dieses wurde für verschiedene Stromstärken — 0,015, 0,03, 0,07, 0,1, 0,24, 0,5, 0,75 und 1 A — und mit verschiedenem Stromabnehmermaterial — Kohle, Zink, Lagermetall, Stahl, Bronze, Aluminium, Kupfer — wiederholt.

Die aufgenommenen Oszillogramme sind in Abb. 1 zusammengestellt. Die mit „Aus" bezeichnete erste Ablenkung aus der Nullage stellt den Ausschaltvorgang und die zweite mit „Ein" bezeichnete Spitze am Ende des Oszillogramms den Einschaltvorgang dar. Man erkennt aus der Zusammenstellung, daß Kohle von 0,1 A ab praktisch kaum bemerkbare Störungen zeigt, während Zink schon relativ große Beeinflussungen hervorruft. Noch viel schlimmer ist dies der Fall bei Lagermetall, Stahl, Aluminium, Bronze und Kupfer.

Trägt man nun für den Ausschaltvorgang den natürlichen Logarithmus des Verhältnisses der Störungen von Metall zu Kohle für sämtliche untersuchten Materialien als Funktion der Stromstärke auf, so bekommt man die in Abb. 2 dargestellten Kurven. Aus ihnen geht ebenfalls hervor, daß die Störungen in der Reihenfolge Kohle, Zink, Lagermetall, Aluminium, Stahl, Bronze und Kupfer zunehmen. Unter einer bestimmten kleinsten Stromstärke (etwa 0,03 A) sind alle Materialien etwa gleich. Diese

[1] W. Burstyn, Über lichtbogenfreie Unterbrechung elektrischer Ströme, ETZ 1920, S. 503.

[2] Eppen, Über Störungen des Rundfunkempfangs durch den Straßenbahnbetrieb und ihre Beseitigung, ETZ 1924, S. 817. — Neuere Ergebnisse in der Beseitigung der Störungen des Rundfunkempfangs durch den Straßenbahnbetrieb, ETZ 1927, S. 97.

[3] Bernitt, Quantitatives über Straßenbahnstörungen im Rundfunkempfang, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 410.

[4] Krebs, Straßenbahn und Radio, Neue Augsb. Zg. 1926, Nr. 255.

[5] Schröder, Der Kampf gegen die Straßenbahnstörungen, Der Funk 1926, S. 411.

[6] Sytowy, Die Beseitigung der vom Straßenbahnbetrieb herrührenden Störungen des Rundfunks, Radio-Zg., Zürich 1927, S. 70. — Ind. Handelszg. Nr. 232, 5. X. 1926: Rundfunk und Straßenbahnbetrieb.



Eigenart derselben könnte im praktischen Betriebe eine Rolle spielen, da die Isolation des Wagens nie so vollkommen ist, daß eine völlige Unterbrechung des Fahrleitungsstromes auftritt.

Was die mechanische Eignung der Kohle als Stromabnehmermaterial betrifft, so ist festzustellen, daß viele Straßenbahngesellschaften Dauerversuche gemacht haben, aus denen hervorgeht, daß Kohleschleifstücke 90 000 km und mehr im Betriebe waren. Die Haltbarkeit der Kohleschleifstücke hängt vom Zustand der Oberleitung ab. Bei rauher Drahtoberfläche findet ein Zersägen des Kohleschleifstückes statt, während bei glatter Oberfläche diese noch weiter poliert wird, so daß der Verschleiß der Kohle sehr gering ist. Mit Kohlebügeln werden deshalb überall dort gute Erfolge erzielt, wo gute Oberleitungen vorhanden sind.

Gleichseitige Prüfung von Drehstrom-Dreileiterzählern in Aronschaltung.

Von C. **Doericht,** Striegau.

Übersicht. **Mit einem einphasigen Belastungswiderstand wird durch Ausnutzung des normalen Drehstromdiagrammes eine gleichseitige Belastung des Drehstromzählers ermöglicht, welche den normalen Betrieb bei gleichbelasteten Phasen und bestimmten Leistungsfaktoren nachahmt. Das Verfahren eignet sich besonders zur Prüfung der Zähler am Ort der Installation mit Eichzähler.**

Die Notwendigkeit einer systematischen, in bestimmten Zeiträumen sich wiederholenden Prüfung und Instandsetzung der installierten Elektrizitätszähler dürfte wohl von den Elektrizitätswerken allgemein anerkannt sein. Bei Gleichstromzählern hat es sich wegen ihrer ziemlich starken Abnutzung als zweckmäßig erwiesen, sie nicht am Ort der Installation zu prüfen, sondern sie nach einer Betriebsdauer von etwa vier Jahren auszuwechseln und in der Reparaturwerkstatt aufzuarbeiten. Auch bei Dreh- und Wechselstromzählern ist es natürlich am besten, wenn die Instandsetzung in der Werkstatt geschieht. Nach den von der Vereinigung der Zählertechniker deutscher Elektrizitätswerke gegebenen Richtlinien sollen Induktionszähler älteren Herstellungsdatums alle sechs Jahre in der Werkstatt aufgearbeitet werden. Dieses Verfahren ist aber ziemlich teuer und dürfte noch nicht von allen Werken ausgeübt werden. Bei kleineren Stromversorgungs-Unternehmungen, die zur Unterhaltung einer umfangreichen Zählerabteilung nicht in der Lage sind, wird man sich meist damit begnügen, die Dreh- und Wechselstromzähler am Ort der Installation in gewissen Zeitabständen nachzuprüfen. Entweder werden dann die der Abnutzung unterliegenden Teile, also vor allem die Lager, nach einer gründlichen Reinigung des Zählers, soweit es nötig und möglich ist, an Ort und Stelle ersetzt, oder diejenigen Zähler, welche in einem mangelhaften Zustande angetroffen werden, werden ausgewechselt und in der Werkstatt aufgearbeitet.

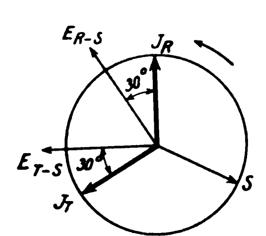


Abb. 1. Diagramm des Normalbetriebes bei $\cos\varphi = 1$.

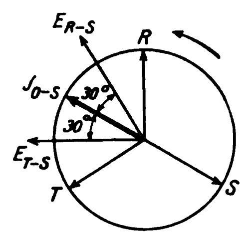


Abb. 2. Diagramm der Prüfschaltung für $\cos\varphi = 1$.

Es soll nun im folgenden ein Verfahren geschildert werden, welches bei Drehstrom-Dreileiterzählern in Aronschaltung die bei den Instandhaltungsarbeiten an Ort und Stelle unerläßliche Prüfung gegenüber den bisher bekannten Verfahren bedeutend vereinfacht und somit Zeit- und Geldersparnis ermöglicht. Abb. 1 stellt das Diagramm des Zählers für Normalbetrieb bei $\cos\varphi = 1$ dar. Es besteht hier zwischen den im Zähler wirksamen Spannungen und Strömen eine Phasenverschiebung von je 30°. Es kommt nun darauf an, diesen Zustand unter Verwendung e i n e s Stromes herbeizuführen. Zu diesem Zweck wird bei der Prüfschaltung der Strom $S - O$ umgekehrt durch beide Stromspulen geschickt. Wie aus dem Diagramm der Abb. 2 hervorgeht, besteht jetzt ebenfalls zwischen jeder der beiden Spannungen und ihrem zugehörigen Strom eine Phasenverschiebung von 30°, nur mit dem Unterschied, daß der der Spannung $R - S$ zugehörige Strom jetzt voreilt, während er bei Normalbetrieb gemäß Abb. 1 nacheilte, und daß der der Spannung $T - S$ zugehörige Strom jetzt nacheilt, während er vorher voreilte. Praktisch spielt dieser Umstand nur eine geringe Rolle; um jedoch bei der Prüfung in den einzelnen Systemen genau dieselben Voreilungs- und Nacheilungsverhältnisse zu erhalten wie bei Normalbetrieb, wird am zu prüfenden Zähler das ursprünglich mit Spannung $R - S$ erregte System jetzt mit Spannung $T - S$ erregt, und das ursprünglich mit Spannung $T - S$ erregte System mit Spannung $R - S$.

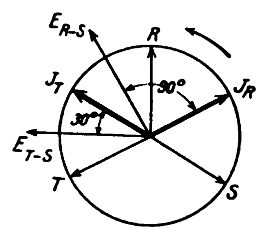


Abb. 3. Diagramm des Normalbetriebes bei $\cos\varphi = 0{,}5$.

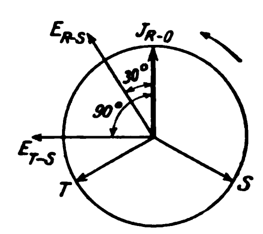


Abb. 4. Diagramm der Prüfschaltung für $\cos\varphi = 0{,}5$.

Die Verhältnisse für $\cos\varphi = 0{,}5$ induktiv bei Normalbetrieb zeigt Abb. 3. Wie ersichtlich besteht im $R - S$-System eine Phasenverschiebung von 90° und im $T - S$-System eine solche von 30°, und zwar handelt es sich in beiden Fällen um Nacheilung des Stromes. Um diesen Zustand unter Verwendung nur e i n e s Stromes herzustellen, wird bei der Prüfschaltung der Strom $R - O$ durch beide Stromspulen geschickt. Wie aus Abb. 4 ersichtlich, ergeben sich ebenfalls Verschiebungen von 90° und 30° Nacheilung des Stromes. Damit im Zähler in jedem einzelnen System dieselbe Phasenverschiebung herrscht wie bei Normalbetrieb, muß eine Spannungsvertauschung analog der Schaltung bei $\cos\varphi = 1$ erfolgen.

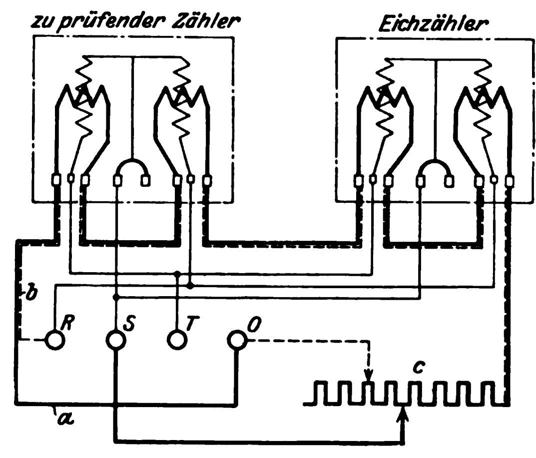


Abb. 5. Schaltbild der Prüfschaltung.

Eine Ausführungsform des geschilderten Prinzips zeigt das Schaltbild Abb. 5. Hier ist angenommen, daß bei Normalbetrieb die Spannungen in der Reihenfolge *R-S-T* von links nach rechts am Zähler liegen. Wie gezeichnet, werden dann bei der Prüfschaltung für $\cos\varphi = 1$ und $\cos\varphi = 0{,}5$ die Spannungen *R* und *T* vertauscht. Zur Erzielung von $\cos\varphi = 1$ kommt die stark ausgezogene Stromlinie *a* in Frage, während bei $\cos\varphi = 0{,}5$ diese fortfällt und an ihre Stelle die gestrichelte Stromlinie *b* tritt. *c* stellt den Belastungswiderstand dar, der natürlich durch einen Belastungswandler in geeigneter Schaltung ersetzt werden kann. Die durch Vertauschung der Spannungen vorgenommene Änderung des Drehsinnes hat bekanntlich bei Drehstrom-Dreileiterzählern in Aronschaltung keine nachteiligen Folgen, d. h. das Meßergebnis ändert sich entweder gar nicht oder nur in so engen Grenzen, daß die entstehende Ungenauigkeit besonders bei Zählern von Kleinabnehmern, für welche das angegebene Verfahren vor allem gedacht ist, praktisch vollkommen vernachlässigt werden kann.



Es sei noch bemerkt, daß bei der praktischen Anwendung des Prinzips für Instandhaltungsarbeiten auf die Prüfung mit $\cos \varphi = 0,5$ verzichtet werden kann, und zwar deswegen, weil es sich ja um Zähler handelt, die früher entweder in der Fabrik oder im Eichraum des stromliefernden Werkes bei verschiedenen Leistungsfaktoren richtig geeicht wurden. Unzulässige Abweichungen vom Sollwert können sich dann nur durch Änderung der Reibungsverhältnisse und Abnehmen der Kraft der Bremsmagnete ergeben. Treten solche Fehler bei $\cos \varphi = 1$ auf, so ist es klar, daß sie bei $\cos \varphi = 0,5$ in entsprechendem Maße ebenfalls vorhanden sein müssen. Die ausschließliche Anwendung der Prüfung mit Leistungsfaktor 1 hat auch den Vorteil, daß der Eicher weniger in die Lage kommt, falsche Schaltungen vorzunehmen. Die Handgriffe für $\cos \varphi = 1$ sind nämlich beim Drehsinn *R-S-T* dieselben wie beim umgekehrten Drehsinn *R-T-S*, d. h., es wird stets der Strom der mittelsten Phase umgekehrt durch die Stromspulen geschickt und eine Vertauschung der beiden Außenspannungen vorgenommen. Wie eine Betrachtung des entsprechenden Diagrammes ergibt, ist bei $\cos \varphi = 0,5$ und Drehsinn *R-T-S* nicht der Phasenstrom der linken Außenspannung, sondern der der rechten Außenspannung zu verwenden. Um dies richtig auszuführen, müßte also ein Drehfeldrichtungsanzeiger benutzt werden, was eine unnötige Komplikation des Prüfvorganges bedeuten würde.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß es zu einer möglichst wirtschaftlichen Gestaltung des Arbeitsvorganges natürlich notwendig ist, den betreffenden Eicher mit Verbindungsleitungen auszurüsten, deren Anschlußenden hinreichend gekennzeichnet und für eine rasche Kontaktbildung entsprechend vorgerichtet sind. Ferner muß ein Schalter vorhanden sein, der es gestattet, den Belastungswiderstand nach Bedarf ein- und auszuschalten.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerk und Kraftübertragung.

Das Conowingo Kraftwerk. — Im Frühjahr 1926 begann die Philadelphia Electric Co. den Bau eines Kraftwerks, das den Susquehanna, den nach dem St. Lorenz-Strom nächst größten Flußlauf des Ostens der V. S. Amerika, ausnutzen soll und im Vollausbau mit rd. 400 000 kW zu den größten Wasserkraftanlagen der Welt zählen würde. Durch einen 1410 m langen Staudamm wird ein über 1,5 km breiter und 22,5 km langer Stausee mit rd. 400 Mill. m³ Inhalt gebildet und das Wasser bei einem mittleren Gefälle von 27 m in 11 Turbinengruppen (bei Vollausbau) verarbeitet, von welchen zunächst 7 zur Aufstellung gelangen. Die Jahreserzeugung des ersten Ausbaues wird 1150 Mill. kWh betragen. Abb. 1 zeigt den Querschnitt durch das Maschinenhaus, bei welchem die Anordnung der ganzen 220 kV-Schaltanlage auf dem Dache besonders bemerkenswert ist. Auf diese Weise wird die Errichtung eines besonderen Schalthauses am Flußufer, wie dies bei Anlagen ähnlicher Anordnung sonst üblich ist, erspart und Hand in Hand damit auch die sehr kostspieligen Verbindungs-, Meß- und Betätigungsleitungen erheblicher Länge, die bei letzterer Anordnung notwendig werden. Jede Turbine treibt einen 40 000 kVA-Hauptgenerator, und einen über diesem angeordneten 715 kVA-Hilfsgenerator samt dessen Erregermaschine an, wogegen die Hauptgeneratoren von einer eigenen, motorangetriebenen Erregergruppe ihren Erregerstrom erhalten, welche ihrerseits von den 1600 kVA-Eigenbedarfsgeneratoren gespeist werden, die von eigenen Hilfsturbinen angetrieben sind. Die Drehzahl beträgt 81,8/min, die Spannung 13,8 kV. Die in Abb. 2 wiedergegebene Schaltung zeichnet sich durch größte Einfachheit aus; je zwei Generatoren bilden eine Betriebsgruppe, welche zusammen mit einem 80 000 kVA-Transformator (3 Einphaseneinheiten zu je 26 667 kVA) auf die Freileitungen arbeiten. Hilfsammelschienen, die im Vollausbau zu einem Ring zusammengeschlossen werden, ermöglichen die im Bedarfsfalle notwendigen anderen Kombinationen, ohne daß eine die Betriebsicherheit gefährdende übergroße Leistungsvereinigung an den Sammelschienen notwendig wäre. Nur der 11. Generator und 6. Transformator werden beliebig umschaltbar gemacht; diese Einheiten sollen Reserve- und Prüfzwecken dienen.

Abb. 1. Conowingo Kraftwerk, Querschnitt.

Die Kraftübertragung erfolgt mit 220 kV; jedes Gestänge trägt eine Leitung bei Anordnung der drei Stahl-Aluminiumleiter von 29 mm Dmr. in einer wagerechten Ebene mit 7,6 m gegenseitiger Entfernung und der zwei Spitzenseile 5,2 m über den Starkstromleitern, um ebenfalls 7,6 m voneinander entfernt. Der Leiterquerschnitt entspricht einem Kupferquerschnitt von 380 mm²; der Durchmesser der Stahlseele stellt sich auf 13 mm. Die Leitungen werden von 2,75 m langen, 14gliedrigen Isolatorenketten getragen. Die geringste Leiterentfernung vom Erdboden wird 15,3 m, die Höhe der Leiter am Maste 20 m betragen. In ebenem Gelände sollen Spannweiten von 300÷400 m, in hügeligem Gelände bis 600 m Länge ausgeführt werden.

Entsprechend den stark wechselnden Wasserführungsverhältnissen wird das Werk in Zusammenarbeit mit den Dampfanlagen der Gesellschaft zu Zeiten reichlicher Wasserspende als Grundbelastungsanlage, bei Wasserknappheit als Spitzendeckungsanlage arbeiten, wobei aber in beiden Fällen die Deckung der Lichtspitze unter Heranziehung des Stausees von der Wasserkraft erfolgen wird, womit im allgemeinen eine wesentliche Verbesserung der Ausnutzung der Dampfanlagen erreicht wird. Die Gesamtbaukosten des ersten Ausbaues, der jedoch schon alle

wasserbaulichen Herstellungen für den Vollausbau bedingt, werden zu rd. 220 Mill. RM veranschlagt; hiervon entfallen:

auf Erwerbung der Wasserrechte, Grunderwerb und Straßenherstellungen	9,8 %
Zufahrtsgleise	0,9 %
Bahnverlegungsarbeiten	10,5 %
Kraftwerksbau und wasserbauliche Arbeiten	58,5 %
Kraftübertragungsleitungen	5,3 %
Konzessionserwerb, Vorarbeiten und Bauzinsen	15,0 %

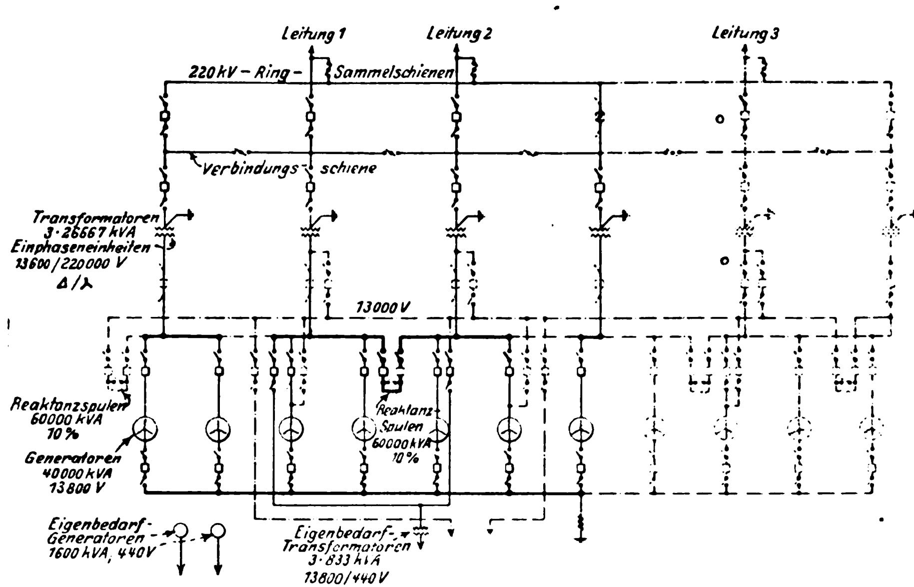


Abb. 2. Conowingo Kraftwerk, Schaltbild.

Die 128,7 Mill. RM betragenden Kosten für Wasserbau und Kraftwerk verteilen sich wie folgt:

Staudamm samt Schurfarbeiten und Bauaufsicht	28,7 %
Einlaßbauwerk, Unterwasserkanal u. Kläranlage	8,2 %
Hochbau und Fundierungsarbeiten	28,7 %
Turbinen samt Zubehör	10,0 %
Generatoren und Transformatoren	12,7 %
Schaltanlage und Verbindungsleitungen	8,2 %
Anschlußgleise, Werkstattausrüstung, Wohnhaus für Personal, Vorarbeiten	3,5 %

(El. World Bd. 90, S. 307.) *Bp.*

Selbsttätiges Anlassen von Einanker- und Kaskadenumformern der SSW. — Bei Fernbetätigung des Anlassens von Umformern außerhalb des Maschinen- und Schaltraumes oder auch außerhalb der Umformerstation werden bei den bisher bekannten Schaltungen eine größere Anzahl von Steuerleitungen erforderlich; außerdem muß jedes einzelne Anlaßgerät für sich getrennt ferngesteuert werden. Diese Schwierigkeiten werden durch nachstehend beschriebene Schaltanordnung für selbsttätiges Anlassen von Einanker- und Kaskadenumformern der SSW[1] beseitigt. Die Einrichtung bezweckt, Umformer in möglichst kürzester Zeit zur Stromlieferung ins Netz zu bringen. Dies ist besonders erwünscht, wenn infolge von Störungen im Netz die Umformer herausgefallen sind und eine längere Unterbrechung der Stromlieferung empfindliche Störungen und Unkosten in Fabrikbetrieben, Straßenbahnbetrieben oder in der Beleuchtung für öffentliche Zwecke, Theater usw. verursacht.

Für das Anlassen eines Umformers von Hand werden etwa 2 min benötigt; bei Wiederanlassen von z. B. 6 Umformern in einer Unterstation ist daher hierfür mit einer Zeitspanne von 15 ÷ 20 min zu rechnen. Die Selbstanlaßschaltung der SSW ermöglicht das Anlassen eines Umformers durch Betätigung n u r e i n e s Steuerschalters — also nur einen Handgriff. Es können daher in kurzer Zeitfolge 6 Umformer zum fast gleichzeitigen Anfahren gebracht werden, so daß hierfür nur etwa 2 ÷ 3 min benötigt werden. Diese Schaltanordnung hat sich bei ausgeführten Anlagen bewährt. Wenn jedoch z. B. infolge Klemmens eines Hilfsschützes (Relais) oder Bruches einer Steuerleitung der Anlaßvorgang stecken bleiben sollte, dann kann das Anlassen ohne weiteres durch Handbetätigung zu Ende geführt werden; irgendwelche für den Umformer nachteilige Störungen sind hierbei nicht zu befürchten. Es kann daher auch während des Anlassens beliebig von Hand auf Selbstanlassen übergegangen werden und umgekehrt. Ebenso kann — unabhängig von der Selbstanlaßschaltung — der Umformer durch reine Handbetätigung der Geräte ganz normal angelassen werden.

Das Selbstanlaufen geschieht derart, daß die Schaltkommandos durch kräftige Abhängigkeits-Meldekontakte an Steuerwalzen über Hilfschütze der Reihenfolge nach den entsprechenden Schaltgeräten übermittelt werden. Ein Kommando wird erst dann gegeben, wenn das vorhergehende Gerät seine Betriebstellung erreicht hat und wenn das folgende in richtiger Anlaßstellung steht. Auf diese Weise werden Fehlschaltungen verhindert.

Der Selbstanlauf wird eingeleitet durch Handbetätigung des Steuerschalters vom Hochspannungs-Ölschalter. Bei der Anlaßschaltung für Einankerumformer wird durch eine besondere Nachprüfung (Anlaufprobe) festgestellt, ob der Umformer richtig angelaufen ist. Andernfalls schaltet der Ölschalter, nach kurzer Zeit selbsttätig wieder aus. Die richtige Polarität zum Einlaufen des Umformers in den Synchronismus und zum Parallelschalten mit der Gleichstromseite wird erreicht durch zusätzlich kurzzeitige Fremderregung über ein Schütz und über ein polarisiertes Hilfschütz (Relais). Der gesamte selbsttätige Anlaßvorgang wird durch Meldelampen angezeigt, die in entsprechender Reihenfolge aufleuchten. Hierdurch ist eine leichte Überwachung des richtigen Arbeitens der Anlaßgeräte möglich.

Die Schaltung ist derart einfach, daß nur wenige Schütze für die Durchführung des Selbstanlassens benötigt werden. Außer den zur Fernschaltung erforderlichen motorischen Antrieben mit zugehörigen Steuerschaltern für die üblichen Anlaßgeräte sind zur Selbstanlaufschaltung zusätzlich noch erforderlich

für Einankerumformer:

- 2 Steuerschaltwalzen, unmittelbar an die Anlaßgeräte angebaut,
- 1 Ein- und Ausschalteschütz für die Fremderregung mit zugehörigem Vorschaltwiderstand,
- 1 polarisiertes Relais mit Zeitrelais zum Einschalten der Gleichstromseite,
- 1 Rücklaufrelais zur Rückstellung der Anlaßgeräte in die Anlaßbereitschaft.

Bei Fortfall des Drehtransformators für Einankerumformer wird die Schaltung entsprechend vereinfacht.

Für Kaskadenumformer werden benötigt:

- 3 Steuerschaltwalzen, unmittelbar an die Anlaßgeräte angebaut,
- 1 Ein- und Ausschalteschütz für die Fremderregung mit zugehörigem Vorschaltwiderstand,
- 1 polarisiertes Relais mit Zeitrelais zum Einschalten der Gleichstromseite,
- 1 Weiterschalterelais gleichzeitig als Rücklaufrelais zur Rückstellung der Anlaßgeräte in die Anlaßbereitschaft,
- 1 Stromwächter (Überstromrelais) zur Überwachung der Fremderregung.

Die wenigen zusätzlichen Geräte können auf einer Marmortafel vereinigt werden und eine gemeinsame Glasschutzhaube erhalten. *fi*

Leitungen.

Belastbarkeit von Hochspannungs-Ein- und Dreileiterkabeln. — E. B. N i x o n stellt Kurven der bei 50 Hz zulässigen Belastung von papierisolierten Erdkabeln für Spannungen zwischen 0,6 und 110 kV zusammen. Für 0,6 ÷ 11 kV sind sie den B S. S. 1922, Nr. 1, entnommen, für 33 und 66 kV beruhen sie auf Messungen, für 110 kV sind sie nur berechnet, und zwar für einen von den Henley

[1] DRP angem.



Telegraph Works Co. Ltd. hergestellten Kabeltyp mit ölgefülltem Hohlleiter[1].

Abb. 3 bezieht sich auf Dreifachkabel, Abb. 4 auf drei Einleiterkabel, welch letztere bis zu Spannungen von 11 kV bewehrt, darüber hinaus jedoch unbewehrt sind. Der Verfasser betrachtet seine Angaben nur als vorläufigen, der Ergänzung und Berichtigen bedürfenden Beitrag zur Praxis der Hochspannungskabel. Er fügt der Abb. 3 fol-

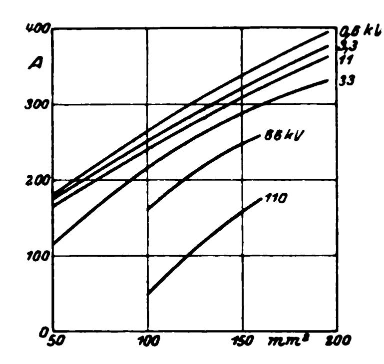


Abb. 3. Belastbarkeit von Dreileiterkabeln.

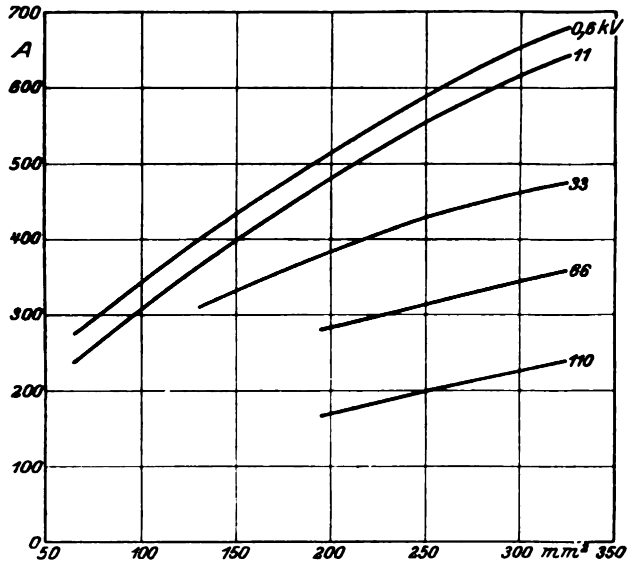


Abb. 4. Belastbarkeit von Einleiterkabeln.

gende Reduktionsfaktoren bei, welche bei Verlegung mehrerer Kabel nebeneinander zu berücksichtigen sind:

Anzahl der Kabel	Reduktionsfaktor
2	0,85
3	0,80
4	0,72

(E. B. Nixon, El. Review Bd. 100, S. 5.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Zur Theorie des Stromwenders. — Der Übergang eines Stromwendersegments über die Bürsten ist ein Schaltvorgang. Die Schaltarbeit ist gewöhnlich nicht für alle Segmente gleich. Welcher größte Wert vorkommt, hängt in erster Linie von den Eigenschaften der Ankerwicklung ab. Auf den Betrieb eines Stromwenders ist aber nicht nur die größte einzelne Schaltarbeit von Einfluß, sondern auch die Leistungsdichte, die die einzelnen sich periodisch wiederholenden Schaltungen an einer bestimmten Stelle der Bürstenübergangsfläche im Mittel erzeugen. Diese Leistungsdichte ist in erster Annäherung gleich dem Produkt von Bürstenspannung und Bürstenstromdichte, wenn unter Bürstenspannung die mittlere Übergangsspannung, unter Bürstenstromdichte die mittlere Übergangsstromdichte an einer bestimmten Stelle der Übergangsfläche verstanden wird. Die Verteilung der Bürstenspannung und der Bürstenstromdichte und damit auch die Bürstenleistungsdichte hängen ausschließlich vom Wendefeld und vom Bürstenübergangswiderstand ab. Unabhängig, nämlich von den besonderen Eigenschaften der Ankerwicklung zeigt man folgende Sätze:

Die Steigung der Bürstenspannungskurve an einer Stelle y ist gleich der durch die Segmentteilung geteilten Umlaufspannung, die die Wicklungselemente durchschnittlich in dem Augenblick haben, in dem ihre Segmentscheide die Stelle y überschreitet.

Vom Vorzeichen abgesehen, ist die Bürstenstromdichte näherungsweise die Differentialkurve des mittleren Kurzschlußstroms.

Diese Sätze bestimmen im Verein mit den Zusammenhängen zwischen der Selbstinduktionspannung und dem Verlauf des Kurzschlußstromes und zwischen der Bürstenspannung und der Bürstenstromdichte die Bürstenspannung, die Bürstenstromdichte und die Bürstenleistungsdichte an jeder Stelle der Übergangsfläche.

Mathematisch besonders einfach läßt sich der Fall behandeln, daß der Bürstenübergang das Verhalten eines Ohmschen Widerstandes zeigt, daß alle Wicklungselemente die gleiche Selbstinduktivität haben, sich aber gegenseitig nicht induzieren, und daß das Wendefeld innerhalb der Wendezonen gleichmäßig ist. Man erhält dann für die Bürstenspannung eine lineare Differentialgleichung erster Ordnung und durch deren Auflösung den folgenden Ausdruck:

$$U_B = 2 I R_B + \ddot{u} (U_s - U_w) f(z, \alpha);$$

$$f(z, \alpha) = \frac{e^{z\alpha}}{e^{+1/(2\alpha)} - e^{-1/(2\alpha)}} - \alpha.$$

e Basis der natürlichen Logarithmen,
$2I$ der durch eine Bürstengruppe abgenommene Strom,
R_B Übergangswiderstand einer Bürstengruppe,
U_B Bürstenspannung,
U_s Selbstinduktionspannung,
U_w Wendespannung,
$\ddot{u}$ Bürstendeckung,
z auf die Bürstenbreite bezogener Abstand von der Bürstenmitte,
α Dämpfungsgrad: $\alpha = \frac{2 I R_B}{\ddot{u}\, U_s}$.

Unter Selbstinduktions- und Wendespannung werden die Mittelwerte der Spannungen verstanden, die durch Selbstinduktion und Wendefeld in einem Wicklungselement während seines Kurzschlusses erzeugt werden.

Die Gleichung der Bürstenspannungskurve zeigt die bekannten Zusammenhänge, vor allem, daß die Bürstenspannung von der anlaufenden zur ablaufenden Kante bei zu starkem Wendefeld um einen Betrag fällt, bei zu schwachem Wendefeld um einen Betrag steigt, der dem Wendefeldfehler verhältnisgleich ist. Darüber hinaus lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Die Anlaufspannung liegt bei zu starkem Wendefeld um einen geringeren Betrag über der mittleren Bürstenspannung als die Ablaufspannung, wenn das Wendefeld um den gleichen Fehler zu schwach ist. Hierdurch erklärt sich die bekannte Erscheinung, daß Überstromwendung weniger leicht Bürstenfeuer hervorruft als die entsprechende Unterstromwindung. — Die Verteilung der Bürstenleistungsdichte hängt nicht allein vom Wendefeldfehler, sondern auch vom Dämpfungsgrad ab, und zwar verteilt sich die Bürstenleistungsdichte um so gleichmäßiger über die Bürstenbreite, je größer der Dämpfungsgrad ist. Die Verteilung der Bürstenleistungsdichte bei einem bestimmten Wendefeldfehler ändert sich durchaus stetig mit dem Dämpfungsgrad. Bei zu schwachem Wendefeld gehört zwar zu jedem Wendefeldfehler ein günstigster Dämpfungsgrad, der die Leistungsdichte an der ablaufenden Bürstenkante auf einen kleinsten Wert bringt. Es gibt aber nicht, wie man entgegen der Erfahrung aus anderweitigen Überlegungen gefolgert hat, eine allgemeine Dämpfungsgradgrenze bei deren Unterschreitung die Bürsten unter allen Umständen feuern. — Die Gesamtleistung, die an den Bürsten in Wärme umgesetzt wird, steigt mit dem Wendefeldfehler und mit dem Dämpfungsgrad. Wenn man Bürsten hohen Übergangswiderstandes vielfach bevorzugt, so liegt der Grad also lediglich in dem günstigen Einfluß auf die Verteilung der Bürstenleistung.

Man kann aus der Gleichung der Bürstenspannungskurve Forderungen an die Beschaffenheit von Stromwendebürsten und Gesichtspunkte für die Wahl einer dem einzelnen Fall entsprechenden Bürstensorte ableiten. Darauf wird aber zunächst nicht eingegangen. (H. Bechmann Arch. El Bd. 19, H. 1, S. 15.)

Apparatebau.

Massivkontakte für starken Druck und neue Luftschaltertypen. — In der Rev. Gén. de l'El. verficht P. Charpentier wie schon früher bei Ölschaltern[1] die

[1] S. z. B. El. Review Bd. 98, S. 349.

[1] Rev. Gén. de l'El. Bd. 17, S. 99.

Ansicht, daß auch bei L u f t s c h a l t e r n für hohe Ströme unter starkem Druck stehende Massivkontakte nach Art von Kontrollerfingern den hierfür fast allein in Europa und Amerika benutzten Bürstenkontakten überlegen seien. Die Bürstenkontakte sind nach Charpentier ähnlich wie die früher viel als Kommutatorbürsten verwandten aufgerollten Kupfergazestücke nichts als eine Parallelschaltung von vielen schlechten Einzelkontakten; sie hätten sich im Apparatebau deshalb aufrechterhalten, weil sie keinen allzu großen Druck benötigten, der ja bei den Kommutatorbürsten auch notwendigerweise nicht zu hoch gesteigert werden kann. Weiter wird behauptet, daß sich die Bürstenkontakte nur als Trennschalterkontakte bewährt hätten, daß sie aber bei Lichtbogenbildung an den Kontakten bei Leistungsunterbrechung, also bei Selbstschaltern für starke Gleich- und Wechselströme niedrigerer Spannung und für Ölschalter trotz vorhandener besonderer Abreißkontakte öfter beanstandet wurden und nach jedem schweren Kurzschluß mit der Feile bearbeitet werden müßten (?).

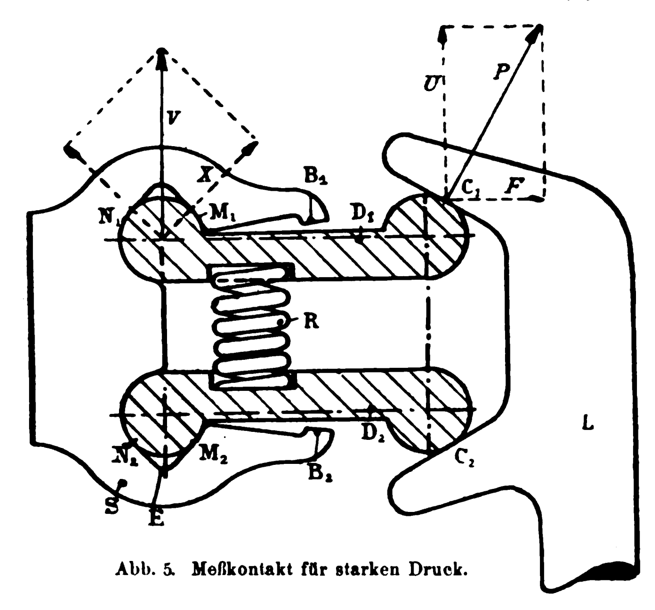


Abb. 5. **Meßkontakt für starken Druck.**

Die von Charpentier statt der Bürstenkontakte ausgebildeten Massivkontakte haben gegenüber jenen den Vorteil, nicht so stark unterteilt zu sein. Dann brauchen sie nicht so genau justiert zu werden wie jene, bei denen jede untere Kante jeder Lamelle sich gut auf den festen Kontaktteil aufsetzen muß. Bei Bürsten von $20 \div 30$ Lamellen, die auf eine Fläche von $10 \cdot 15$ cm² gedrückt werden, glaubt man, daß die Ungleichmäßigkeiten an den Rändern der Einzelbänder sich durch Torsion ausgleichen. Der Druck sei aber dann nicht gleichmäßig auf die Unterkante verteilt, ungleichmäßige Erwärmung und Nachlassen der Elastizität sei die Folge. Dies alles falle bei einmal gut eingeschmirgelten Massivkontakten weg, deren Elemente bei Charpentier aus zwei sich in einer Tangente berührenden Zylindern bestehen; ihre Zahl richtet sich nach der Betriebstromstärke.

Diese Elemente nach Art der Kontrollerfinger brauchen nur bis auf $25 \div 30$ mm Breite unterteilt zu sein. Der Kontaktdruck auf die gemeinsame Mantellinie muß aber so groß sein wie die Kohäsionskraft des Kupfers; es werden sich auf der Linie, die rein theoretisch den Widerstand ∞ hätte, die drei infolge stets noch vorhandener Rauhigkeit am meisten hervorstehenden Punkte berühren. Wenn man diese drei Punktspitzen zerdrückt, kommen weitere Punkte zur Berührung (womit freilich auch der spezifische Druck eines Punktes fällt). Die Erfahrung lehrt, daß durch den sogenannten linearen Kontakt bei $3 \div 6$ kg/cm Druck man $50 \div 100$ A/cm schicken kann, ohne daß eine übermäßige Erwärmung auftritt. Wenn nur zwei Punkte der Linie sich berühren würden und auf jeden 3 kg wirken, so ist bei Annahme von $^1/_{10}$ mm² jeder Berührungsfläche der spezifische Druck 30 kg/mm². Dieser übt schon eine dauernde Deformation aus. Bei Berührung weiterer Punkte wird die Übergangsfläche vergrößert. Außerdem bewirken die großen Kupfermassen beiderseits der Berührungslinie durch Ableitung eine starke Kühlwirkung.

Die Charpentiersche Kontaktausbildung ist aus Abb. 5 ersichtlich. Der bewegliche Kontaktteil L bekommt an den linearen Berührungsstellen C_1 und C_2 der beiden Finger D_1, D_2 Kontakt; diese werden durch die starke Feder R auseinandergedrückt. In nicht eingeschaltetem Zustand liegen die Finger an den Anschlägen B_1 und B_2 an. Die anderen Enden der Finger werden im festen Kontaktteil in angenähert zylindrischen Bohrungen gehalten und besonders stark durch die Feder R an je zwei Kontaktlinien N_1M_1 und N_2M_2 angepaßt. Eine zweite Form, die in der Arbeit wiedergegeben ist, nutzt für sehr starke Ströme in bekannter Weise die elektrodynamische Anziehungskraft der parallelen Ströme in beiden Kontaktfingern als zusätzliche Erhöhung des Kontaktdrucks aus, der auf den beweglichen, diesmal hammerartigen Hebel L wirkt, der sich zwischen die Kontaktfinger drückt. Man hat also bei diesen Kontaktformen nicht nur an den Öffnungsenden der Finger, sondern auch in der Lagerung (bei NM) Übergangswiderstände. Charpentier gibt für einen besonderen Fall von 6000 A an, daß man beim Bürstenkontakt 80 Elemente braucht gegenüber 12 Paar Kontaktfingern, wodurch er auch deren wirtschaftliche Überlegenheit erwiesen glaubt. Es werden noch sechs Abbildungen von ausgeführten, zum Teil dreipoligen Schaltern wiedergegeben, die aber nur maximale Stromstärken von 250, 500 und 750 A führen; für die erstgenannten Stromstärken dürften die Kontakte Charpentiers sich nicht besonders eignen. Er gibt aber an, daß Luftschalter mit seiner Kontaktform für 4000 und 8000 A bei der Pariser Untergrundbahn (der „Metro") im Betrieb sind. Bei vierstündiger Dauerbelastung ist bei den einzelnen Schaltertypen keine größere Übertemperatur als 20° festzustellen gewesen, die Temperatur an dem hinteren Gelenk war stets $5 \div 10$° niedriger als am eigentlichen Kontakt!

Zu der Darstellung Charpentiers wäre noch folgendes zu sagen: Daß der Widerstand einer Kontaktstelle sehr stark vom Druck abhängt, ist bekannt; die Kurve, die diesen Zusammenhang wiedergibt, hat fast hyperbolischen Charakter, d. h. der Widerstand ist in einem weiten Bereich etwa umgekehrt proportional dem Druck[1]. Tatsächlich glaubt Charpentier, ohne Erhöhung des Schalterdruckes den spezifischen Druck bei seiner Kontaktform erhöht zu haben. Seine früher[2] mitgeteilten Zahlenwerte von Kontaktwiderständen sind nicht uninteressant, weshalb sie wiedergegeben werden sollen. Bei gewöhnlichen Schraubverbindungen (etwa bei Sammelschienen), bei denen die aneinander gepreßten Flächen leicht eingefettet waren, was bekanntlich zum Schutze gegen Oxydation für Kontakte von größter Wichtigkeit ist, kann man mit einem Druck von $70 \div 560$ kg/cm² rechnen; der Kontaktwiderstand ist dabei $4{,}7 \div 2{,}3 \cdot 10^{-6}$ Ω/cm², während bei einer gelöteten Verbindung ebenfalls $4{,}7 \cdot 10^{-6}$ Ω/cm² festgestellt wurde. Für einen Bürstenkontakt rechnet er mit einem Druck von $0{,}3 \div 6$ kg/cm². Die Strombelastung kann hierbei $8 \div 10$ A/cm² betragen. Bei einem Kontrollerfinger gibt er (wie oben) $3 \div 6$ kg für 1 cm Länge an, d. h. bei der Annahme einer 1 mm breiten Berührungsfläche hat man $30 \div 60$ kg/cm²; meist wird man es noch mit schmalerer Berührungsfläche zu tun haben, so daß man den Druck $3 \div 6$ kg/cm beibehalten kann, dem ein Kontaktwiderstand von $40 \div 20 \cdot 10^{-6}$ Ω/cm entspricht. Die Belastbarkeit des Kontrollerfingers ist $5 \div 10$ A/cm, d. h. also bei einer Kontaktfläche von 1 cm mal 1 mm = 0,1 cm² ist die spezifische Belastbarkeit $50 \div 100$ A/cm² oder $0{,}5 \div 1$ A/mm². — Die Charpentiersche Lösung des Hochstromkontaktes muß als interessant bezeichnet werden, wenngleich sie bis jetzt vereinzelt dasteht. Wohl alle deutschen einschlägigen Firmen bauen die Bürstenkontakte seit Jahren mit besserem Erfolg, als Herr Charpentier angibt, und ebenso ist, wie z. B. das jetzt herausgekommene Buch von H a y e s , Switching equipment (New York 1927) beweist, der Bürstenkontakt in Amerika bis heute allein für große Ströme in Gebrauch. Wie sich die Charpentierschen Zylinderkontakte für sehr starke Wechselströme, bekanntlich die schwierigere Aufgabe, bewähren, geht nicht besonders aus seiner Veröffentlichung hervor; hier tritt erfahrungsgemäß und verständlicherweise durch Wirbelströme ein zusätzlicher Verlust auf, der wohl zum Teil durch die Unterteilung des Leiters in der Bürste verringert werden dürfte. (P. C h a r p e n t i e r , Rev. Gén. de l'El. Bd. 21, S. 89). H ü t e r.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Temperaturkompensation an Induktions-Wattstundenzählern. — Es ist bekannt, daß Induktionszähler durch Temperatureinflüsse Fehler zeigen, die bei großen Temperaturschwankungen recht beträchtlich werden können. Insbesondere ist es der Temperaturkoeffizient des perma-

[1] Vgl. a. die deutschen Untersuchungen von Georg M e y e r, ETZ 1909, S. 243 u. 275 und H o e p p, ETZ 1920 S. 205 u. 232.
[2] Rev. Gén. de l' El. Bd. 17, S. 100.



nenten Magneten, der eine Änderung des Bremsflusses bedingt, wodurch die Geschwindigkeit sowohl bei induktionsfreier, als auch bei induktiver und kapazitiver Belastung geändert wird. Bei induktiver oder kapazitiver Belastung treten auch noch andere Temperatureinflüsse auf, die in der Hauptsache darin liegen, daß die Widerstände der Spannungswicklung und etwaiger Kurzschlußwicklungen zur Herstellung von 90°-Verschiebung ihren Widerstand mit der Temperatur ändern. D. T. Canfield stellt in einer Tafel alle diese Einflüsse zusammen und betrachtet ihre Wirkung auf den Gang des Zählers. Dabei werden in Kurvenscharen die sich ergebenden Fehler dargestellt, wobei gewisse Kompensationswirkungen, die sich bei bestimmter Wahl des Materials und der Widerstände ergeben, einzeln betrachtet werden.

Als Resultat dieser Untersuchungen gibt Canfield zwei Kompensationseinrichtungen an. Die eine besteht aus einem Bimetallstreifen, der ein kleines Eisenstückchen gegen das Maul des permanenten Magnets hin oder von diesem weg bewegt. Diese Kompensation wird so eingestellt, daß sie bei $\cos\varphi = 1$ eine genaue Kompensation der Fehler ergibt, d. h., daß der Zähler unabhängig von Temperaturänderungen immer dieselben Angaben macht. Die zweite Einrichtung bewirkt auf eine ähnliche Weise mit einem Bimetallstreifen die Verstellung der Kurzschlußwindung zur Herstellung der 90°-Abgleichung. Das Zusammenwirken beider Kompensationsmittel ergibt eine außerordentlich gute Temperaturkompensation, die es ermöglicht, einen Zähler herzustellen, der zwischen —20 und +40 °C keine größeren Abweichungen als 1 % vom Sollwert zeigt. Der Verfasser gibt an, daß 6 Zähler mit diesen Einrichtungen versehen worden sind und daß diese sehr gleichmäßig arbeiteten. Auch den Transport soller die Zähler ohne weiteres aushalten, ohne daß die Kompensationseinrichtungen sich verstellen. Genauere Angaben über die Konstruktionseinzelheiten fehlen. Ebenso ist nicht angegeben, wie lange die Einstellung der Kompensation dauert, um die erwähnte Genauigkeit zu erreichen. Es muß auch bemerkt werden, daß sich die genannten Kompensationsmittel nicht auf alle Zählerkonstruktionen gleichmäßig anwenden lassen. Hat man z. B. einen Zähler, bei dem die 90°-Abgleichung schon ohne Kurzschlußwindung erreicht ist, so ist das zweite Mittel nicht geeignet. — In einem Anhang wird das bekannte Vektordiagramm des Induktions-Wattstundenzählers diskutiert und in einem zweiten Anhang in Verbindung mit diesem Diagramm der Einfluß der Temperaturfehler nochmals durchgesprochen. (D. T. Canfield, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 328.) *Schm.*

Ein elektrodynamisches Wattmeter zur Messung dielektrischer Verluste. — Täuber-Gretler beschreibt eine technische Meßeinrichtung zur Messung des dielektrischen Verlustwinkels und der Leistungsaufnahme fester Dielektrika, welche durch die Verwendung eines hochempfindlichen, eisenlosen, elektrodynamischen Wattmeters mit zwei festen Wicklungen und einer an einem Bronzeband aufgehängten Drehspule gekennzeichnet ist (Abb. 6). Die eine der beiden festen Spulen liegt über passenden Vorwiderständen (R_a, L_a, C_a) an den Klemmen der Unterspannungswicklung des Prüftransformators *Tr*, während die andere über einen veränderbaren induktions- und kapazitätsfreien Widerstand *R* geschlossen ist. Die erstere, die Feldwicklung *F*, ist mit dieser, der Hilfswicklung *H*, möglichst stark induktiv gekoppelt. Die Drehspule *M* liegt in Reihe wahlweise (über einen Umschalter *S*) mit dem Prüfobjekt C_x und dem Normalkondensator (Luftkondensator) C_N, dessen absoluter Kapazitätswert nicht bekannt zu sein braucht, da sich die Meßmethode nur auf die Verlustlosigkeit des Normalkondensators stützt. Mit der Induktivität L_a und der Kapazität C_a wird, je nach Erregung und Belastung des Prüftransformators *Tr*, dessen Fehlwinkel wenn nötig soweit überkompensiert, daß der um 180° umgeklappte Feldstrom I_F im Elektrodynamometer der Sekundärspannung E_s zeitlich voreilt.

Die Messung der Leistungsaufnahme des Prüfobjektes und daran anschließend die Bestimmung des Verlustwinkels geschehen bei dieser Meßeinrichtung in grundsätzlicher Abweichung von den bekannten Methoden durch Verändern des Widerstandes *R*, und zwar wird zunächst der Fehlwinkel des Prüftransformators kompensiert, wenn die Drehspule mit C_N in Reihe geschaltet ist. Dann wird die Drehspule mit C_x in Reihe geschaltet und der am Wattmeter auftretende Ausschlag beobachtet, welcher ein Maß ist für die vom Prüfobjekt aufgenommene elektrische Leistung. Wird dieser Ausschlag durch Verkleinern des Widerstandes *R* zum Verschwinden gebracht, so kann der Verlustwinkel aus dem eingestellten Wert für *R* und den Instrumentkonstanten berechnet werden. Bei größeren Prüfobjekten, z. B. langen Kabelstücken, darf der das Prüfobjekt durchfließende Strom (I_{C_x} in Abb. 6) nicht mehr unverzweigt durch die Drehspule geschickt werden. Es sind daher Nebenwiderstände vorzusehen, für welche zur Vermeidung zusätzlicher Meßfehler besondere Maßnahmen zu beachten sind. Die Theorie des Meßverfahrens sowie die Fehlermöglichkeiten und ihre Beseitigung werden ausführlich behandelt, und es werden die Hauptdaten einer ausgeführten Meßeinrichtung (Fabrikat der Firma Trüb, Täuber & Co., Zürich) angegeben, wobei noch auf einige für den praktischen Gebrauch wichtige Einzelheiten hingewiesen wird.

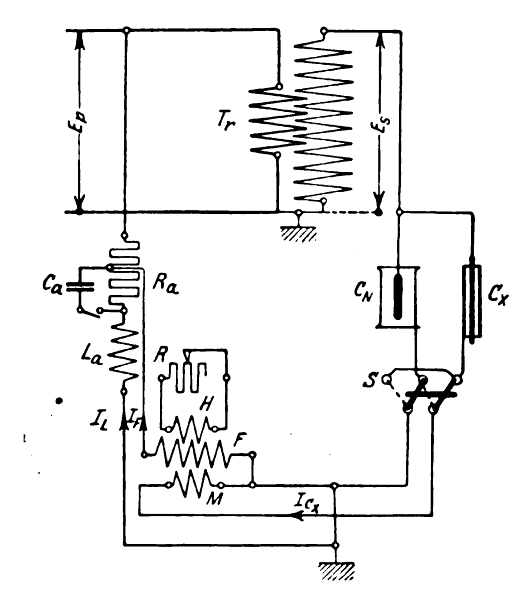


Abb. 6. Schaltbild der Meßeinrichtung nach Täuber-Gretler zur Messung dielektrischer Verluste.

Die Meßempfindlichkeit ist proportional dem Ladestrom des Luftkondensators und auch der Betriebspannung. Ist beispielsweise der Ladestrom 0,6 mA, die Betriebspannung 200 V, gleich dem Nennwert des Spannungsmeßbereiches, so kann ein Winkelbetrag von ± 2′, welcher einem Zeigerausschlag von ± 0,1 Teilstrich entspricht, noch mit Sicherheit erkannt werden. Die Meßgenauigkeit selbst ist, wie bei allen demselben Zweck dienenden Verfahren, abhängig von der Konstanz der Betriebspannung und zu einem gewissen Teil auch von Kurvenverzerrungen, welche namentlich bei hochgesättigten Transformatoren in der Sekundärspannung in Erscheinung treten und dann irreführende Resultate zeitigen, wenn gleichzeitig auch die primäre Betriebspannung verzerrt ist. Ist letztere dagegen praktisch sinusförmig, so sind auch diese Fehler geringfügig, weil die nur oberspannungseitig auftretenden höheren Harmonischen dynamometrisch wirkungslos bleiben. Am Schluß der Arbeit weist Verfasser darauf hin, daß derartige Meßeinrichtungen auch bei anderen Wechselstrommessungen, wo kleine Phasenwinkel gemessen werden sollen, mit Vorteil angewendet werden können. (A. Täuber-Gretler, Bull. SEV Bd. 18, S. 543.) *Ggr.*

Über Schmieröle für Motor-Elektrizitätszähler. — Um einen Beitrag zur Normung von Zählerölen zu liefern, haben D. Holde und R. Schachenmeier die analytisch feststellbaren Eigenschaften einer Zahl von Schmierölen untersucht. Für den Einfluß der Viskosität des Öls auf den Gang des Zählers finden sie, daß der geölte Zähler bei kleinen Belastungen in der Regel etwas langsamer läuft als der trockene, daß aber die Verlangsamung des Zählerganges erst dann die zulässigen Grenzen überschreitet, wenn die Viskosität etwa 20 Englergrade (1,5 cm^{-1} g s^{-1}) erreicht. Abb. 7 zeigt den Einfluß der Lagerreibung auf den Gang eines trockenlaufenden und eines mit Öl von der Viskosität 21,8 Englergraden geschmierten LIg-Zählers. Die Fehler sind in Prozenten der wahren Belastung, die Belastungen in Prozenten der Nennleistung (550 W) ausgedrückt. Ein brauchbares Öl dürfte die Viskosität von 20 Englergraden weder durch Verdickung in der Kälte noch durch Verharzung oder Verdampfen überschreiten. Da die Zähler unter Umständen Temperaturen von — 10° und — 20° ausgesetzt sein können, so werden

der aufgestellten Bedingung in der Regel nur bei Zimmertemperatur ziemlich dünnflüssige Öle, z. B. $E_{20} \div E_5$, entsprechen. Zur Kennzeichnung der Beständigkeit der Öle gegen Verharzung infolge Oxydation wurde die Jodzahl einiger Öle festgestellt. Ein in mehrjährigem Betrieb als geeignet erkanntes Vaselinöl zeigt die Jodzahl 1,6, andere untersuchte Öle die Zahlen $5 \div 6$ und 15. Laboratoriumsversuche zeigten auch bei diesen Ölen in kürzerer Zeit keine Verharzungserscheinungen, doch stehen bei ihnen noch Betriebs - Dauerversuche aus. Auch die Auswertung der Verdampfungsversuche ist erst in Verbindung mit Betriebs - Dauerversuche möglich. (D. Holde u. R. Schachenmeister, Z. Techn. Phys. Bd. 7, S. 484.) *Br.*

Abb. 7. Einfluß der Lagerreibung auf den Gang eines Zählers.

Beleuchtung.

Lampenabstand bei Straßenbeleuchtung. — Der Lampenabstand bei Straßenbeleuchtungsanlagen ist besonders wichtig in bezug auf die Beleuchtung von Straßenkreuzungen. In Portland wurden deshalb für eine neue Straßenbeleuchtungsanlage der Morrison-Street verschiedene Vorschläge besonders in bezug auf diese Beleuchtungen verglichen. Die Länge der einzelnen Straßenabschnitte zwischen zwei Querstraßen betrug 61 m, die Breite der Querstraßen 24,5 m, jedesmal zwischen den Fluchtlinien der Querstraßen gemessen. Ein Vorschlag A sieht in jedem Straßenabschnitt auf jeder Straßenseite zwei Lampenmasten vor, wobei sämtliche Masten gleiche Abstände voneinander haben. Die Baukosten sind hierbei zwar gering und der Eindruck am Tage wegen der gleichen Abstände gut, die Beleuchtungstärke erreicht aber gerade in den verkehrstechnisch wichtigen Straßenkreuzungen ihr Minimum. Ein Vorschlag B sieht dagegen in jedem Straßenabschnitt auf jeder Seite drei Masten vor, und zwar einen in der Mitte des Abschnittes und je einen an beiden Enden in der Häuserflucht der Querstraßen. Hier ergeben sich an den Straßenkreuzungen höhere Beleuchtungstärken als bei A. Bei jedem Vorschlag ist die Verteilung der Lampenmasten auf beiden Seiten der Straße die gleiche, ferner trägt bei beiden Vorschlägen jeder Mast zwei Lampen von je 10 000 Lumen (int.), während bei einem, sonst dem Vorschlag B gleichen Vorschlag C Lampen von 6000 Lumen vorgesehen sind.

Es werden folgende Zahlenangaben gemacht: 1. Verhältnis von Lampenabstand zur Aufhängehöhe über der Straße: Vorschlag A = 7,37; B und C = 5,26. Als günstigster Wert wird 6 angegeben. 2. Verhältnis zwischen größtem und kleinstem Wert der Beleuchtungstärke, gemessen in der Mittellinie der Straße. Vorschlag A = 7,14; B = 3,06 und C = 3,1; B und C geben also eine gleichmäßigere Beleuchtung als A. 3. Verhältnis der mittleren Beleuchtungstärke einer Straßenkreuzung zur mittleren Beleuchtungstärke im übrigen Straßenabschnitt: A = 0,38; B = 1,25 und C = 1,23. Dieses Verhältnis sollte mindestens 2 betragen, wird also auch von B und C nicht erreicht, wohl aber dann nahezu, wenn die Querstraßen mit den gleichen Beleuchtungsanlagen versehen werden. Bei Beleuchtungsanlage B würde sich dann für eine Straßenkreuzung 1,79 und für C 1,78 ergeben. (F. M. Murphy, El. World Bd. 90, S. 609.) *Schb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Krupps Einphasen-Bahnsystem für 50 Hz. — F. Punga und L. Schön beschreiben die Versuche, die auf der Probestrecke der Braunkohlengrube Hirschfelde mit einer elektrischen Abraum-Lokomotive ausgeführt wurden, auf welcher die in der ETZ 1926, S. 842 beschriebenen Krupp-Motoren verwandt wurden. Die Probestrecke befand sich auf einem verhältnismäßig schwierigen Gelände, denn es waren Steigungen von 1 : 26,5 vorhanden und in der Steigung selbst noch eine 30 m-Kurve. Die Versuche gestatteten einen Vergleich zwischen Gleichstrom- und Einphasenstrom. Zunächst ergab sich, wie erwartet, daß die Nutzbremsung während der Talfahrt in denkbar einfachster und sicherster Weise vor sich ging. Als zweiter Punkt ergab sich zugunsten der gewählten mechanischen Ausführung der Lokomotive eine Erhöhung der Schleudergrenze des Drehgestells gegenüber einer Gleichstrom-Lokomotive mit Einzelachsantrieb.

Ferner wurde ein Versuch beschrieben, der auf der Versuchstrecke der Krupp-Werke angestellt wurde, um die Kurzschlußsicherheit der Versuchstrecke zu beweisen. Es wurde in die Speiseleitung der Versuchstrecke eine Drosselspule von 0,01 H eingebaut, die den Kurzschlußstrom der geerdeten Fahrleitung auf etwa 500 A bei 1500 V Transformatorspannung herabsetzte. Trotz dieses sehr geringen Wertes für den Kurzschlußstrom war es möglich, die gleiche maximale Zugkraft auszuüben, wie ohne Drossel. Bei geringen Belastungen stieg unter dem Einfluß dieser Drosselspule die Motorspannung erheblich über die des Transformators. Zum Beispiel ergab sich bei 3,2 t Zugkraft eines Drehgestells und bei einem voreilenden cos φ von 0,85 eine Motorspannung von 1800 V. (F. Punga u. L. Schön, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 901.) *Sb.*

Achsdruck, Reibung und Zugkraft bei elektrischen Lokomotiven. — Die Verteilung der Achsdrücke ist bei der arbeitenden Lokomotive im allgemeinen eine andere als bei der im Ruhezustand befindlichen. Der Unterschied kann bedeutend sein. Diese Erscheinung verhindert eine volle Ausnutzung des Reibungsgewichtes, ist also gerade für elektrische Lokomotiven besonders unerwünscht. Die am Zughaken entwickelte Kraft bildet mit dem Abstand „Haken bis Schienenoberkante" ein Drehmoment das die Belastung der vorderen Achsen vermindert und die der folgenden erhöht. Diese Veränderung der Treibachsdrücke läßt sich ganz oder teilweise beseitigen namentlich durch:

a) langen Achsstand,

b) weit gegen die Lokoenden vorgeschobene Laufachsen bei möglichst eng in der Nähe des Lokoschwerpunktes zusammengerückten Treibachsen,

c) Verbindung der Treibachstragfedern durch Ausgleichhebel,

d) Kuppelung der Treibachsen.

Für die mit kleinem Achsstand ohne Laufachsen gebaute Maschine erscheint die Kuppelung der Treibachsen unerläßlich, wenn das Reibungsgewicht voll ausgenutzt werden soll.

Auch der Tatzenlagerantrieb kann eine Verschiebung der Treibachsdrücke bewirken. Das am Motorritzel auftretende Drehmoment wird durch ein Kräftepaar ausgeglichen, das an der Motoraufhängung und an der Treibachse in senkrechter Richtung angreift. Liegt der Motor vor seiner Treibachse, so vergrößert er den Achsdruck; er vermindert ihn, wenn der Motor der Treibachse folgt. Diese Erscheinung braucht nicht schädlich zu sein, da man sie leicht zum Ausgleich der von der Zughakenkraft bewirkten Achsdruckveränderung benutzen kann (A. Winkler, El. u. Maschinenb. Bd. 45, S. 121). *Sb.*

Fernmeldetechnik.

Allgemeine Telegraphen-Gesellschaft. — Am 14. XII. 1927 ist eine Gesellschaft gegründet worden, die den Namen „Allgemeine Telegraphen - Gesellschaft mit beschränkter Haftung" erhalten hat. Der Sitz der Gesellschaft ist Berlin. Der Gegenstand des Unternehmens ist die Förderung des Schnellnachrichtendienstes im Auslandsverkehr. Die neue Gesellschaft wird mit der Transradio A. G. für drahtlosen Überseeverkehr und der Deutsch-Atlantischen Telegraphen-Gesellschaft zusammenarbeiten. Als Geschäftsführer wurde Herr Richard Hornung bestellt. Die Geschäftstelle befindet sich in Berlin W 62, Budapester Straße 35 II.

Die Technik der Betriebsausnutzung der Fernkabel. — Der Zusammenschluß der europäischen Fernkabelnetze untereinander, und zwar des deutschen, niederländischen, schweizerischen, englischen, österreichischen, des französischen, dänischen, schwedischen und tschechoslowakischen, hat die tägliche Herstellung von Fernsprechverbindungen auf weite Entfernungen mit einer sehr großen Vollkommenheit ermöglicht. Dieser Erfolg ist der unermüdlichen Tätigkeit der im „Zwischenstaatlichen beratenden Ausschuß für den Fernsprechweitverkehr" zusammengeschlossenen Fernsprechverwaltungen und der Privatindustrie zu danken, die Kabel, Spulen und Verstärker geliefert hat.

K. Höpfner zeigte in einem anläßlich der Internationalen Tagung der Fernmeldetechniker, Como 1927, gehaltenen Vortrag am deutschen Netz die große allgemeine

Bedeutung eines Fernkabelnetzes für den Fernsprechweitverkehr, für die Telegraphie, für die Bildübertragung und für die Verbreitung von Rundfunkdarbietungen; er zeigte die Schwierigkeiten, die die Ingenieure haben überwinden müssen, um die allgemeine Verwendbarkeit der Fernkabelnetze zu erreichen. Im einzelnen behandelte der Vortragende die Mittel, die geeignet sind, die Reichweite des Zweidrahtbetriebes auszudehnen, d. s. die Verbesserung des homogenen Aufbaues der Pupinleitungen, die Vervollkommnung in der Anpassung der Scheinwiderstände von Verstärkern und Leitungen, die Dämpfungsentzerrung, die Verminderung des Nebensprechens im Kabel und in den Verstärkerämtern. Ferner bildeten die Dämpfungsentzerrung in Vierdrahtleitungen, die Unterdrückung der Echoerscheinungen, die Einschwingvorgänge, die Phasenentzerrung, die Schnurverstärker im Zweidraht- und Vierdrahtbetrieb, die Übertragung von Rundfunkdarbietungen, die Bildübertragung, die Tonfrequenztelegraphie, die Unterlagerungstelegraphie Gegenstand des Vortrags. Der Vortragende erörterte außerdem die sehr wichtige Frage der Unterhaltung der Fernkabel und der Leitungen in diesen Kabeln und beschrieb einige neue Mittel zur Vereinfachung der Unterhaltung, nämlich einen Apparat zur selbsttätigen Überwachung des Isolationszustandes der Kabel und einen unmittelbar anzeigenden Pegelmesser. (K. Höpfner, Europ. Fernspr., Sonderheft Dezember 1927.)

Hochfrequenz- und induktiver Widerstand von Spulen für Rundfunk-Empfang. — Zur Untersuchung des Einflusses der Spulenform und des verwendeten Drahtes wurden Messungen an den in der Empfangstechnik üblichen Spulen im Bereich von 300 bis 1500 kHz vorgenommen. Alle Spulen waren so bemessen, daß ihre Induktivität bei 1 kHz 0,291 H betrug. Die Messungen erfolgten in einer Brückenanordnung entsprechend Abb. 8. Bringt man in ihr die unbekannte Spule und den variablen, bekannten Kondensator in Resonanz mit der Meßfrequenz, so kann man den Wirkwiderstand R mit dem Normalwiderstand R_N vergleichen. Die scheinbare Induktivität L berechnet sich aus der Formel $L = \frac{1}{\omega^2 C}$. Die Werte von R, L, $\frac{L}{R}$ sowie ihre prozentualen Änderungen sind in zahlreichen Kurven als Funktionen der Frequenz übersichtlich dargestellt und gestatten die bequeme Auswahl der für einen bestimmten Zweck geeigneten Spule. Ferner ist der Einfluß des Bruches einzelner Fäden einer Litze auf den Wirkwiderstand untersucht. (August Hund u. H. B. De Groot, Technologic Papers of the Bureau of Standards Nr. 298.) *Krb.*

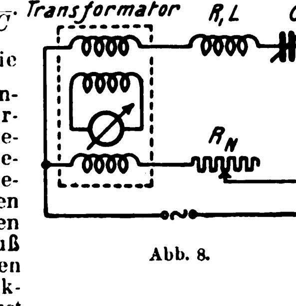


Abb. 8.

50 Jahre Baudot-Telegraph in Frankreich. — Am 9. XI. 1927 fand im Haupttelegraphenamt zu Paris eine Feier zum Andenken an die vor 50 Jahren erfolgte erste Verwendung des vom französischen Telegraphenbeamten Emile Baudot entwickelten Mehrfachdrucktelegraphen statt, der damals für die Leitung Paris—Bordeaux eingesetzt wurde. Baudot war am 11. IX. 1845 zu Magneux, Haute Marne, geboren und trat 1870 in den Telegraphendienst zu Paris. Bereits am 17. VI. 1874 nahm er ein Patent, das eine wesentliche Verbesserung der bisher verwendeten Apparate und Betriebsweisen enthielt, da es einen Mehrfachbetrieb mit Drucktelegraphen auf nur einem Draht zuließ. 1875 konnte er seine Pläne durch ein Modell unterstützen, so daß sich die Firma Dumoulin-Froment 1877 bereit erklärte, den Apparat zu bauen. Der Ende 1877 eingeleitete Versuchsbetrieb brachte einen vollen Erfolg, so daß Baudot 1880 zum Kontrolleur und 1882 zum Inspecteur-Ingénieur aufrückte. Sein ganzes Streben galt bis zu seinem 1903 erfolgten Tode der Verbesserung seiner Erfindung, wobei er durch seine Verwaltung und durch die Firma Carpentier hinreichend unterstützt wurde. Sein Apparat[1] hat bei vielen Telegraphenverwaltungen Eingang gefunden, weil er eine wirtschaftliche Betriebsweise der Leitungen zuließ. Die Verdienste Baudots um die Entwicklung der Telegraphentechnik sind heute unumstritten, sie werden von jedem Fachmann restlos anerkannt und finden ihren Ausdruck darin, daß man im November 1926 auf dem Internationalen Kongreß der Telegraphenfachleute (Beratender Ausschuß für Telegraphie) vorschlug, den kürzesten Stromstoß, der über eine Telegraphenleitung zu befördern ist und der in Deutschland als „Schritt" bezeichnet wurde, künftig allgemein „Baud" zu nennen. Die Verdienste Baudots fanden jetzt ihren besonderen Ausdruck in der Aufstellung seiner Büste in den Räumen des Pariser Haupttelegraphenamtes. (Rev. Gén. de l'El. Bd. 22, S. 857.) *Ptn.*

[1] Vgl ETZ 1881, S. 21, 58; 188?, S. 73; 1888, S. 329; 1891, S. 345; 1901 S. 282; 1902, S. 1006.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Strom- und Spannungsregelung. — Will man in einem Kreis mit konstantem Widerstand einen nicht zu starken Strom gegen Spannungschwankungen schützen, so kann man nach P. Vernotte die Anordnung der Abb. 9 benutzen. An A und B werden über einen Vorschaltwiderstand die Pole der Stromquelle gelegt, an C und D wird der Verbrauchskreis angeschlossen. AC und DB sind zwei gleiche Silberdrähte, CB und AD zwei gleiche Konstantandrähte. Ist R der Widerstand von AC und DB, X der Widerstand von CB und AD und I die Stromstärke in jedem der Zweige, so ist die Spannungsdifferenz zwischen C und D: $U = XI - RI$. Die Bedingung, daß U sich nicht ändert, wenn die Spannung zwischen A und B schwankt, lautet $0 = X\,\mathrm{d}I - R\,\mathrm{d}I - I\,\mathrm{d}R$, und daraus folgt $X = R + I\,\mathrm{d}R\,\mathrm{d}I$ und $U = I^2\,\mathrm{d}R/\mathrm{d}I$. Wenn man die Abhängigkeit des Silberwiderstandes von der Stromstärke experimentell bestimmt, so kann man aus der zweiten Gleichung die zu einer gewünschten Spannung U erforderliche Stromstärke I ermitteln und aus der ersten die Größe des erforderlichen Konstantanwiderstandes. Silberdrähte von 0,05 mm Dmr. vertragen einen Strom von 1,28 A, dem ein Verhältnis $X : R = 5$ entspricht. Fließt im Verbrauchskreis Strom, so bleibt die erste Bedingung unverändert. Spannungschwankungen von 5 % zwischen A und B riefen Stromschwankungen von 0,1 % im Verbrauchskreis hervor. (P. Vernotte, Compt. rend. Bd. 183, S. 347.) *Br.*

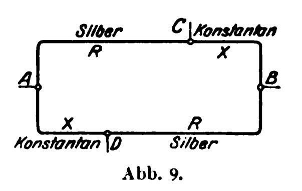


Abb. 9.

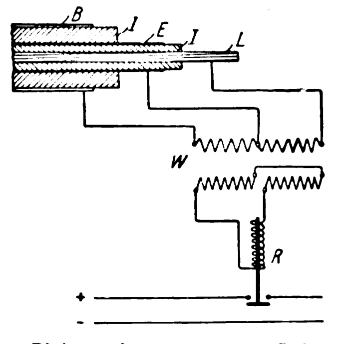
Stabilitätsbedingungen bei Lichtbogen und Elektronenröhren. — Lichtbogen und Elektronenröhre verhalten sich bezüglich ihrer Stabilität gegen Gleichstrom (sprunghafte Änderung) wie gegen Wechselstrom (Selbsterregung von Schwingungen) vollkommen entgegengesetzt. Beim Lichtbogen tritt Labilität ein, wenn der negative Widerstand des Leiters größer als der äußere Widerstand der Schaltung ist: $-\frac{\mathrm{d}e}{\mathrm{d}i} > R_a$. Wenn Elektronenröhren eine fallende Charakteristik besitzen, etwa infolge Bildung von Ionen bei schlechtem Vakuum oder von Sekundärelektronen, so wird der Zustand labil, wenn der negative Widerstand der Röhre kleiner als der äußere Widerstand des Stromsystems wird: $-\frac{\mathrm{d}e}{\mathrm{d}i} < R_a$. Der physikalische Grund für dieses entgegengesetzte Verhalten liegt darin, daß beim Lichtbogen die Stromänderung die Ursache für die Spannungsänderung ist, bei der Röhre dagegen die Spannungsänderung die Ursache für die Stromänderung. Beim Lichtbogen ist die Verspätung der Spannungsänderung als Lichtbogenhysteresis bekannt; die Elektronenröhre wird im allgemeinen als hysteresisfrei betrachtet, doch muß hier eine wenn auch sehr geringe Verspätung der Stromänderung eintreten. Mathematisch kann man daher die beiden entgegengesetzten Bedingungen dadurch ableiten, daß man dem Lichtbogen eine Induktivität, der Röhre eine Kapazität zuschreibt. Eine leichte Rechnung führt dann sofort zu den oben angeführten Stabilitätsbedingungen. (H. Barkhausen, Phys. Z. Bd. 27, S. 43.) *Br.*

Hochspannung.

Selektiv-Kabelschutz. — Zur Schaffung eines preiswerten Selektivschutzes für Kabel, der unabhängig von Belastungschwankungen und Überspannungen ist und einen Fehler bereits im Entstehen anzeigt, wird nach einem Vorschlag von Dr. Glaser eine metallische Einlage dicht über der Kabelseele angewendet. Durch diese Einlage (Abb. 10) wird die zwischen Leiter und Bleimantel herrschende Spannung in zwei Teile geteilt. Da am Leiter der Spannungsgradient am größten ist, werden Durchschläge in der Nähe des Leiters ihren Ausgang nehmen. Infolgedessen wird sich das Verhältnis der Spannungen zwischen Leiter und Einlage bzw. Einlage und Blei ändern.



Die Teilspannungen werden nun mit Hilfe eines Spezialwandlers mit zwei Sekundärwicklungen gegeneinander geschaltet, und zwar sind die Sekundärwicklungen so bemessen, daß bei gesundem Kabel die Differenzspannung Null ist, das Relais *R* also in Ruhe bleibt. Tritt ein Fehler auf, so ändert sich das Spannungsverhältnis, das Relais zieht seinen Anker an und betätigt den Auslöser des Ölschalters. Bei Dreileiterkabeln ist über jedem Leiter eine Einlage angebracht und die ganze Einrichtung ist entsprechend dreiphasig. Zum Spannungswandler gehört eine kleine Schalttafel, auf der ein Maximalspannungsrelais sowie Signalrelais und Transparente montiert sind. Abzweigkabel brauchen nur am Abzweigpunkt mit der Wandleranlage ausgerüstet zu werden, Verbindungskabel werden am Anfang und Ende geschützt. Das System hat bereits guten Eingang in die Praxis gefunden. (BBC-Mitt. Mannheim, Bd. 14, S. 22.) *Wi.*



B Bleimantel *L* Leiter
E metallische Einlage *R* Relais
I Isolation *W* Wandler

Abb. 10. Selektiv-Kabelschutz nach Glaser.

Zur Frage des Überspannungsschutzes. — In der ETZ 1927, S. 1531 wird das Ergebnis einer Umfrage veröffentlicht, die der Schweizerische Elektrotechnische Verein an 26 größere Elektrizitätswerke gerichtet hat. Es sollten durch diese Umfrage die Betriebsergebnisse von Überspannung-Schutzapparaten gesammelt und ferner festgestellt werden, ob für Anlagen am Ende von Freileitungen eine erhöhte Überspannungsgefahr besteht. Das Ergebnis dieser Umfrage ist vor allen Dingen deshalb interessant, weil hier die Praxis in Beantwortung der an sie gerichteten Fragen zu dem Resultat kommt, das die Theorie des Überspannungsproblems voraussehen ließ: Die Anlagen an den Leitungsenden sind am meisten gefährdet und die eingebauten Schutzapparate erfüllen den Zweck nur unvollkommen. Aus neueren, exakten Untersuchungen, zum Teil mit Hilfe des Kathodenoszillographen, geht einwandfrei hervor, daß Oxydfilmableiter, Ventilableiter, Glimmschutzapparate und Funkenableiter mit hohem Widerstand, als Überspannungsableiter überhaupt nicht in Frage kommen. Die gleichen Untersuchungen zeigen jedoch, daß Funkenableiter mit geringem Dämpfungswiderstand sehr wohl die Höhe der Überspannung ganz wesentlich herabsetzen können, und das ist der Punkt, auf den m.E. bei derartigen Rundfragen das Hauptgewicht gelegt werden müßte. Bei der Abgabe eines Urteils über den Überspannungsableiter muß immer die Höhe des Widerstandes mit angegeben werden, nur so läßt sich ein klares Bild gewinnen.

In fast allen Fällen bei der vorliegenden Rundfrage dürfte es sich wohl um Funkenableiter handeln, die mit Unterbrechung des Ableiterlichtbogens in Luft arbeiten und daher aus naheliegenden Gründen den hohen Dämpfungswiderstand besitzen; einen günstigen Einfluß auf die Überspannungen haben jedoch nur Ableiter mit g e r i n g e m Dämpfungswiderstand. Es wäre interessant gewesen, wenn die Erfahrungen mit Überspannungsableitern, nach Widerstandsgrößen geordnet, zusammengestellt worden wären, um so auch praktisch den Beweis zu erbringen, daß der maßgebende Faktor der Widerstand ist. Vielleicht läßt sich das gelegentlich einmal nachholen. Im übrigen sei noch bemerkt, daß die Betriebstüchtigkeit der Dämpfungswiderstände unter Öl, bei einwandfreiem Aufbau, nichts zu wünschen übrig läßt. *Ko.*

Werkstatt und Baustoffe.

Ein neuer Isolator. — A. S a m u e l hat auf synthetischem Wege einen neuen Isolator gefunden, den er Thiolit nennt. Es wird Formaldehyd mit Kresol polymerisiert, bis die Substanz eine zähe, in Alkohol und Azeton noch leicht lösliche Flüssigkeit darstellt. Dann wird sie mit Schwefelchlorür unter Neutralisierung der sich bildenden Salzsäure behandelt und durch wiederholte Lösung und Fällung gereinigt. Sie stellt dann ein weißes Pulver von der Dichte 1,18 dar. Das Thiolit ist ein guter Isolator. Sein spezifischer Widerstand beträgt $3 \cdot 10^8$ *M*Ωcm, seine dielektrischen Verluste bei Hochfrequenz $54 \cdot 10^{-6}$, seine dielektrische Festigkeit zwischen kreisförmigen Elektroden bei 0,1 mm Dicke 91 800 V/mm, bei 4,1 mm Dicke 19 900 V/mm. Bemerkenswert ist aber besonders seine bequeme Formbarkeit. Bei 80 ° wird das Pulver weich und bei 150 ° unter dem Druck mehrerer Atmosphären polymerisiert es sich weiter, ohne irgendwelche Gasentwickelung. Der Stoff ist dann sehr hart und vollkommen unlöslich in allen Lösungsmitteln. Er ist unschmelzbar, nicht entzündbar und wird in der Wärme nicht weich. Er zieht keine Luftfeuchtigkeit an und widersteht den meisten chemischen Reagentien, verändert also seine Eigenschaften nicht mit der Zeit. Das ursprüngliche Pulver ist dagegen in sehr vielen Lösungsmitteln leicht lösbar, so daß man aus ihm Firnisse herstellen kann, die auch in sehr konzentriertem Zustande leichtflüssig sind, nach der Behandlung aber nicht mehr angegriffen werden und ein sehr hohes Isolationsvermögen zeigen. So gibt der Verfasser an, daß ein Kupferstück, das mit einer Schicht von Thiolit von einigen Tausendstel Millimeter Dicke überzogen ist, sich durch Reibung wie ein massives Stück Hartgummi elektrisiert. (A. S a m u e l, Compt. rend. Bd. 182, S. 206.) *Br.*

Verschiedenes.

Elektrische Anlagen und Feuerversicherung. — Die vom 1. I. 1926 an gültige Fassung der „L e i t s ä t z e f ü r e l e k t r i s c h e S t a r k s t r o m a n l a g e n i n d e r L a n d w i r t s c h a f t" hat von Anfang an gerade bei den Feuerversicherungsanstalten wegen der teilweise wenig genauen Umgrenzung zugelassener Ausführungsarten Bedenken hervorgerufen. Es ergab sich somit als notwendige Folgerung, daß öffentliche und private Feuerversicherungsanstalten zu den Leitsätzen E r l ä u t e r u n g e n herausgaben. Wir konnten bereits früher darauf hinweisen, daß die Bayerische Landes-Brandversicherungs-Anstalt schon im Januar 1926 für ihr Tätigkeitsgebiet derartige Erläuterungen herausgegeben hatte[1].

Gelegentlich der Vorbesprechungen zur Gründung einer Bayerischen Arbeitsgemeinschaft zur Überwachung der elektrischen Anlagen auf dem Lande wurde von verschiedenen Seiten, insbesondere aber vom Verbande Bayer. Elektrizitätswerke auch eine Überprüfung dieser Erläuterungen angeregt, damit die derart ergänzten und erläuterten Leitsätze nunmehr in allen bayerischen Stromversorgungsgebieten als a l l g e m e i n v e r b i n d l i c h e I n s t a l l a t i o n s v o r s c h r i f t e n angenommen werden könnten. Diese Bearbeitung der technischen Richtlinien ist jetzt abgeschlossen. In einer Bekanntmachung vom 18. X. 1927 (Bayer. Staatsanz. Nr. 241) gibt die Bayerische Versicherungskammer u. a. folgendes bekannt:

„In l a n d w i r t s c h a f t l i c h e n G e b ä u d e n müssen elektrische Anlagen nach den ‚Leitsätzen für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen in der Landwirtschaft' unter Beachtung der von der Versicherungskammer beigefügten Anmerkungen ausgeführt und instand gehalten werden. Die Anmerkungen wurden im Benehmen mit den landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, elektrotechnischen Beratungsstellen, Stromabnehmerverbänden, Elektrizitätswerken und Installateuren teilweise neu gefaßt und erweitert. G r u n d s ä t z l i c h e Ä n d e r u n g e n der bisherigen Fassung s i n d n i c h t e i n g e t r e t e n.

Sonderdrucke der ‚Leitsätze' mit Auszügen der einschlägigen früheren Bekanntmachungen der Versicherungskammer können in kleinen Mengen vorerst unentgeltlich von den Brandversicherungsämtern und der Versicherungskammer, München 22, bezogen werden.

Ä l t e r e elektrische Anlagen in landwirtschaftlichen Anwesen sind nach den seit 1. I. 1926 gültigen ‚Leitsätzen' bei Gelegenheit umzuändern. Ist jedoch eine Anlage infolge ihrer Mangelhaftigkeit gefährlich, so muß sie sofort abgeändert werden.

Bei der Ä n d e r u n g v o n M o t o r a n l a g e n in Städeln, Futterböden usw. empfiehlt sich wegen der geringeren Kosten und der größeren Sicherheit stets der E i n b a u einer K a m m e r aus feuerhemmenden Baustoffen, in welcher die bisher verwendeten offenen Motoren und Zubehörteile feuersicher untergebracht werden können. Dagegen empfiehlt es sich n i c h t, Motoren offener Bauart nachträglich durch Blechkapselungen oder dergleichen in angeblich ‚feuersicher gekapselte' Maschinen umzuändern; solche n a c h t r ä g l i c h umgebaute Motoren dürfen in der Regel in Räumen mit leichtentzündlichem Inhalt n i c h t offen aufgestellt werden.

[1] ETZ 1927, S. 406.



In allen zerknallgefährlichen Betriebs- und Lagerräumen, insbesondere in Räumen mit Mahlmühleinrichtungen für Getreide aller Art, Räumen zur Herstellung von Aluminiumbronze in Pulverform und dergleichen müssen sämtliche elektrische Anlagen vor allem den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker über ‚explosionsgefährliche Betriebstätten und Lagerräume‘ (§ 35) und außerdem allen besonderen polizeilichen und sonstigen Vorschriften entsprechen.

Das gleiche[1] gilt für Holzbearbeitungsbetriebe, Sägewerke, Betriebe zur Verarbeitung von Faserstoffen (Textilfabrikation) und ähnliche feuergefährliche Betriebstätten und Lagerräume, wobei insbesondere § 34 der Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu beachten ist."

Die Anmerkungen sind jetzt erheblich umfangreicher geworden. In der Einleitung wird zunächst dargelegt, welche Änderungen an den Vorschriften in den letzten Jahren eintraten. Die allgemein anerkannte Feuergefährlichkeit der Dachständereinführungen für Hausanschlüsse, soweit sie in Scheunen und ähnlichen feuergefährlichen Räumen untergebracht sind, wird durch ein Verbot gebührend berücksichtigt. Auch Steckvorrichtungen in derartigen Räumen sind allgemein als feuergefährlich anerkannt. Die ausnahmsweise Zulassung derartiger Einrichtungen ist an die Einhaltung erschwerender, scharfer Vorschriften gebunden. Die nach Ansicht aller Feuerversicherer außerordentlich ungünstige Fassung des § 7 der Leitsätze (Motoren und Zubehör) machte eine sehr ausführliche Behandlung dieser Frage nötig. Wie schon in der obengenannten Bekanntmachung ausgeführt ist, soll die Verwendung einer Motorkammer die Regel bilden. Über die Größe und Ausführung und die zugelassenen Baustoffe geben die Anmerkungen ebenfalls Aufschluß.

Es ist sehr zu begrüßen, daß sich die Bayerische Versicherungskammer mit Rücksicht auf die außerordentliche Bedeutung dieser „brennenden" Frage entschlossen hat, Sonderdrucke dieser Vorschriften bis auf weiteres unentgeltlich abzugeben. Dipl.-Ing. C. D. Beenken.

Die Mineralölversorgung Deutschlands. — Die flüssigen Brennstoffe gewinnen in der Weltenergiewirtschaft ständig zunehmende Bedeutung, zumal in der Seeschiffahrt, im Verkehrswesen zu Lande und in der Luft und in der Kraftversorgung der Industrie. Leider ist hier Deutschland im natürlichen Vorkommen des Rohprodukts als Erdöl unter allen Ländern sehr ungünstig gestellt, so daß es bei seinem zur Zeit etwa 2 Mill. t im Jahre betragenden Bedarf an Mineralöl zu etwa 75 % auf den ausländischen Bezug angewiesen ist. Die Bemühungen, der Mineralölwirtschaft Deutschlands allmählich eine größere Selbständigkeit durch verstärkten Absatz des bei der Teerproduktion gewonnenen Gases, durch Ausbau der Verwertungsmöglichkeit des Koks, durch Hydrierung der Kohle und Benzinsynthese in Anlehnung an Wasserstoff, durch Verbesserung der Verbrennungsmotoren im Arbeitsvorgang und in der Anpassung an die Eigenart der Brennöle zu schaffen, sind bekannt. Die Brennkrafttechnische Gesellschaft hatte die hier in Frage kommenden technischen und wirtschaftlichen Fragen zum Gegenstand der Vorträge, die auf der am 6. XII. v. J. stattgefundenen zehnten Hauptversammlung gehalten wurden, gewählt. Ein reiches Zahlenmaterial wurde dargeboten, das allgemeines Interesse haben dürfte.

So führte Dr. Zetzsche, Berlin, in seinem Vortrage „Welterdölpolitik" an, daß sich die Welterdölförderung seit dem Jahre 1913 bis zum Jahre 1926 von 51 Mill. t auf 150 Mill. t erhöht hat. Für das Jahr 1927 ist noch mit einer weiteren Steigerung von etwa 12 % zu rechnen. An der Förderung ist Amerika mit 70,7 %, Mexiko mit 8,2 %, Rußland mit 5,5 %, Venezuela mit 3,4 %, Persien mit 3,2 %, Rumänien mit 2,1 % und Holland mit 2 % beteiligt. Deutschlands Anteil an der Welterdölförderung beträgt nur 0,06 % = 95 000 t, die fast ausschließlich in Niedersachsen gewonnen werden. Auf den Kopf der Bevölkerung entfallen von dem Welterdölverbrauch im Jahre in Deutschland 11, in Frankreich 60, in England 100 und in den Vereinigten Staaten Nordamerikas 860 l. Somit kommen im Weltverbrauch auf Amerika etwa 70 %, auf Europa 11 %. Von der Welterdöl-Förderungsmenge des Jahres 1926 entfallen etwa 20 % auf Benzin, 10 % auf Leichtöl, 14 % auf Schmieröl und etwa 55 % auf Gas- und Heizöl.

Der Welterdölmarkt wird hauptsächlich von fünf Gruppen beherrscht, nämlich dem Standard Oil Trust in Amerika, dem Royal Dutsch Shell Konzern in London, der Anglo Persian Oil Company in London, dem russischen Naphthasyndikat in Moskau und von einer Gruppe von elf sogenannten „unabhängigen" Ölkonzernen in Amerika, die immerhin einen nicht unbeachtlichen Einfluß insbesondere auf die Welterdölpreise ausübt.

Dr. Faber, Leipzig, zeigte in seinem Vortrage „Die Einstellung der deutschen Kohlenwirtschaft auf die Versorgung des Verkehrs mit Brennkraftstoffen" die Steigerung des Ölverbrauchs gegenüber dem Kohlenverbrauch in einer Gegenüberstellung der Jahre 1914 und 1927. Danach war der Verbrauch im Jahre 1914 an Kohle 88,8 %, an Schmieröl 2,65 %, an Motorbetriebstoff 0,45 %, während im Jahre 1927 die entsprechenden Zahlen sind: 62,25 %, 28,45 % und 6,55 %. Das Kraftwagenwesen macht auch in Deutschland schnellere Fortschritte, und die Zahl der Kraftfahrzeuge ist mit 724 000 am 1. VII. 1927 um 27 % gegenüber dem Vorjahre gestiegen. Im Jahre 1926 erforderte der deutsche Inlandsverbrauch 774 000 t Leichtkraftstoffe, 320 000 t Treiböl bzw. Heizöl und etwa 300 000 t Schmieröl. Der zukünftige Brennstoffverbrauch hat mit einer 25- bis 30prozentigen Steigerung jährlich zu rechnen. Der deutsche Kohlenbergbau liefert zur Zeit insgesamt 350 000 t Kraftstoffe, d. h. 250 000 t Benzol und etwa 100 000 t Treiböl; eine hinreichende, dem Bedarf entsprechende Steigerung dürfte wegen der Schwierigkeiten im Gas- und Koksabsatz nicht zu erwarten sein. Somit gewinnen besondere Bedeutung die Verfahren der Kohleverflüssigung, von denen das Bergiusverfahren und die Benzinsynthese der I. G. Farbenindustrie die aussichtsreichsten sind. Will doch die letztere zunächst die jährliche Bedarfszunahme an Kraftstoff durch ihre Fabrikation decken.

Der deutsche Handelsluftverkehr benötigt, wie aus dem Vortrage von v. Wilamowitz-Moellendorf, Berlin, zu entnehmen war, erst 5000 t Brennstoff bei einer augenblicklichen Flugleistung von 6,5 Mill. Flugkilometer im Jahre. Hier dürfte die Einführung des Dieselmotors viel zur Entwicklung des Flugverkehrs beitragen. Mit der weiteren baulichen Entwicklung der Verbrennungsmotoren zur besseren Verarbeitung des Brennstoffs, insbesondere mit der wirtschaftlichen Bedeutung der Druckerhöhung in der Maschine, befaßte sich der Vortrag von Wa. Ostwald, in dem die Theorie eines schnellaufenden Mitteldruckmotors entwickelt wurde.

Przygode, Regierungsbaumeister a. D.

Energiewirtschaft.

Der Kraftbedarf in der nordamerikanischen Privatindustrie. — Das Bureau of the Census der V. S. Amerika hat Erhebungen über den Kraftbedarf in der Privatindustrie angestellt, die vor kurzem veröffentlicht worden sind. Das Ergebnis der Untersuchung von rund 167 700 Betrieben ist aus Abb. 11 ersichtlich. Insgesamt waren anfangs 1926 Antriebsmaschinen mit rd. 35,77 Mill. PS installiert gegenüber rd. 29,3 Mill. PS und 222 200

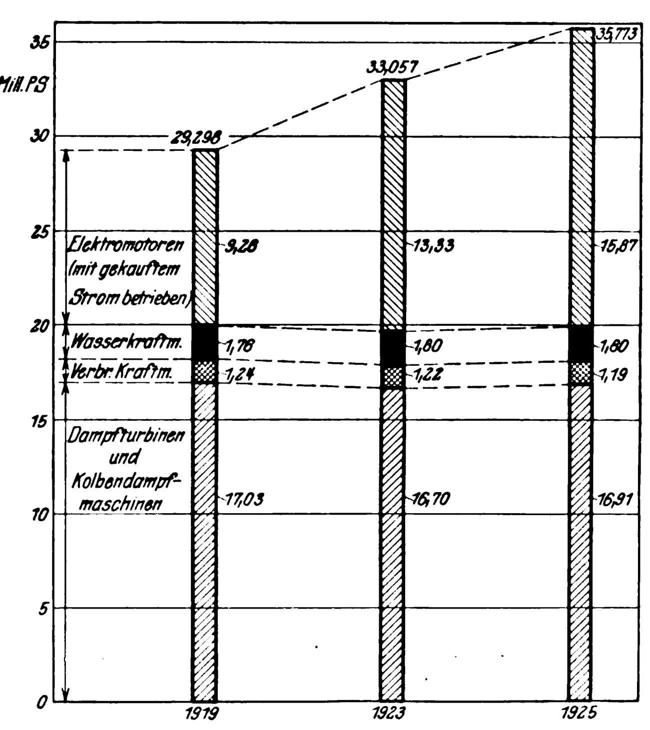


Abb. 11. Kraftquellen der nordamerikanischen Industrie.

[1] D. h. Beachtung der polizeilichen und sonstigen Vorschriften.



Betrieben im Jahre 1919. Diese Zahlen enthalten auch die mit Fremdstrom betriebenen Elektromotoren, aber nicht diejenigen, welche an in den Betrieben selbst laufende Generatoren angeschlossen sind. Unter den krafterzeugenden Maschinen nehmen Dampfmaschinen und -turbinen mit 16,9 Mill. PS die erste Stelle ein. Ihre Gesamtleistung zeigt gegenüber dem Jahre 1919 (17,0 Mill. PS) einen geringen Abfall, doch ist zu beachten, daß damals nur rd. 3,2 Mill. Dampfturbinen-PS gezählt worden sind, während deren Anteil Ende 1925 rd. 5,48 Mill. PS betrug. Die Leistung der Verbrennungskraftmaschinen ist mit 1,19 Mill. PS ebenfalls etwas gegen 1919 zurückgegangen, während die Wasserkraftmaschinen mit 1,8 Mill. PS eine geringe Zunahme aufweisen. Beträchtlich ist diese bei den oben bezeichneten Elektromotoren, für die 1925 rd. 15,9 Mill. PS gegen 9,3 in 1919 angegeben werden. Die Leistung der von eigenen Generatoren (1926: 6,9 Mill. kW) gespeisten Elektromotoren hat sich seit diesem Jahre von rd. 7 auf 10,3 Mill. PS erhöht.

Interessant ist, daß von den rd. 20 Mill. PS der Dampfmaschinen, Verbrennungs- und Wasserkraftmaschinen nur 10,25 Mill. PS zum Antrieb von Elektromotoren dienten, während rd. 9,65 Mill. PS, das sind etwa 48 %, durch direkte Kupplung bzw. Transmission übertragen wurden. Innerhalb der einzelnen Industrien schwankt dieser Wert zwischen 27 und 68 %.

Die nachstehende Übersicht zeigt die Verteilung der gesamten Primärleistung auf die einzelnen Industrien:

Industrie	Leistung
Nahrungsmittelindustrie	3,88 Mill. PS
Textilindustrie	3,99 „ „
Eisen- und Stahlerzeugung	7,52 „ „
Holzverarbeitung	3,47 „ „
Leder- und Gummiindustrie	1,07 „ „
Papierindustrie, Druckereien usw.	3,06 „ „
Chemische Industrie	2,98 „ „
Stein-, Ton- und Glasindustrie	2,35 „ „
Metallindustrie außer Eisen und Stahl	1,16 „ „
Maschinen- und Transportanlagenfabriken	4,60 „ „
Verschiedene Industrien und Eisenbahn-Reparaturwerkstätten	1,69 „ „
	35,77 Mill. PS

Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen hat das Bureau of the Census festgestellt, wie viele der in den Fabriken der sechs Staaten Neuenglands installierten Motoren mit angekauftem und wieviele mit selbsterzeugtem Strom betrieben worden sind. Aus Abb. 12, in der die wahr-

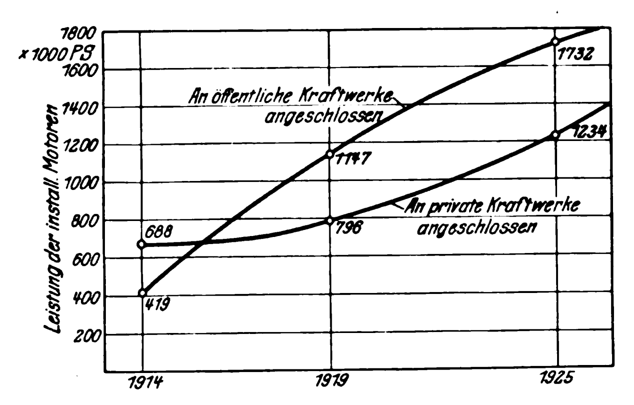


Abb. 12. Stromversorgung der bei der Privatindustrie Neuenglands installierten Motoren.

scheinliche Entwicklung auf Grund der für die Jahresschlüsse 1914, 1919 und 1925 festgestellten Leistungen durch Kurven gekennzeichnet ist, geht hervor, daß die Leistung aller installierten Motoren in den letzten 10 Jahren erheblich gestiegen ist. Während aber der Anteil der öffentlichen Kraftzentralen an der Versorgung der Industrie mit Energie in den Jahren 1914 bis 1919 mehr zugenommen hat als der der privaten Kraftwerke, ergibt sich für letzteren ab 1919 ein etwas stärkeres Anwachsen, bedingt durch die Errichtung großer mit neuzeitlichen Maschinen ausgerüsteter Industriezentralen. (Power Bd. 66, 1927, S. 471, 397.) *Kh.*

Der VEW-Haushaltstarif 1928. — Die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H., Dortmund, haben für Wohnungen einen billigen Haushaltstarif eingeführt, den jeder Abnehmer seit Jahresbeginn zu wählen berechtigt ist. Nach diesem Tarif erhebt die Gesellschaft für elektrische Arbeit, gleichgültig zu welchem Zweck sie bezogen wird, 10 Pf/kWh und außerdem eine nach der Zimmerzahl gestaffelte Grundgebühr in 10 monatlichen Raten. Diese steigen von 1,10 RM für eine Einzimmerwohnung bis zu 24 RM für eine Zehnzimmerwohnung und stellen sich für jedes weitere Zimmer auf 3 RM. Die Grundgebühr ist auch dann zu bezahlen, wenn während einer Abrechnungsperiode keine elektrische Arbeit entnommen ist. Der Ermittlung der Zimmerzahl legt die Gesellschaft auch die nicht mit elektrischer Einrichtung versehenen Zimmer zugrunde, rechnet aber Nebenräume, wie Badezimmer, Hausgehilfenstuben, Speicher, Waschküchen usw. nicht als Zimmer. In den genannten Grundgebühren sind die im allgemeinen Kleinabnehmertarif I der VEW für die Zähler festgesetzten monatlichen Abgaben enthalten. Der neue Haushaltstarif kann auf den Verbrauch elektrischer Arbeit in Hotels, Gastwirtschaften, Pensionen oder einzelnen mit Gewerbebetrieben, Läden usw. zusammenhängenden Räumen u. dgl. keine Anwendung finden. Die Abnehmer, die den Tarif wählen, müssen sich verpflichten, ihn wenigstens ein Jahr lang zu benutzen. Drei Monate vor Ablauf dieses Jahres kann eine schriftliche Kündigung und dann nach diesem der Übergang zu einem anderen Tarif erfolgen, während die Verpflichtung ohne Kündigung jeweils ein Jahr weiter läuft.

Ein „Wasserwirtschaftlicher Ausschuß" beim Bayerischen Industriellen-Verband. — Wie wir der Zeitschrift Die bayerische Industrie[1] entnehmen, ist im Oktober v. J. im Rahmen des Bayerischen Industriellen-Verbandes ein „Wasserwirtschaftlicher Ausschuß" gegründet worden, um den Ausbau und einen wirtschaftlichen Betrieb der bayerischen Wasserkräfte zu fördern. Der Ausschuß soll die beteiligten Mitglieder in allen grundsätzlichen Fragen des Wasserrechts und der Wassernutzung beraten, sie vor allem in Konzessionsgebührenfragen unterstützen und auf Wunsch vor den Behörden vertreten. Soweit es sich nicht um rein bayerische Angelegenheiten handelt, wird der Ausschuß in enger Fühlung mit dem Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverband, Berlin, arbeiten. Außerdem hat er den Aufgabenkreis übernommen, der bisher dem Ende 1927 aufgelösten Verband Bayerischer Wasserkraftbesitzer in München oblag. Sein Vorsitzender ist G. Haindl (G. Haindl'sche Papierfabrik, Augsburg), Geschäftsführer der Syndikus des Bayerischen Industriellen-Verbandes, Dr. M. Grasmann, München. Welche überragende Stellung Bayern im Rahmen der deutschen Wasserkraftwirtschaft einnimmt, zeigt Ing. C. Reindl, München, der dem neuen Ausschuß als Vertrauensmann des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbandes angehört, in der oben genannten Zeitschrift an einigen markanten Zahlen. So entfallen von den im Reich aus Wasserkraft gewonnenen 14 % der Gesamtproduktion aller Kraftquellen auf bayerische Wasserkräfte fast 56 %. Von den 34 deutschen Großwasserkraftwerken über 5000 kW liegen 40 % der Anzahl mit 65 % der Gesamtleistung in Bayern, das von den jährlich aus allen ausgebauten und ausbauwürdigen Wasserkräften des Reichs gewinnbaren etwa 28 Milliarden kWh allein 43 % liefern könnte.

[1] Bd. 21, 1927, Nr. 36.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Mitgliedsbeitrag für persönliche Mitglieder.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1928 beträgt einschl. kostenfreier Zustellung der Vereinszeitschrift, der „Elektrotechnischen Zeitschrift", für die persönlichen Mitglieder wie im Vorjahr 30.— RM. Diejenigen Mitglieder, die den Beitrag noch nicht entrichtet haben, werden im eigenen Interesse um recht baldige Bezahlung gebeten, damit der ununterbrochene Fortbezug der ETZ gesichert ist (Postscheckkonto: Berlin Nr. 13302).

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.



Einladung

zur Fachsitzung für Installationstechnik (EVI) am Dienstag, dem 7. II. 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Betriebsdirektors Dr. Kohlrausch über: „Umschaltungen in den Verteilungsnetzen der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (BEWAG)".

Inhaltsangabe:

I. Gründe der Umschaltungen.
II. Durchführung der Umschaltungen.
  a) von Gleichstrom 2 × 110 V auf Gleichstrom 2 × 220 V.
  b) von Drehstrom 3 × 120 V auf Drehstrom 3 × 220 V.
  c) von Gleichstrom 2 × 220 V auf Drehstrom 3 × 380/220 V.
III. Verteilung der Kosten auf BEWAG und Abnehmer.
IV. Installationstechnische Erfahrungen.
V. Zusammenstellung der am häufigsten vorgefundenen Motoren und elektrischen Geräte.

Der Vorsitzende
des Fachausschusses für Installationstechnik.
Baumann.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Betr. XXXIII. Jahresversammlung des VDE.

Die diesjährige Jahresversammlung, die nach Beschluß der Kieler Versammlung als Arbeitstagung gilt, findet gemäß Beschluß des Vorstandes in Berlin statt, wie folgt:

Sonntag, den 17. Juni
  11 Uhr: Vorstandsitzung.
  15 Uhr: Ausschußsitzung.
Montag, den 18. Juni
  9 Uhr: I. Verbandsversammlung.
  14 Uhr: Fachberichte und Besichtigungen.
Dienstag, den 19. Juni
  9 Uhr: II. Verbandsversammlung.
  14 Uhr: Fachberichte und Besichtigungen.

Anmeldungen von Fachberichten sind der Geschäftstelle, von der auch Richtlinien für Fachberichterstatter kostenlos erhältlich sind, bis zum 29. Februar 1928 einzusenden.

Einzelheiten über die Vorträge werden demnächst bekanntgegeben.

Kommission für Installationsmaterial.

Nachstehend wird ein neu aufgestellter Entwurf zu

„Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V"

bekanntgegeben. Der Entwurf soll der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt werden.

Einsprüche sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 1. April 1928 an die Geschäftstelle zu richten.

Vorwort.

Die weitere Entwicklung der VDE-Vorschriften hat in Ergänzung der im Jahre 1925 geschaffenen Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Stehlampen jetzt zur Aufstellung von Vorschriften für alle übrigen Beleuchtungskörper, wie Kronen, Zuglampen, Deckenbeleuchtungen, Wandarme u. dgl. geführt. An den Arbeiten waren in erweitertem Umfange alle interessierten Kreise, insbesondere Beleuchtungskörperindustrie, Groß- und Einzelhandel neben Vertretern der Installateure und Elektrizitätswerke beteiligt.

Die Verhandlungen gestalteten sich, da ja inzwischen Erfahrungen mit den Vorschriften für Stehleuchter vorlagen, nur in einigen Punkten schwieriger, nämlich dort, wo die inzwischen schärfer gefaßten bzw. in Vorbereitung befindlichen neuen Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial sowie die Errichtungsvorschriften berücksichtigt werden mußten. So wird jetzt eine ganz bestimmte Befestigungsart der Fassungen am Lampenkörper gefordert, deren Notwendigkeit allerdings allseitig anerkannt wurde, jedoch bestanden Zweifel über die Durchführbarkeit. Da aber auch im vorliegenden Falle lange Übergangsfristen vorgesehen sind, steht zu erwarten, daß sich keine allzu großen Schwierigkeiten entgegenstellen werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt war die Frage der in den neuen Errichtungsvorschriften vorgesehenen Erhöhung des geringsten Querschnittes für Fassungsadern von 0,5 mm² auf 0,75 mm². Der für das Einziehen dieser Leitungen zuerst in Aussicht genommene Mindestdurchmesser aller Bohrungen von 8 mm erschien besonders mit Rücksicht auf die moderneren kunstgewerblichen Beleuchtungskörper nicht tragbar. Die Beratungen führten nach eingehenden Vergleichen schließlich zu einer Verständigung, wie sie im Wortlaut des § 4 des nachstehend aufgeführten Entwurfs niedergelegt ist.

Endlich konnten auch die von den Herstellern der sogenannten Schnurzüge geäußerten Wünsche Berücksichtigung finden, die dahin gingen, keine allzu großen Rollendurchmesser vorzuschreiben und dadurch die Tragkörper hierfür zu armförmig zu machen. Es wurde auf die in den Vorschriften für isolierte Leitungen bei der Prüfung von Pendelschnüren niedergelegten Durchmesser zurückgegriffen.

Durch die der nächsten Jahresversammlung vorzulegende Arbeit ist zweifellos einem seit langem bestehenden Bedürfnis abgeholfen. Es sind die bisher an allen möglichen Stellen der VDE-Vorschriften aufgeführten Forderungen, die bei der Herstellung elektrischer Beleuchtungskörper in bezug auf elektrische Betriebsicherheit zu beachten sind, zusammengefaßt.

Wesentliche Änderungen wird der Entwurf, an dem, wie oben erwähnt, alle Interessenten mitgearbeitet haben und ihre Wünsche ausgiebig zur Geltung bringen konnten, nicht mehr erfahren.

Entwurf 1.

Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V.

Gültig ab 1. Juli 1930.

Bis zum 30. Juni 1932 dürfen noch Beleuchtungskörper in den Handel gebracht werden, die diesen Vorschriften nicht entsprechen.

§ 1.

Die Vorschriften gelten für Beleuchtungskörper aller Art für Spannungen bis 250 V, soweit nicht für bestimmte Verwendungszwecke weitergehende Bestimmungen aufgestellt sind. Insbesondere gelten für Stehleuchter besondere Vorschriften.

§ 2.

Die elektrische Ausrüstung der Beleuchtungskörper umfaßt folgende Bestandteile:

1. Fassung,
2. Vorrichtung zur Befestigung der Fassung am Beleuchtungskörper,
3. Schalenhalter, Schirme und Schalen,
4. Leitungen,
5. Anschlußklemme (Lüsterklemme),
6. Aufhängevorrichtung.

§ 3.

Fassungen müssen den „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial" entsprechen und das VDE-Prüfzeichen tragen.

§ 4.

Alle Fassungen müssen an dem Lampenkörper vom Innern des Fassungsbodens aus derart befestigt sein, daß beim Ein- oder Ausschrauben der Lampen ein Verdrehen der Fassung gegen den Nippel nicht stattfinden kann. Eine Befestigung durch Madenschrauben ist unzulässig. Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume der Beleuchtungskörper müssen so beschaffen sein, daß die einzuführenden Drähte sicher und ohne Verletzung durchgezogen werden können.

Alle Bohrungen, durch die mehr als zwei Fassungsadern geführt werden, müssen einen Durchmesser von mindestens 8 mm, Bohrungen für nur zwei Fassungsadern einen Durchmesser von mindestens 6 mm haben; Rohre für Spiraldrahtzüge müssen eine lichte Weite von mindestens 15 mm besitzen.

§ 5.

Wenn besondere Schalter an Beleuchtungskörpern verwendet werden, so müssen sie so eingebaut sein, daß sie



mechanischen Beschädigungen nicht ausgesetzt sind. Die Schalter müssen den „Vorschriften für Handgeräte-Einbauschalter" entsprechen und das VDE-Prüfzeichen tragen. Die Nennstromstärke der Einbauschalter muß mindestens 2 A sein; für mehr als zwei Fassungen ist für jede Fassung 1 A zugrundezulegen.

§ 6.

In allen Fällen, in denen innerhalb des Beleuchtungskörpers eine Aufteilung der Leitungen auf mehrere Brennstellen stattfindet, sind die Leitungen zuverlässig zu verlöten und gegeneinander und gegen den Beleuchtungskörper zu isolieren. Abzweigstellen müssen zentralisiert sowie in zugänglichen Hohlräumen verlegt werden.

§ 7.

Zum Einziehen in den Lampenkörper dienen Fassungsadern (NFA).

Für Posamentenleitungen ist die Verwendung einer Fassungsader von 0,75 mm² zulässig, wenn die Adern der Schnüre nicht auf Zug beansprucht werden und der Beleuchtungskörper von besonderen Vorrichtungen getragen wird. Dienen die Adern als Tragorgane, so muß ein Querschnitt von 0,75 mm² in der Bauart der Pendelschnüre, also mit Baumwollbespinnung über der Litze, verwendet werden. Für Zugpendel sind Pendelschnüre zu verwenden.

Alle Leitungen müssen den Vorschriften des VDE für isolierte Leitungen entsprechen und einen von der Prüfstelle zugewiesenen Kennfaden haben.

Litzenenden sind zu verlöten.

§ 8.

Wird die Leitung an der Außenseite des Beleuchtungskörpers geführt, so muß sie so befestigt sein, daß sie nicht verschoben und durch scharfe Kanten nicht verletzt werden kann.

§ 9.

Beleuchtungskörper müssen so angebracht werden, daß die Zuführungsdrähte nicht durch Bewegen des Körpers verletzt werden können. Die Aufhängevorrichtung muß das 4-fache Gewicht des Beleuchtungskörpers, mindestens aber 5 kg, tragen können, ohne ihre Form zu verändern.

§ 10.

Werden die Zuleitungen als Träger des Beleuchtungskörpers verwendet, z. B. Schnurpendel, so müssen die Anschlußstellen an beiden Enden von Zug entlastet sein.

Rollen für Zugpendel u. dgl. müssen einen Mindestdurchmesser von 25 mm für einfache Schnüre und von 35 mm für doppelte Schnüre haben. Der Flanschendurchmesser muß 35 bzw. 45 mm sein.

§ 11.

Beleuchtungskörper müssen einen Isolationswiderstand von 1 Megohm haben. Die Isolationsprüfung ist mit einem Kurbelinduktor von 500 V Spannung vorzunehmen.

Die Prüfung ist durchzuführen:

Zwischen den Leitern gegeneinander und
zwischen den Leitern und den Metallteilen des Beleuchtungskörpers.

Bei der Prüfung sind Schaltfassungen einzuschalten und die Lampen herauszunehmen.

Ausschuß für Handgeräte.

In den „Vorschriften für Handgeräte-Einbauschalter" haben die §§ 6 und 7 zu Unklarheiten bei der Herstellung und Prüfung von Handgeräte-Einbauschaltern geführt. Der Unterausschuß für Handgeräte-Einbauschalter legt die Paragraphen folgendermaßen aus. Diese Klarstellung soll auch später in den Wortlaut der „Vorschriften für Handgeräte-Einbauschalter" aufgenommen werden:

„Alle Teile des Mechanismus müssen gegen die spannungführenden Teile sowie gegen die zur Befestigung des Schalters und zu seiner Betätigung dienenden Teile isoliert sein. Die kürzeste Kriechstrecke zwischen spannungführenden Teilen verschiedener Polarität oder zwischen solchen und einer metallenen Umhüllung, darf 3 mm nicht unterschreiten."

Erklärung. Bei den bisher üblichen Handgeräte-Einbauschaltern standen die Teile des Mechanismus in leitender Verbindung mit den Teilen, die zur Befestigung des Einbauschalters am Handgerät dienten. Hierdurch bestand bei der Verwendung derartiger Schalter die Gefahr, daß, falls die Träger spannungführender Teile mit den Teilen des Mechanismus durch irgend einen Zufall Berührung erhielten, auch das ganze Handgerät und seine der Berührung zugänglichen Metallteile spannungführend wurden. Um diese Gefahr zu beseitigen, war in den §§ 6 und 7 bisheriger Form eine zweite Isolation gefordert gegen die Metallteile des Handgerätes. Eine derartige Isolation ließ sich jedoch beim Einbau in das Handgerät sehr schwer erreichen. Es wurde also bisher schon verlangt, wird durch die neue Fassung des § 6 noch klarer zum Ausdruck gebracht, daß der Mechanismus des Einbauschalters gegen die Befestigungsteile bereits eine Isolation aufweisen muß, die ja auch von jedem anderen Schalter nach den K. P. I. gefordert wird.

Da außerdem die zur Bedienung dienenden Teile (Griffe, Knebel) gegen den Mechanismus isoliert sein sollen, sind in Zukunft Konstruktionen, bei denen Metallteile des Mechanismus außerhalb des Schalters einer Berührung zugänglich sind, nicht mehr zulässig. Derartige Teile müssen in Zukunft mindestens mit einer Isolation umhüllt sein. Diese Forderung ist mit Rücksicht auf die Sicherheit bei der Verwendung von Handgeräten zu fordern, da sonst der Berührung zugängliche Metallteile des Handgerätes für den Bedienenden eine Gefahrenquelle sind.

Kommission für Drähte und Kabel.

In Heft 51 der ETZ 1927, Seite 1895, sind die

„Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen
V. S. K./1928"

veröffentlicht worden.

In Tafel 1 „Einleiter-Gleichstrombleikabel bis 1 kV" Spalte 5, Bedeckung des Bleimantels, müssen die letzten 4 Zahlen nicht 2,5, sondern **2 mm** lauten.

Betr. Sonderdrucke der Berichte über die Tagung in Bellagio (September 27) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC).

Sonderdrucke der soeben in der ETZ erschienenen Referate über die obige Tagung sind beim Deutschen Kommittee der IEC (Verband Deutscher Elektrotechniker), Berlin W 57, Potsdamer Straße 68, zum Preise von 0,80 M zu beziehen.

Bekanntmachung.

Württembergischer Elektrotechnischer Verein.

In der Hauptversammlung am 11. Januar wurden gewählt:

I. Vorsitzender: Obering. Heinrich Büggeln;
stellvertr. Vorsitzender: Tel.-Dir. Otto Streich;
I. Schriftführer: Dipl.-Ing. Waldemar Strube;
II. Schriftführer: Dr.-Ing. Hans Fein;
Rechner: Obering. Erwin Mayer.

Betr. Gebührenordnung für Ingenieure.

Hierdurch geben wir unseren Mitgliedern bekannt, daß vom Ausschuß „Gebührenordnung für Architekten und Ingenieure" eine neue Gebührenordnung der Ingenieure vom 1. Juli 1927 herausgegeben worden und vom Verlage Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu beziehen ist.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Betrifft: Kennfäden für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen.

Der Firma: Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi ist ein weiß-violetter Faden (2 Fäden verdrillt)



als Firmenkennfaden für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen zugewiesen worden; gleichzeitig wurde ihr das Recht verliehen, den gesetzlich geschützten schwarzroten Verbandskennfaden in den von ihr hergestellten und den VDE-Vorschriften entsprechenden isolierten Leitungen zu führen und diese Leitungen als „Codex-Leitungen" zu bezeichnen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 8. II. 1928, abds. 8¼ h, Saal d. Neumarktschützenhauses, Harz 41: Vortrag G. Rodegg „Max Eyth".

PERSÖNLICHES.

G. Roessler †. Wie wir soeben aus Danzig erfahren, ist dort Herr Prof. Dr. Gustav Roessler, Vorstandsmitglied des VDE, an einer Blinddarmentzündung gestorben. Diese Nachricht versetzt alle Kreise der deutschen Elektrotechnik in tiefe Trauer. Mit Prof. Roessler ist eine führende Persönlichkeit der elektrotechnischen Wissenschaft und ein wahrhaft guter Mensch dahingegangen. Wir werden die Verdienste des Verstorbenen in einem besonderen Nachruf würdigen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Die Entwicklung von Steinzeug als elektrischer Isolierstoff.

In der ETZ 1927, S. 1626, wird erwähnt: „Im Jahre 1921 hat die Elektrotechnik zum ersten Male Steinzeug für Hochspannungsisolatoren verwendet. Die Firma Dr. Paul Meyer, Berlin, benötigte Durchführungen aus einem Stück von 2050 mm usw." Dazu möchten wir folgendes feststellen:



Abb. 2. 130 kV-Durchführung aus Steinzeug, geliefert an La Catalana de Gaz y Electricidad, S. A., Barcelona, am 20. IV. 1920.

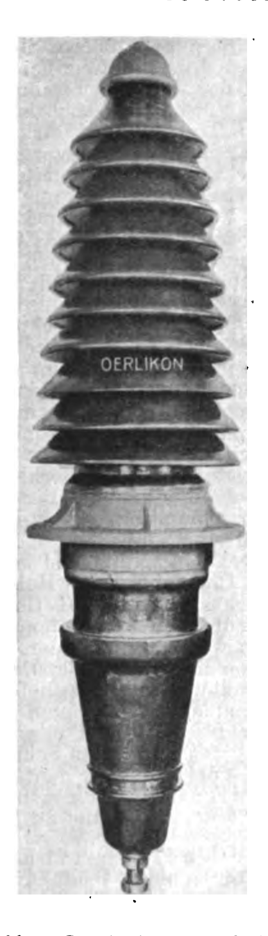


Abb. 3. Durchführung aus Steinzeug, im Jahre 1920 geprüft mit 470 kV. Totale Länge 2,3 m. Dient seit 1920 als Ausführungsisolator der Hochspannungsprüfstation der Maschinenfabrik Oerlikon.

Bereits im Jahre 1919 hatten wir für die Kraft- und Unterwerke der Schweiz. Bundesbahnen eine größere Anzahl Durchführungen und Stützisolatoren aus Steinzeug für die 60 kV-Anlagen geliefert (s. Abb. 5 und 10 in Bulletin Nr. 2, 1921, der Maschinenfabrik Oerlikon). Sie sind heute noch im Betrieb und haben sich tadellos bewährt. In demselben Jahr führten wir außerdem eine Durchführung für unsere Hochspannungs-Prüfstation aus, deren totale Länge 2300 mm mißt. Die Durchführung wurde im Jahre 1920 mit 470 kV trocken geprüft und dient seither als Ausführungsisolator von der Prüfstation ins Freie. Die Steinzeugkörper wurden von der Schweiz Steinzeugfabrik in Embrach geliefert.



Abb. 1. 60 kV-Durchführung aus Steinzeug, geliefert im Jahre 1919-20 für die SBB-Anlagen Ritom, Göschenen, Giornico.

Oerlikon, 23. XII. 1927.
Maschinenfabrik Oerlikon.

Erwiderung:

Es war mir nicht bekannt, daß die Maschinenfabrik Oerlikon bereits im Jahre 1919 Steinzeug für Hochspannungs-Isolatoren benutzt hat. Anderseits besteht kein Zweifel, daß die deutsche elektrotechnische Industrie erst durch die Aufnahme der Fabrikation von Hochspannungsisolatoren aus Steinzeug (DTS-Sillimanit-Masse) durch die Firma Deutsche Ton- & Steinzeug-Werke Aktiengesellschaft in Charlottenburg im Jahre 1921 Kenntnis dieses neuen Isolier-Werkstoffs erhalten hat. In dem Bericht der Maschinenfabrik Oerlikon ist die Tatsache besonders wertvoll und interessant, daß nun eine um zwei Jahre längere günstige Beobachtungszeit für Steinzeug als Konstruktionsmaterial für Hochspannungs-Isolatoren vorliegt.

Charlottenburg, 18. I. 1928.
Dr. Felix Singer.

LITERATUR.

Besprechungen.

Wetterfunk, Bildfunk, Television (Drahtl. Fernsehen). Von Dr. G. Eichhorn. Mit 36 Textabb., VI u. 82 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1926. Preis kart. 3,20 RM.

Dieses Buch gibt in leichtverständlicher und flüssiger Darstellung eine Übersicht über das Gebiet der drahtlosen Übertragung von Bildern und behandelt besonders diejenigen Verfahren, mit denen bereits praktische Erfolge erzielt worden sind. Besonders berücksichtigt sind die Methoden von Dieckmann, Korn und Karolus-Telefunken; das letzte Kapitel behandelt das Problem des Fernsehens. Das Buch kann allen empfohlen werden, die einen Überblick über den Stand des Bildfunks gewinnen wollen.
Banneitz.

Transport de l'électricité. Von Ing. R. Couffon. Mit 45 Textabb. u. 219 S. in 8°. Verlag von Armand Colin, Paris 1926. Preis geh. 8,40 Fr, geb. 10,20 Fr.

Das Büchlein will in 5 Kapiteln einen Überblick über die für Entwurf und Berechnung von Hochspannungsfreileitungen und -kabeln benötigten Grundlagen geben. Naturgemäß ist auf so engem Raum eine oft nur andeutungsweise Behandlung des umfangreichen Stoffes möglich, der zur Erfassung aller auf diesem Gebiet interessierenden Fragen nötig ist. Zur Berechnung der elektrischen Verhältnisse auf einer Fernleitung wird lediglich das exakte Verfahren für gleichmäßig verteilte Selbstinduktion, Kapazität usw. in nicht sehr übersichtlicher Form gebracht, ohne einfachere, für Leitungen bis 200 km ausreichende Rechenverfahren zu erwähnen. Der Berechnung und Prüfung des mechanischen Teils von Freileitungen und Kabeln ist ein etwas breiterer Raum ge-



widmet. Die Grundlagen des Schutzes der Leitungen gegen Überspannungen und Überströme sind kurz beschrieben und hinsichtlich ihrer Wirkung kritisch betrachtet. Den Abschluß des Buches bildet ein Kapitel über die Inbetriebsetzung von Leitungen mit kurzer Beschreibung der zur Kontrolle der Leitungskonstanten nötigen Messungen sowie Andeutungen über die Mittel zur Auffindung von Fehlern. Als Anhang wurden die behördlichen französischen Vorschriften über die Errichtung von Kraftübertragungsanlagen aufgeführt. Das Buch hat einen gewissen Wert für diejenigen, die sich über das darin behandelte Gebiet einen allgemeinen Überblick verschaffen wollen. Abgesehen von einer auf die Berechnung der elektrischen Eigenschaften der Leitungen bezüglichen Literatursammlung fehlt für das ganze übrige Gebiet eine zusammenhängende Übersicht der Literaturstellen, so daß sein Wert als orientierendes Werk, den es haben könnte, nicht erreicht wird. W. Koch.

Alternating current rectification and allied problems. A mathemat. and pract. treatment from the engineering view-point. Von L. B. W. Jolley. 2., verb. u. erw. Aufl. Mit 340 Textabb., XXII u. 472 S. in 8°. Verlag von Chapmann & Hall, Ltd., London 1926. Preis geb. 30 Sh.

Der dem Forschungslaboratorium der General Electric Co. angehörende Verfasser hat sich nach dem Vorwort das Ziel gesteckt, das Buch so vollständig auszugestalten, daß die Heranziehung anderer Werke zum Verständnis der Wirkungsweise der verschiedenen Gleichrichtertypen im allgemeinen nicht nötig ist. Er war sich dabei dessen bewußt, daß es bei der außerordentlichen Vielseitigkeit der Gleichrichtertypen unmöglich ist, sowohl alle die theoretischen, physikalischen wie technischen Grundlagen als auch die einzelnen Ausführungsformen der Gleichrichter in einem einzigen Buche erschöpfend zu behandeln. Er hat deshalb sein Ziel erreicht, indem er sich auf die Darstellung des Charakteristischen und Typischen beschränkte, ohne die Vollständigkeit außer acht zu lassen. Daß er dabei vorwiegend die englische Auffassung und die englischen Gleichrichtertypen behandelt, macht das Buch für den deutschen Gleichrichterkonstrukteur wegen des dadurch ermöglichten Vergleichs mit den deutschen Konstruktionen besonders interessant.

Das Buch beginnt mit einem einführenden Kapitel über die Kurvenformen von Wechselströmen und pulsierenden Gleichströmen, in welchem auch das Verfahren der harmonischen Kurvenanalyse besprochen wird.

Das eigentliche Thema ist in die 7 Kapitel: Mechanische Gleichrichter, Leitung in Gasen, Leitung in Flüssigkeiten, Gleichrichter der drahtlosen Telegraphie, Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom eingeteilt. Ein Abschnitt über die so leicht fehlerhaft ausgeführten Messungen an Gleichrichtern und über die allgemeine Anwendung der Gleichrichter bildet den Schluß. In das erste Kapitel über mechanische Gleichrichter sind auch die rotierenden Umformer und Kommutatoren aufgenommen, die im allgemeinen nicht zu den Gleichrichtern gerechnet werden. Sehr ausführlich sind in diesem Teil die mechanischen Gleichrichter für sehr hohe Spannungen (Röntgentechnik) behandelt. Den größten Teil des Kapitels über Gasentladungen nehmen naturgemäß die Quecksilberdampfgleichrichter ein. Bei den Gasgleichrichtern sind ausschließlich englische Typen besprochen. Der in Deutschland ausgebildete, für viele Zwecke wertvolle Argonalgleichrichter fehlt völlig. Bei den Großgleichrichtern mit Eisengefäß, die bisher in England kaum gebaut und wenig angewandt sind, ist auf deutsche Typen zurückgegriffen. Ebenso ist es für die englische Einstellung typisch, daß bei den Glühkathodengleichrichtern nicht nur der bekannte Wehnelt-Gleichrichter fehlt, sondern daß man sogar den Namen Wehnelt im Register vergeblich sucht.

Am Schluß jedes Kapitels findet sich ein ausführliches und recht vollständiges Literaturverzeichnis. Die äußere Ausstattung des Buches ist vorzüglich.

Gerade wegen des Vergleichs mit den englischen Erzeugnissen wird seine Anschaffung allen denen, die mit der Konstruktion von Gleichrichtern zu tun haben, besonders empfohlen. Güntherschulze.

Die Abstimmschärfe beim Rundfunkempfang und die Befreiung von Störsendern. Von Dipl.-Ing. A. Eulenhöfer. (Die Radio-Reihe, herausgegeb. v. Dr. H. Reichenbach, Bd. 11.) Mit 43 Textabb. u. 91 S. in 8°. Verlag von Richard Carl Schmidt & Co., Berlin 1926. Preis geb. 3 RM.

Der Einfluß von Induktivität und Kapazität auf die Dämpfung von Schwingungskreisen wird eingehend diskutiert. Als weitere Mittel zur Erhöhung der Selektivität eines Empfängers werden Sperr-, Sieb- und Saugkreise sowie ihre Kombinationen angegeben, und zwar in Formen, daß ihre Anbringung an jeder Empfängertype ohne weiteres möglich ist. Für Fernempfang unter Ausschaltung des Ortsenders wird der Funkfreund brauchbare Ratschläge in dem Buche finden. Lübcke.

Die Sicherungs-Einrichtungen für den Zugverkehr auf den deutschen Bahnen. Von Oberbaurat a. D. Prof. H. Möllering. Mit 1 Vorwort, 376 Textabb., XII u. 554 S. in 8°. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1927. Preis kart. 32 RM.

Wenn jemand fragen wollte, ob für dieses neue Buch angesichts so mancher vorhandener Bücher über dasselbe Fachgebiet ein Bedürfnis vorgelegen habe, so hätte die Antwort zu lauten: Es würde aufrichtig zu beklagen sein, wenn das, was ein so hervorragender Fachmann auf dem Gebiete des Eisenbahnsicherungswesens seinen Fachgenossen zu sagen hat, ungesagt geblieben wäre. Und diese von vornherein gegebene Einstellung findet durch die Kenntnisnahme des Buches selbst ihre Bestätigung. Möllerings Buch wendet sich nicht an Anfänger, sondern setzt die Bekanntschaft mit den Sicherungseinrichtungen im allgemeinen voraus. So werden die betrieblichen Anforderungen nur knapp besprochen, die Einrichtungen der Verschlußtafeln nur gestreift, die mechanischen Stellwerke nur kurz erörtert. Das Entwerfen von Sicherungseinrichtungen ist überhaupt nicht behandelt. Aber auf den Gebieten, auf denen Möllering führender Fachmann ist, namentlich in der elektrotechnischen Durchbildung der Sicherungseinrichtungen, gibt das Buch auch dem kundigen Leser durch tiefes Eindringen in den Stoff wertvolle Belehrung. So ist namentlich für die Blockeinrichtungen der Bauweise Siemens & Halske die verschiedenartige Durchbildung bei den einzelnen früheren deutschen und den österreichischen Bahnen eingehend vorgeführt. Die vormaligen sächsischen Staatsbahnen sind ja hier, zum Teil unter Führung Möllerings, eigene Wege gegangen. Möllering vergleicht nun diese und die sonstigen Blockeinrichtungen miteinander und weist so z. B. nach, welche Vorteile die nur in Sachsen eingeführte Trennung des Vor- und Rückblockens bei der Streckenblockung hat. Der Motorblock der AEG wird hier wohl zum ersten Male behandelt. In manchen Beziehungen, so in bezug auf die Gruppenblockung und auf die Belegtabhängigkeiten bei der Bahnhofsblockung, auf die Durchbildung der eingleisigen Streckenblockung usw., sind bekanntlich die Ansichten der Fachmänner geteilt. Aber auch, wer an andere Einrichtungen gewöhnt ist und wer in einzelnem nicht zustimmen sollte, erhält durch die Mölleringsche Darstellung Gelegenheit, sich ein sichereres Urteil zu verschaffen, als es ohne die genaue Kenntnis abweichender Einrichtungen möglich ist. Besonders wertvoll ist die überall gegebene Darstellung der Blockschaltungen in Kurzzeichnungen. Eine ausführliche Beschreibung der hauptsächlich in Deutschland eingeführten Kraftstellwerke und ihrer Verknüpfung, eine kurze Einführung in die selbsttätige Streckenblockung und eine Besprechung der Mittel gegen das Überfahren der Haltsignale bilden den Abschluß des Werkes. Ein alphabetisches Sachverzeichnis, das die Benutzung des wertvollen Buchinhaltes wesentlich erleichtern würde, fehlt leider. Vielleicht entschließen sich Verfasser und Verlag dazu, ein solches noch nachträglich herzustellen und nachzuliefern bzw. den noch auszugebenden Exemplaren beizufügen. Im ganzen bildet das Mölleringsche Buch, wie zu erwarten war, eine wertvolle Ergänzung des bisherigen Schrifttumes; es wird dazu beitragen, den Vorsprung der deutschen Bahnen auf dem Gebiete des Sicherungswesens gegenüber ausländischen Bahnen aufrechtzuerhalten und zu fördern. W. Cauer.

Der Luftschiffbau Schütte-Lanz 1909—1925. Von Geh. Rat Prof. Dr.-Ing. E. h. J. Schütte. Mit zahlreich. Abb. im Text u. auf Taf. u. 152 S. in Folio. Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin 1926. Preis geh. 15 RM, geb. 18 RM.

Das deutsche Starrluftschiff wird im Auslande meist als „Zeppelin“ bezeichnet, und auch bei uns weiß nur der Eingeweihte, wann er es mit einem „Schütte-Lanz“ zu tun hat, einer Schöpfung des jungen Danziger Schiffbauprofessors Johannes Schütte, der vor rund zwanzig Jahren auf den Plan trat und mit dem Holzgerippe seines Luftschiffes neben das Leichtmetallfachwerk des Grafen Zeppelin eine andere, im Flugzeugbau bis heute noch wertvolle Form des Leichtbaues stellte. Wenn er diese Bauweise auch später zugunsten des Metalles aufgab, so schenkte er dafür dem Zeppelinluftschiff eine Reihe von Merkmalen. Über die Einzelheiten des edlen Wett-



streites zwischen den beiden Firmen wird wohl erst die nächste Generation die Akten schließen können.

Trotzdem oder gerade deshalb ist es zu begrüßen, daß der Luftschiffbau Schütte-Lanz in einem vortrefflich ausgestatteten Werke Rechenschaft ablegt über seine Entstehung, Entwicklung und Tätigkeit, daß seine Mitarbeiter ihre Forschungen über die wirtschaftliche Geschwindigkeit, die statische Berechnung, die günstigsten Leichtbauformen und anderes mehr darlegen, daß über Hüllen- und Gaszellenstoffe, über Luftschiffmotoren und über die Großflugzeuge, die ebenso wie bei Zeppelin während des Krieges gebaut wurden, berichtet wird. Auch die elektrischen Anlagen für Stromerzeugung und -verteilung, für Maschinentelegraphen, Lichtsignale, Beleuchtung, Fernsprecher und Funk sowie für den Bombenabwurf, an den besonders verwickelte Anforderungen gestellt waren, sind auf S. 94 bis 108 eingehend beschrieben, womit sich das Werk den Lesern dieser Zeitschrift auch unmittelbar empfiehlt. Everling.

Die praktische Nutzanwendung der Prüfung des Eisens durch Ätzverfahren und mit Hilfe des Mikroskopes. Für Ingenieure, insbesondere Betriebsbeamte. Von E. Preuss. Bearbeitet von Prof. Dr. G. Berndt und Prof. Dr.-Ing. M. v. Schwarz, Privatdozent an der T. H. München. 3. verm. u. verb. Aufl. Mit 204 Abb. im Text u. auf 1 Taf. VIII u. 198 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 7,80 RM, geb. 9,20 RM.

Das bekannte kleine Buch von E. Preuss erscheint bereits in dritter Auflage, ein Beweis, wie schnell es Eingang in die Praxis gefunden. Von den Bearbeitern der zweiten Auflage ist an Stelle von A. Cochius nicht zum Schaden des Buches M. v. Schwarz getreten. Die Stoffanordnung ist auch in der 3. Auflage die gleiche geblieben, die Zahl der Abbildungen ist wesentlich vermehrt und der Text überall dem heutigen Stand der metallographischen Erkenntnis angepaßt. Auch die 3. Auflage wird schnell Eingang in die Praxis finden.

O. Bauer.

Grundlagen der Algebra. Von Dipl.-Ing. A. Meyer. (Techn. Fachbücher, Bd. 7a, herausgegeben von Dipl.-Ing. A. Meyer.) Mit 17 Textabb., 222 Aufg. nebst Lösungen, IV u. 139 S. in 8°. Verlag von C. W. Kreidel, München 1926. Preis geh. 2,25 RM.

Das vorliegende Buch behandelt die vier Grundoperationen (Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division), das Rechnen mit Brüchen, Potenzen und Wurzeln. Es setzt nur die Kenntnis des gewöhnlichen Zahlenrechnens voraus und kann jedem, der sich durch eigenes Studium die Grundregeln der Algebra aneignen will, warm empfohlen werden. Jeder neue Gedanke wird ausführlich dargestellt und anschaulich erläutert. Besonders wertvoll sind die 222 Aufgaben, denen Lösungen mit erklärenden Worten beigegeben sind. Dr. K. Lachmann.

Tragödie der Verschwendung. Gemeinwirtsch. Gedanken in Amerika. Von St. Chase, in Verbindung mit dem Labor Bureau. Mit 245 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin 1927. Preis geh. 6,40 RM, geb. 7,40 RM.

An Hand eines reichen, sorgfältig belegten Zahlenmaterials werden strukturelle Eigentümlichkeiten der amerikanischen Wirtschaft gezeigt. Nach einer Vergangenheit, die den Hunger und die Not europäischen Lebens nicht kannte, stehen die Vereinigten Staaten vor schweren sozialen Problemen in dem Augenblick, da sie das reichste Land der Welt geworden sind. Eine dünne Oberschicht erntet Riesengewinne aus der Vergeudung der natürlichen Reichtümer des Landes, während beträchtliche Teile des Volkes im Dienste an der Verschwendung darben: unter je 100 Bewohnern oder 40 Werktätigen steht ein Kind von 10 bis 15 Jahren im Daseinskampf. Es fehlt beständig an Leuten, die geringwertige Arbeit verrichten mögen, weil hohe Arbeitsverdienste die Abwanderung besser Befähigter in höhere Erwerbsschichten fördern. Die daraus erwachsende Mechanisierung bewirkt zwar Riesenleistungen in der Veredelungsindustrie, aber gleichzeitig maßlose Vergeudung bei der Gewinnung der Bodenschätze; so gehen 750 Mill. t Kohle, 1 Milliarde Fässer Öl, 5 Milliarden Kubikfuß Holz, 600 Milliarden Kubikfuß Naturgas usw. jährlich verloren. Dieses Ergebnis der freien Wirtschaft wird mit dem hohen Nutzeffekt der Planwirtschaft während der Kriegsjahre verglichen, und daraus wird abgeleitet, daß eine geführte Wirtschaft mit rationelleren Methoden allgemeine Wohlfahrt bei wesentlich geringerer Anstrengung des einzelnen erreichen könnte.

Der Verfasser beschränkt sich darauf, die Probleme aufzudecken, ohne Lösungen vorzuschlagen. Für uns ist das Buch eine außerordentlich interessante wirtschaftliche Studie. Leider ist das Lesen infolge des kleinen Druckes sehr anstrengend. Mäckbach.

DIN-Formate und -Vordrucke. Im Auftrage des Deutschen Normenausschusses auf Grundlage von DIN-Buch 1. Von R. Kiencke u. O. Frank. Mit 39 Textabb. u. 101 S. in 8°. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1926. Preis geh. 1,25 RM.

Das anregende Büchlein will zu der großen Zahl von Anhängern des Normungsgedankens noch weitere werben. Es wäre für manchen Leser erwünscht, zu erfahren, wo der Göttinger Mathematiker und Philosoph Lichtenberg seine Vorschläge für die Formate von Büchern ausgesprochen hat. Vor der jetzigen Normung waren gewisse Ansätze bei der Postkarte, den Eisenbahnfahrkarten und — den „internationalen" Karten der Bibliotheken vorhanden (75 · 125 mm). Die deutsche Normungsarbeit begann doch bereits 1917 (s. S. 7). Es kann nie genügend hervorgehoben werden, daß innerhalb sehr kurzer Zeit nach Festlegung des Formates bereits verschiedene Vordrucke genormt worden sind. Es sollte nach meiner Auffassung dem Briefbogen und der Postkarte auch die Besuchskarte, in Anlehnung an die Postkarte, folgen. Es hätte wohl auch die DIN-Bestellkartei erwähnt werden müssen, auch wenn über diese Einrichtung vielleicht noch nicht das letzte Wort gesprochen ist. Unter den Staaten, die genormt haben, vermisse ich unser engeres Vaterland, Preußen. Die Ersparnis an Papier durch Normung (S. 78, auch später) würde ich gern durch Prozente, nicht durch die absolute Zahl angegeben sehen. Ganz ausgezeichnet finde ich die Mitteilungen aus der täglichen Praxis eines Buchdruckers, eines Papierwarenhändlers und eines Briefumschlagfabrikanten sowie eines Zeichenbedarfshändlers. Auch die Wiedergabe des polnischen Normenblattes für Papierformate wirkt recht anschaulich; zeigt sie doch, wie allenthalben die Früchte deutscher Arbeit gern benutzt werden. Das kleine Buch wird seinen Zweck natürlich um so besser erfüllen, je mehr Leute es lesen und beherzigen. Dr. J. Hanauer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Paul Bernett, Die Bekämpfung des Erd- und Kurzschlusses in Höchstspannungsnetzen. T. H. Darmstadt 1927.

[Die aus den Erfahrungen des Verfassers in seiner Stellung als Zentralverteilungs-Ingenieur der Bayernwerk A.-G. entstandene Dissertation behandelt den Kurzschluß- und Erdschlußschutz sowie die Fehlerortsbestimmung auf Höchstspannungs-Freileitungen und stützt sich auf Versuche, die im Bayernwerknetz vorgenommen wurden. Die Relaisfrage nach ihrem gegenwärtigen Stand und die betriebsmäßigen Messungen an Leitungen werden ausführlich und klar behandelt. Unter den Versuchen sind solche über die Löschfähigkeit von 100 kV-Lichtbogen besonders erwähnenswert.] *nkl*

Gerhard Ludwig, Kritische Darstellung der Selbstkostenberechnung eines Bergwerks- u. Hüttenbetriebes d. Metallindustrie an Hand d. Organisation d. Mansfeld'schen Berg- und Hüttenwerke. T. H. Berlin 1927. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. S.

Bruno Geier, Beiträge zur Frage der Entstehung der bolivianischen Kupfererzlagerstätten vom Typus Corocoro. T. H. Berlin 1927. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung G. m. b. H., Stuttgart 1927.

Norbert Bewerunge, Der Aufbau der Hochspannungsschaltanlagen. T. H. Darmstadt 1927. (Auszug.)

Willi Binswanger, Ein Beitrag zur Frage der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Elektrizitätswerken durch Akkumulierung. T. H. Darmstadt 1927.

Hans Freund und Ernst Wüstehube, Beitrag zur Frage der Zeitermittlung und zur planmäßig-wissenschaftlichen Arbeitszuweisung bzw. Gruppenzusammensetzung bei reinen Handarbeiten auf Grund arbeitswissenschaftlicher Untersuchungen besonders an Schlosserarbeiten. T. H. Darmstadt 1926, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927.

Hans Grünholz, Graphisches Verfahren zur Berechnung und Betriebskontrolle von Wechselstrom-Fernleitungen. T. H. Darmstadt 1924, Verlag von Julius Springer, Berlin 1927.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Frankfurter Elektroindustrie im Jahr 1927. — Nach einem kurzen Hinweis auf die Besserung, die das abgelaufene Jahr dem Stromlieferungsgeschäft gebracht hat, bemerkt die Industrie- und Handelskammer Frankfurt a. M.-Hanau zur Entwicklung des im Frankfurter Bezirk arbeitenden sehr wichtigen Teils der deutschen Elektroindustrie folgendes: „Die Absatzverhältnisse konnten als gut bezeichnet werden, da der Auftragsbestand teilweise bis zu 70 % über dem des Vorjahres lag. Allerdings ließ sich bei der Unübersichtlichkeit der gegenwärtigen Konjunkturverhältnisse nicht vorausbestimmen, wie lange die jeweilige Besserung anhalten würde; so war in den letzten Monaten des Jahres ein leichter Rückgang in den Aufträgen zu beobachten, der vorübergehender Natur sein kann, ohne daß eine Sicherheit dafür besteht. Hierdurch wurde es erschwert, in weitsichtiger Weise Vorbereitungen zu treffen, die verhindern, daß bei einem Rückgang der Konjunktur die Bestände allzu sehr anschwellen. Der Höchstgrad der Leistungsfähigkeit wurde noch nicht erreicht. Der verbesserten Beschäftigung entsprechend hat sich die Kopfzahl der Belegschaften erheblich erhöht. Der Prozentsatz der Akkordarbeiter ist auf der im Vorjahresbericht genannten Höhe von 60 % geblieben. Daß in der Zeit der starken Konjunktur in weitgehendem Maße mit Überstunden gearbeitet werden mußte, die im Rahmen der Arbeitszeitverordnung durchgeführt wurden, erwies sich als eine starke Mehrbelastung. Die endgültige Festlegung der achtstündigen Arbeitszeit dürfte nur im Einklang mit den Arbeitsbedingungen der Hauptindustrieländer stattfinden.

Die Ausfuhr nach dem Auslande war auch in der elektrotechnischen Industrie durchaus ungenügend. Die Zollmauern sind nur in geringem Umfange, und zwar durch den Handelsvertrag mit Frankreich, abgebaut worden. Hinzu kommt die noch nicht genügend gewürdigte Bewegung der Auslandstaaten zur Bevorzugung nationaler Erzeugnisse, die trotz aller Handelsvertragsbestimmungen einem Boykott gleichkommt. In erster Linie ist hier Italien, dann aber auch England, Australien und Neuseeland zu nennen. Als einziger positiver Erfolg der Handelsvertragspolitik war der Abschluß des Handelsvertrages mit Frankreich anzusehen, der die Möglichkeit einer Ausfuhr eröffnete. Allerdings ist die französische Industrie seit dem Kriege erstarkt, und die Preisstellung muß unter Berücksichtigung der Währungsverhältnisse noch eine sehr niedrige sein. Die sonstigen Vertragsabschlüsse, die Deutschland die allgemeine Meistbegünstigung brachten, hatten hinsichtlich der Zölle für elektrotechnische Erzeugnisse keine unmittelbaren Ermäßigungen zur Folge; dies gilt z. B. für die Verträge mit Jugoslawien, der Türkei und Japan. Mit der Tschechoslowakei werden seit Mai vorigen Jahres Verhandlungen gepflogen, ohne daß bis jetzt ein Ergebnis erzielt worden wäre. Die Zollsätze der Tschechoslowakei für elektrotechnische Apparate sind die höchsten in ganz Europa. Gerade hier müßte deshalb nachdrücklichst die Forderung nach starkem Abbau der Zölle erhoben werden. Das polnische Geschäft hatte unter dem vertragslosen Zustand und den sich daraus ergebenden Maximal-Zollsätzen zu leiden. Die Schwierigkeiten würden sich vermehren, wenn die 100 %ige Erhöhung der Zölle, die für Ende des Jahres beschlossen ist, in Kraft treten sollte. Der neue rumänische Zolltarif brachte starke Zollerhöhungen; die elektrotechnische Industrie wurde zunächst nicht davon betroffen, da die neuen Sätze z. T. noch nicht voll zur Erhebung gelangten. Einige norwegische Zollveränderungen haben zu Verschlechterungen geführt. Immerhin sind die norwegischen Zölle als tragbar anzusprechen. In England sind Bestrebungen im Gange, unter dem Schutze des Merchandise Marks Act 1926 die Einfuhr durch erweiterte Anwendung des Zwanges der Herkunftsbezeichnung zu erschweren. In bezug auf elektrotechnische Erzeugnisse sind diese Bestrebungen allerdings vorläufig ohne Erfolg geblieben.

Die Beschaffung von Produktionsmitteln stieß in verschiedener Richtung auf Schwierigkeiten. Die Lieferfähigkeit wurde durch die günstigere Wirtschaftslage beeinträchtigt. Besonders wurden hierdurch Halbfabrikate, wie Schrauben und Porzellanteile, betroffen. Die Überbeschäftigung der Lieferwerke gab außerdem Anlaß zu zahlreichen Beanstandungen infolge ungenauer Ausführung. Gleichzeitig erfuhren die Preise für Rohstoffe und Halbfabrikate vom Anfang des Jahres an eine zunehmende Steigerung.

Auch in der Industrie der elektrotechnischen Meßinstrumente hatten sich die Absatzverhältnisse bis Ende September günstig entwickelt. Wenn auch im ersten Vierteljahr eine Abflauung zu verzeichnen war, so wurde der Bestellungseingang in den späteren Monaten langsam besser und nahm in den letzten zwei Monaten eine rapide Aufwärtsbewegung an; der Monat Oktober zeigte wieder einen Rückgang. Die Bestellungen hatten bis Ende September bereits den Wert des vergangenen Jahres erreicht.

Der Inlandsabsatz war mit etwa 70 bis 75 %, der Auslandsabsatz mit etwa 25 bis 30 % am Gesamtumsatz beteiligt. Im Laufe der zweiten Hälfte des Jahres mußten die Preise allgemein um 5 % erhöht werden, um einen ungefähren Ausgleich für die bereits im Frühjahr erfolgten Lohn- und Gehaltserhöhungen, die teilweise wieder Materialpreiserhöhungen zur Folge hatten, zu schaffen. Die steuerliche Belastung wurde wieder als außerordentlich hart empfunden".

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Die in der Zahlentafel zusammengestellten Angaben des Electrician[2] zeigen, daß im Dezember 1927 die Einfuhr wertlich gegen den Vormonat (602 980 £) um 10 855 £ oder nahezu 2 % gesunken, im Vergleich zum Dezember 1926 jedoch um 51 256 £ bzw. 9 % gestiegen ist. Die Zunahme betraf im wesentlichen isoliertes Leitungsmaterial für Starkstrom, Glühlampen, Akkumulatoren und Batterien sowie Meßinstrumente. Geringere Werte ergab der Import von künstlichen Kohlen, Bogenlampen und Starkstromschalttafeln. Die Ausfuhr hat gegen den Vormonat (1 770 978 £) um 299 179 £ oder 17 % abgenommen und weist auch im Vergleich zum Dezember 1926 eine Verringerung, u. zw. um 62 598 £ bzw. 4 % auf. Letztere erstreckte sich besonders auf Bahnmotoren, isoliertes Leitungsmaterial, elektrotechnische Kohlen, Akkumulatoren und Batterien. Andererseits ist u. a. der Wert des Exports von Schwachstromapparaten, Meßinstrumenten, Glüh- und Bogenlampen gewachsen. Für das ganze Jahr 1927 ergibt sich gegen 1926 eine Erhöhung der Einfuhr um 907 527 £ bzw. 18 % und eine Verringerung der Ausfuhr um 591 664 £, d. h. 3 %. Erstere war erheblich bei nicht mit Gummi isoliertem Leitungsmaterial für Starkstrom, Glühlampen, Akkumulatoren, Batterien und Meßinstrumenten, letztere bei isolierten Starkstromleitungen, Unterseekabeln (— 1,453 Mill. £), Schwachstrom- und Meßinstrumenten. Der Überschuß des Exports ist gegen 1926 von 14,237 auf 12,738 Mill. £ gefallen.

Erzeugnisse	Einfuhr in £ 1927	Einfuhr in £ 1926	Ausfuhr in £ 1927	Ausfuhr in £ 1926
	Dezember			
Maschinen	146 900	145 790	488 248	511 691
Waren u. Apparate .	445 225	395 079	983 551	1 022 706
	592 125	540 869	1 471 799	1 534 397
	Januar/Dezember			
Maschinen	1 597 345	1 158 647	6 710 817	5 817 461
Waren u. Apparate .	4 256 119	3 787 290	11 880 874	13 365 894
	5 853 464	4 945 937	18 591 691	19 183 355

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile betrug nach El. World[3] im Oktober 1927 dem Wert nach 7 964 974 $, d. s. 268 563 $ oder 3 % weniger als im Vormonat (8 233 537 $) und 144 214 $ bzw. rd. 2 % weniger als im Oktober 1926 (8 109 188 $). Letzterem gegenüber ist der Exportwert besonders bei Krafttransformatoren, größeren Schaltern und Sicherungen, Blitzableitern, Drosselspulen usw., stationären Motoren über 200 PS und Eisenbahnmotoren, elektrischen Lokomotiven, gewissen Teilen des Funkgeräts, Fernsprechschalttafeln, nicht näher bezeichneten elektrischen Apparaten, Kohlefabrikaten und isoliertem Leitungsmaterial aus Kupfer zurückgegangen. Anderseits zeigen u. a. Akkumulatoren und Batterien, kleinste und kleine Motoren bis 200 PS, Motorzubehörteile, Taschenlampen, elektromedizinische Apparate, Eisenbahnsignale sowie Zündsysteme eine merkliche Zunahme der Ausfuhr gegen Oktober 1926. Der Wert der Lieferungen nach Europa betrug im Berichtsmonat 1 348 707 $ (wovon 510 586 $ auf England entfielen), an die westliche Halbkugel 4 649 894 $ (2 262 555 $ für Kanada) und nach Asien, Afrika und Ozeanien 1 966 373 $ (670 793 $ für Australien).

Inzwischen hat El. World auch bereits den Gesamtwert des Exports während der ersten zehn Monate von 1927 mitgeteilt. Er beträgt 81 101 289 $, während er in dem gleichen Zeitabschnitt von 1926 80 579 258 $ ausmachte, so daß sich eine Steigerung um 522 031 $ oder noch nicht 1 % ergibt.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1928.
[2] Bd. 100, 1928, S. 66.
[3] Bd. 90, 1927, S. 1381.

Abschluß des Heftes: 28. Januar 1928.

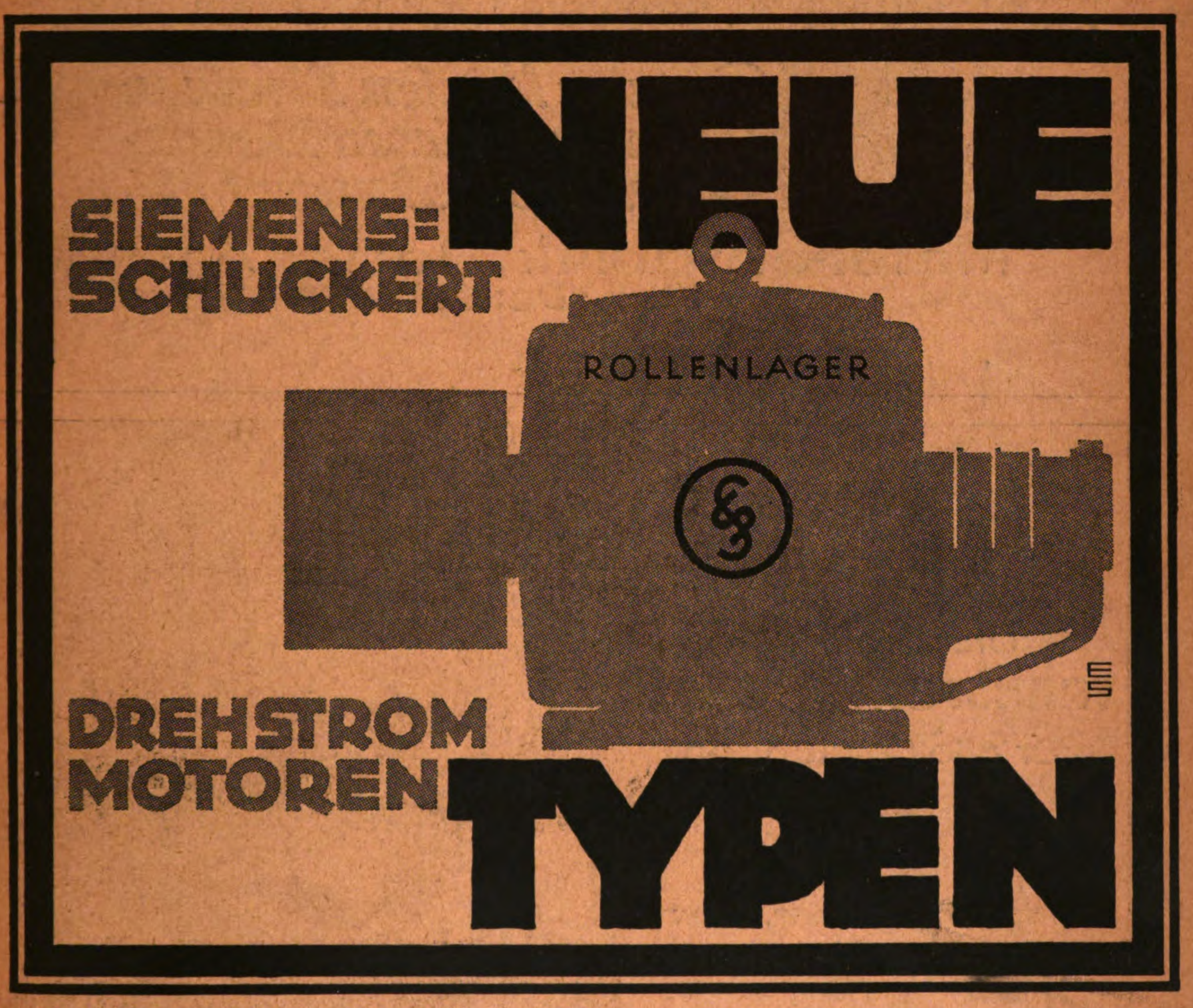
Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



6. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER. BERLIN / 9. FEBRUAR 1928
(197—236)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang — Berlin, 9. Februar 1928 — Heft 6

Bekanntmachung.

Betr. Fachberichte zur VDE-Jahresversammlung Berlin 1928.

An den Nachmittagen der Berliner Arbeitstagung des VDE **Montag, den 18. VI.** und **Dienstag, den 19. VI. 1928** finden, wie in den Vorjahren, Fachberichte statt.

Anmeldungen von Fachberichten sind der Geschäftsstelle, von der auch Richtlinien für Fachberichterstatter kostenlos erhältlich sind, **bis zum 29. II. 1928** einzusenden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

UMSCHAU.

Entwicklung der Turbogeneratoren im Jahre 1927.

Das Tempo des technischen Fortschrittes steht auf jedem Gebiete des Maschinenbaues in einem natürlichen Zusammenhange mit der notwendigen Herstellungszeit einer Maschine der betrachteten Gattung. Es ist demnach am allerwenigsten bei den großen Turbogeneratoren zu erwarten, daß sich innerhalb der Spanne eines Jahres eine starke Entwicklung konstatieren lassen wird. Trotzdem verlohnt es sich, einen Überblick über den Fortschritt des Jahres 1927 zu geben, denn es kann als ein außergewöhnliches gelten, insbesondere, wenn man die amerikanische Praxis und Literatur mit in den Kreis der Betrachtung zieht. Die Ausdehnung der Kraftwerke, vor allen Dingen in den V. S. Amerika, aber auch in Deutschland, hat zur Aufstellung einer Reihe besonders bemerkenswerter Maschinensätze geführt.

In einem zu Beginn des Jahres veröffentlichten Überblick über den Stand des Turbogeneratorenbaues (ETZ 1927, S. 161) wurde vom Verfasser dargelegt, daß die Grenzleistung der zweipoligen Turbogeneratoren für 50 Hz gegenwärtig bei etwa 40 000 kVA liegen muß, die der vierpoligen Maschine bei etwa 100 000 kVA. Dabei wurde angenommen, daß die kritische Drehzahl der zweipoligen Maschinen für 3000 Umdr/min zwar unter der Nenndrehzahl liegt, aber nicht unter 1800 fallen soll, während sie bei den vierpoligen um mindestens 20 % über der Nenndrehzahl bleibt, also ebenfalls 1800 nicht unterschreitet. Würde man aber dazu übergehen, auch bei den vierpoligen Maschinen die steife Welle zu verlassen, d. h. mit der kritischen unter die Nenndrehzahl zu gehen, so ließen sich noch ganz bedeutend größere Leistungen erzielen. Die während des Jahres in Betrieb gekommenen bzw. in Auftrag gegebenen Generatoren zeigen nun, daß die dargelegten Grenzen tatsächlich erreicht bzw. auf dem angedeuteten Wege überschritten wurden. In Deutschland kam der größte zweipolige Turbinensatz erfolgreich in Betrieb, eine von der AEG für das Gemeinschaftswerk Hattingen gebaute Maschine, deren Generator bei $\cos\varphi = 0,8$ eine Leistung von 40 000 kVA, bei $\cos\varphi = 0,7$ eine solche von etwa 36 000 kVA abzugeben vermag. Die größten in Deutschland in Betrieb gesetzten vierpoligen Einheiten sind die sechs AEG-Generatoren des Großkraftwerkes Rummelsburg, deren zweiwellige Maschinensätze eine Leistung von 80 000 kW besitzen, was einer Nennleistung von je 44 500 kVA für die Generatoren entspricht. Ihre Einzelheiten wurden in der ETZ 1928, S. 12, ausführlich beschrieben. Die Zweiwellenanordnung der Turbinen hatte hier zur Folge, daß die Generatoren von der bei dieser Drehzahl erreichbaren Grenzleistung noch weit entfernt sind.

Während wir den Amerikanern im Bau großer zweipoliger Maschinen weit vorausgeeilt sind, denn man geht dort bei 3600 Umdr/min kaum über 12 000 kVA, kommen in den V. S. Amerika wesentlich größere Generatoreneinheiten der vier- und sechspoligen Bauart zur Aufstellung. Hier ist zunächst ein der amerikanischen Brown Boveri-Gesellschaft für das Hell-Gate Kraftwerk in New York in Auftrag gegebener zweiwelliger Maschinensatz für eine Gesamtleistung von 160 000 kW zu nennen (siehe ETZ 1927, S. 873). Von den beiden 60periodigen Generatoren wird der eine 88 500 kVA bei 1800 Umdrehungen leisten, der andere ist sechspolig gebaut für 100 000 kVA bei 1200 Umdrehungen. Für dasselbe Kraftwerk baut die Westinghouse Co. einen weiteren Satz gleicher Leistung, jedoch mit zwei 80 000 kW-Generatoren für $\cos\varphi = 0,85$, 94 100 kVA, 1800 Umdr./min. Noch größere Einheiten sind bei der amerikanischen General Electric Co. im Bau, nämlich ein zweiwelliger 165 000 kW-Satz für die Philo-Power Station der Ohio Power Co. und ein 208 000 kW-Satz für die State Line Generating Co., Indiana. Der letztere ist ein Dreiwellensatz mit einem Generator von 76 000 und zweien von je 66 000 kW bei 1800 Umdr/min. Die Turbine arbeitet mit 40 atü und 400 °C Eintrittstemperatur, und beim Übergang vom Hochdruck- auf den Niederdruckteil findet eine Zwischenüberhitzung mittels Frischdampf auf 260 °C statt. Am bemerkenswertesten als Generatoren sind aber eine jüngst von der New York Edison Co. bei der GEC in Auftrag gegebene einwellige Maschine für 160 000 kW bei $\cos\varphi = 1,25$ Hz und 1500 Umdr/min sowie eine in der gleichen Werkstatt im Bau befindliche 100 000 kVA-Maschine für 50 Hz, 1500 Umdr/min. Sie werden die weitaus größten Generatoreinheiten darstellen. Bei mehreren der genannten Maschinen ist der Schritt zur elastischen Welle bereits verwirklicht, und man kann nach der Eröffnung dieses Arbeitsgebietes damit

rechnen, daß noch riesenhaftere Leistungen erfolgreich in einer Einheit erzeugt werden können. Bei manchen der großen amerikanischen Dampfturbinen ist übrigens zu berücksichtigen, daß die Nennleistung mit der überhaupt erreichbaren Höchstleistung zusammenfällt, wohingegen bei deutschen Turbinen eine erhebliche Überlastbarkeit vorgesehen wird. Die Konstruktionen für vierpolige Generatoren bis zu 100 000 kVA sind auch in deutschen Werkstätten durchgearbeitet, jedoch bot die Entwicklung der deutschen Kraftwerke bisher noch keine Möglichkeit ihrer Aufstellung.

Die Wirkungsgrade der Generatoren sind im Verlauf des Jahres durch die Verbesserung der Eisenbleche und weitere Fortschritte in der Bekämpfung der Zusatzverluste (s. Laffoon u. Calvert, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 573 u. 623) gestiegen, bei den großen vier- und sechspoligen Maschinen aber auch durch den Übergang von Eigen- auf Fremdbelüftung. Statt der an den Enden der Induktoren befestigten Ventilatoren, deren Wirkungsgrad wegen ihrer hohen Umfangsgeschwindigkeit bekanntlich nur etwa 30% beträgt, lohnt es sich bei den größten Maschinen, getrennte Gebläse zu verwenden, die entweder von einem besonderen Elektromotor oder bei Aufstellung zwischen Generator und Erregermaschine von der Generatorwelle selbst angetrieben werden. Gebläse dieser Art besitzen einen Wirkungsgrad von etwa 70 %, so daß mehr als die Hälfte der sonst verbrauchten Belüftungsarbeit erspart wird. — Als ein weiterer Vorteil für die Kühlung des Generators ist dabei anzusehen, daß die Kühlluft durch die Ventilatorarbeit nicht mehr vorgewärmt wird. Denn man ordnet das Gebläse vorzugsweise in dem Warmluftkanal zwischen Generator und Kühler an.

Die Anwendung der Kreislaufbelüftung unter Benutzung von Luftkühlern hat sich im Laufe des Jahres weiter verbreitet und sich überall so bewährt, daß man diese Anordnung jetzt für Neuanlagen als die allgemein gültige bezeichnen kann. Nur in seltenen Fällen besonders günstiger atmosphärischer Verhältnisse kommt die Durchzugsbelüftung noch zur Anwendung. Alte Anlagen werden vielfach auf Kreislaufkühlung umgestellt, um die Verschmutzung zu beseitigen. Demgemäß kommen auch die Konstruktionen, die einen organischen Zusammenbau von Generator und Kühler darstellen, mehr und mehr zur Anwendung. Generatoren mit nach dem Vorschlage des Verfassers seitlich an das Gehäuse angebauten Kühlern (s. ETZ 1927, S. 320) sind mit bestem Erfolg zur Aufstellung gelangt. Sie haben den Vorteil des Fortfalls aller Luftkanäle in dem bereits recht beengten Kondensatorkeller, der leichteren Zugänglichkeit und Überwachung sowie einer Verringerung des im Kreislauf eingeschlossenen, einen etwa entstehenden Generatorbrand unterhaltenden Luftvolumens.

Für die Fortbildung der Generatoren sowohl bezüglich ihrer Höchstleistung als auch ihres Wirkungsgrades ist eine amerikanische Veröffentlichung über Konstruktionen zur Abdichtung von Generatoren mit Wasserstoffkühlung von besonderem Interesse (Chester W. Rice, Gen. El. Rev. Bd. 30, S. 516). Wenngleich die Verwendung des Wasserstoffes an Stelle der Luft für die Kühlung der Maschinen sich auch jetzt noch im Versuchstadium befindet, so kann doch die Abdichtung der Gehäuse und die Beseitigung der Explosionsgefahr als gelungen angesehen werden, und es ist damit zu rechnen, daß Maschinen mit Wasserstoffatmosphäre in nicht allzuferner Zeit auch in den praktischen Betrieb gelangen werden. Allerdings ist die Ersparnis, welche durch Beseitigung der Luftreibung erzielt wird, nicht als voller Gewinn einzusetzen, denn die Ölabdichtung der Wellen bedingt einen nicht zu vernachlässigenden Verlust. Auch ist die Leistungserhöhung einer Maschine gegebener Abmessungen um rd. 30 % durch eine der Wartung bedürftige Zusatzapparatur erkauft.

Was die Betriebsicherheit der Turbogeneratoren anlangt, so läßt die Statistik der Betriebschäden, soweit sie dem Verfasser zugänglich ist, eine höchst erfreuliche Verminderung der schweren Schäden erkennen. Es ist anzunehmen, daß sich dieses günstige Ergebnis auf die Erzeugnisse aller herstellenden Firmen erstreckt, weil es vorwiegend auf die Verbesserung und allgemeinere Anwendung der Schutzeinrichtungen zurückzuführen ist. Zweifellos wird sowohl den vorbeugenden als auch den Schaden begrenzenden Schutzeinrichtungen von seiten der Kraftwerke weit größere Bedeutung zuerkannt, als es noch vor wenigen Jahren der Fall war. Insbesondere gehören länger dauernde Generatorbrände, die häufig den Induktor in Mitleidenschaft zogen, jetzt beinahe der Vergangenheit an, dank der Einführung momentan wirksamer Löscheinrichtungen. Auch scheinen die Schäden durch Überspannungen bereits bedeutend zurückgegangen zu sein. Die Ausbildung des Klydonographen (Müller und Müller-Hillebrand, Fachbericht-Sonderheft der Kieler Jahresversammlung 1927, Seite 119 und 121), welcher gestattet, alle im Netz und an den Generatorklemmen auftretenden, noch so kurzzeitigen Überspannungen mittels Lichtenbergscher Figuren zu verfolgen, wird weiterhin viel dazu beitragen, die Ursache bisher rätselhafter Schäden aufzudecken und ihre Wiederkehr zu verhindern. Auch die mit dem neuen Hilfsmittel des Kathodenstrahl-Oszillographen erforschte Wirkungsweise der verschiedenen Überspannungsableiter hat die zweckdienliche Anwendung solcher Einrichtungen wesentlich gefördert. Hinzu kommt, daß man mit der Erhöhung der Netzspannungen häufiger dazu übergeht, aus je einem Generator und Transformator eine Betriebseinheit zu schaffen, die ungleich robuster gegenüber Überspannungen und Kurzschlüssen ist als ein unmittelbar auf das Netz arbeitender Generator, und sich durch Relais weit einfacher und vollkommener schützen läßt. Insbesondere gilt dies für den Erdschlußschutz, der sich in dieser Anordnung auf die gesamte Generatorwicklung einschließlich des Nullpunktes, d. h. des letzten Reflexionspunktes von Wanderwellen, ausdehnen läßt. In diesem Zusammenhange sei wiederum auf die große Bedeutung hingewiesen, die der selbsttätigen Schnellentregung für die Begrenzung beginnender Generatorschäden zukommt. Sie kommt bei Neuanlagen jetzt allgemein zur Anwendung und sollte auch zur Erhöhung der Sicherheit bestehender Anlagen überall eingebaut werden.

Eine Reihe von Veröffentlichungen des Jahres beschäftigte sich mit dem Generatorbrandschutz. Bemerkenswert sind darunter die Mitteilungen der Sächsischen Werke über die guten Erfahrungen bei der Anwendung der Frischdampflöschung, sodann die verschiedenen Formen des Kohlensäurelöschverfahrens. Hier bürgert sich die Anordnung einer Zentral-Kohlensäure-Batterie, wie sie für das Großkraftwerk Klingenberg beschrieben wurde, um so schneller ein, als die Gestehungskosten einer solchen Einrichtung im Vergleich mit den Gesamtkosten der zu schützenden Maschinen und Transformatoren von der Größenordnung 1 % sind.

Was die Eigenschaften der Generatoren selbst anlangt, so verdient die im Laufe des Jahres erreichte Erhöhung ihrer unsymmetrischen Belastbarkeit besonders erwähnt zu werden. In Kraftwerken, welche auf große Netze arbeiten, hat es sich mehrfach herausgestellt, daß durch Freileitungsbrüche, Erdschlüsse oder dergleichen starke und länger dauernde Unsymmetrien in der Belastung der drei Phasen entstanden, deren Wirkungen durch besonders gute Durchbildung der Rotordämpfung begegnet werden muß. Daß dieses möglich ist, zeigt die erfolgreiche Ausbildung von Einphasen-Turbogeneratoren für Bahnzwecke, die in Einheiten bis zu 10 000 kW unter den schwierigsten Betriebsbedingungen arbeiten. In Verbindung mit der Einführung unmagnetischer Drahtbandagen ergab sich die Möglichkeit der Anwendung ähnlicher Konstruktionen auf die normalen Drehstromgeneratoren, die hierdurch eine außerordentlich hohe einphasige oder unsymmetrische Belastbarkeit erhalten.

Schließlich sei noch auf eine Veröffentlichung von C. T. Pearce (The Electric Journ. Bd. 24, S. 372) über Ursache und Bekämpfung von Lagerströmen hingewiesen, die auf eine grundlegende Arbeit von Fleischmann (AEG-Zg. 1909, S. 291) zurückgeht.

Zu den Turbogeneratoren sind auch die schnelllaufenden Synchronmotoren zu rechnen, die in den V. S. Amerika zur Phasenkompensation von Kraftübertragungen verwendet werden. Hier sind drei 50 000 kVA Maschinen für 600 Umdr/min bei 60 Hz zu nennen, welche die Southern California Edison Co. aufstellt.

Der Bau kleiner und mittlerer Turbogeneratoren für industrielle Anlagen stand auch im abgelaufenen Jahre unter dem Zeichen der Rationalisierung der Wärmewirtschaft. Es handelte sich hier meist um Gegendruck- und Anzapf-Gegendruck-Turbinen mit bisweilen auch zur Phasenkompensation herangezogenen Turbogeneratoren, ein Anwendungsgebiet, das noch auf lange Zeit ausbaufähig bleiben wird.

Robert Pohl.



Die Erzeugung sehr hoher Gleichspannungen.

Von **Erwin Marx**, Braunschweig.

Übersicht. Durch Schaltungen zur Spannungsvervielfachung lassen sich leicht Gleichspannungstöße von sehr großer Höhe erzeugen. Es wird gezeigt, daß diese Spannungstöße unter Zuhilfenahme von Glühventilen zur Gewinnung von hohen ruhenden Gleichspannungen dienen können. Dieser Weg zur Gleichspannungserzeugung besitzt gegenüber den bisher bekannten Verfahren erhebliche Vorzüge.

1. Erzeugung von Spannungstößen.

Hohe Gleichspannungstöße lassen sich nach den Angaben des Verfassers[1] dadurch erzeugen, daß Kondensatoren über hohe Widerstände in Parallelschaltung aufgeladen und dann selbsttätig durch Funkenstrecken in Reihe geschaltet werden. Anordnungen, die nach diesem Prinzip arbeiten, sind von Siemens & Halske[2] sowie Koch & Sterzel[3] bereits vielfach gebaut worden. Auch die Westinghouse Electric & Mfg. Co. hat große Anordnungen dieser Art zum Arbeiten in ihren eigenen Versuchsfeldern errichtet[4]. Die mit diesen Anordnungen erzeugten Spannungstöße werden zur laufenden Prüfung von Hochspannungsmaterialien oder Hochspannungsapparaten sowie zu Forschungen über die elektrische Festigkeit bei Spannungstößen benutzt.

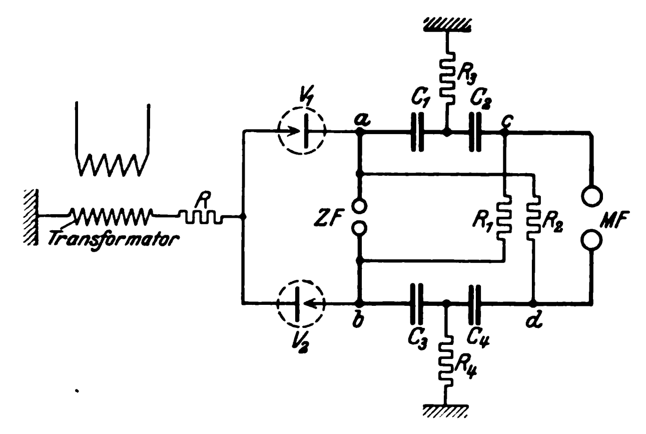


Abb. 1. Vervielfachungsschaltung zur Erzeugung hoher Spannungstöße

Abb. 1 zeigt eine solche Vervielfachungsschaltung[5]. V_1 und V_2 sind Glühkathodengleichrichter (Ventile). Die Spitze stellt die Kathode dar, die elektrisch geheizt werden muß. Die Heizschaltung ist nicht mit dargestellt. Durch das Ventil V_1 wird der Kondensator C_1, der über den Widerstand R_3 einpolig geerdet ist, aufgeladen, wenn der Transformator die negative Halbwelle der Spannung erzeugt. Zugleich wird über den Widerstand R_2 der Kondensator C_4 aufgeladen. Während der positiven Halbwelle der Transformatorspannung werden in entsprechender Weise die Kondensatoren C_3 und C_2 geladen. Bezeichnen wir den Scheitelwert der Transformatorspannung mit U, so werden die Punkte a und d auf das Gleichspannungs-Potential $-U$ und die Punkte b und c auf das Gleichspannungs-Potential $+U$ gegen Erde aufgeladen. Die Spannungsdifferenz zwischen a und b beträgt also $2U$ Kilovolt. Ist diese Spannung so hoch geworden, daß an der Zündfunkenstrecke ZF ein Überschlag eintritt, so muß der Spannungsunterschied zwischen a und b in sehr kurzer Zeit verschwinden. Die beiden Kondensatorengruppen werden dadurch in Reihe geschaltet. Da sich die auf ihnen befindlichen Elektrizitätsmengen nur allmählich ausgleichen können, werden diese Kondensatoren im ersten Augenblick auch die vollen Spannungen zwischen ihren Belegen behalten müssen. Zwischen den Punkten c und d entsteht dadurch ein Spannungstoß von der Höhe $4U$. Das Wiederabfallen dieses Spannungstoßes von seinem Scheitelwert ergibt sich durch die Entladung der Kondensatoren über die Widerstände R_1 bis R_4 sowie durch das Verschwinden des an der Zündfunkenstrecke ZF bestehenden Überschlagfunkens[6]. Der Scheitelwert des Spannungstoßes kann durch die Meßfunkenstrecke MF bestimmt werden.

In manchen Fällen ist es günstiger, an Stelle der Schaltung nach Abb. 1 die Schaltung nach Abb. 2 zu verwenden. Es ist hier parallel zur Zündfunkenstrecke die Reihenschaltung der Kondensatoren C_a und C_b vorhanden. Die Verbindung zwischen diesen beiden Kondensatoren ist geerdet. Durch diese beiden Hilfskondensatoren werden die Potentiale der Punkte a und b festgelegt, und es wird außerdem der Überschlagsfunke an der Zündfunkenstrecke verstärkt. Die zwischen den Punkten a und c sowie zwischen b und d liegenden Kondensatoren C_1 und C_2 brauchen nun nicht mehr geteilt zu werden, da die Erdung des Mittelpotentials dieser Kondensatoren nicht mehr nötig ist. Der nach Schaltung Abb. 2 entstehende Spannungstoß zwischen c und d bleibt länger auf annähernd konstanter Höhe als bei der Schaltung nach Abb. 1, weil die Kondensatoren C_1 und C_2 nach Abb. 2 nur durch die Widerstände R_1 und R_2 entladen werden. Die Kondensatoren C_a und C_b sind auf den Spannungstoß praktisch ohne Einfluß, da sie durch das Ansprechen der Zündfunkenstrecke kurz geschlossen werden. Es kann notwendig sein, im Anschluß an C_a und C_b noch die in Abb. 2 eingezeichneten Widerstände R_a und R_b einzuschalten. Es lassen sich durch diese Widerstände Schwingungen im Zündfunkenstreckenkreise vermeiden, die Heizung der Zündfunkenstrecke verlängern sowie die Aufladegeschwindigkeit und damit der Zeitraum zwischen zwei Zündungen verändern.

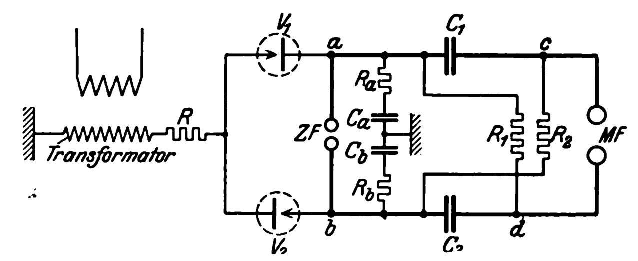


Abb. 2. Verwendnng von Hilfskapazitäten C_a und C_b in einer Vervielfachungschaltung.

Die Schaltungen Abb. 1 und 2 gestatten, wie bereits angegeben wurde, die Verdoppelung der Aufladespannung. Diese Schaltungen lassen sich bekanntlich beliebig erweitern, so daß beliebig hohe Spannungstöße erzeugt werden können.

2. Erzeugung einer ruhenden Gleichspannung.

Aus den Spannungstößen läßt sich mit einer Schaltung nach Abb. 3 eine ruhende Gleichspannung erzeugen. Die Spannungstöße laden hier über Ventile V_3 und V_4 die Kapazität C_g auf. Die auf diesem Kondensator entstehende Gleichspannung kann auch beim Abschalten des Transformators keinen zurückfließenden Strom erzeugen, weil die Ventile dies verhindern. Die Schaltung Abb. 3 gestattet eine Gleichspannung von der Höhe $4U$ Kilovolt zu erzeugen, wenn U die Transformatorspannung in kV_{max} ist.

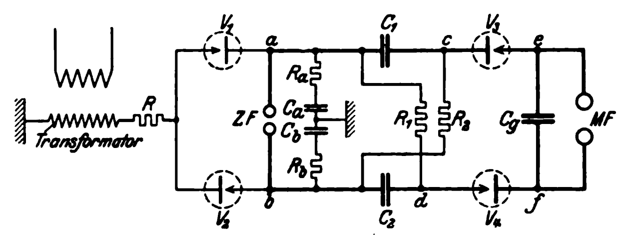


Abb. 3. Schaltung zur Erzeugung einer ruhenden Gleichspannung.

Die Abb. 4 stellt den Spannungsverlauf der in Abb. 3 bezeichneten Leiterstücke bei dem ersten nach der Aufladung eintretenden Spannungstoß dar. Es ist hierbei angenommen, daß die Schaltung und der Aufbau völlig symmetrisch ausgeführt sind. Es wurde bereits angegeben, daß nach Aufladung der Kondensatoren die Punkte a und d

---

[1] Mitt. Hermsd. Schomb. H. 10, S. 525; ETZ 1924, S. 652.
[2] Vgl. Siemens-Z. 1927, H. 8.
[3] Vgl. Mitt. d. Koch & Sterzel A. G. H. 11.
[4] Vgl. The Electric Journ. Bd. 23, S. 596; Bd. 24, S. 287.
[5] Vgl. auch Marx, ETZ 1925, S. 1298.

[6] Vgl. auch M. Toepler, Mitt. Hermsd. Schomb. H. 9, S. 45.

die Spannung $-U$ und die Punkte b und c die Spannung $+U$ gegen Erde besitzen. Durch die Ventile V_3 und V_4 wird erreicht, daß schon vor einem Überschlag an der Zündfunkenstrecke ZF der Punkt e auf die Spannung $+U$ und der Punkt f auf $-U$ gegen Erde aufgeladen werden. Die Kapazität C_g wird dementsprechend unmittelbar durch die Stromquelle auf die Spannung $2U$ aufgeladen. Abb. 4 zeigt links diesen Zustand vor der Zündung. Die Aufladegeschwindigkeit der fünf Kondensatoren und hierdurch der Zeitraum zwischen den Zündungen wird bestimmt durch die Spannungshöhe und die Leistung des Transformators, durch die Emissionstromstärke der Ventile sowie durch die Größe der vorhandenen Widerstände und Kondensatoren. Die Aufladezeiten lassen sich leicht für alle Teile berechnen und so wählen, daß die in jedem Falle erwünschten Verhältnisse hervorgerufen werden. Beachtet werden muß vor allem, daß die Kapazitäten C_1 und C_2 bei dem Überschlag an der Zündfunkenstrecke bereits voll aufgeladen sind. Der Zeitraum zwischen zwei Zündfunken läßt sich bei fertig aufgebauter Anlage leicht durch die Spannungshöhe am Transformator regeln.

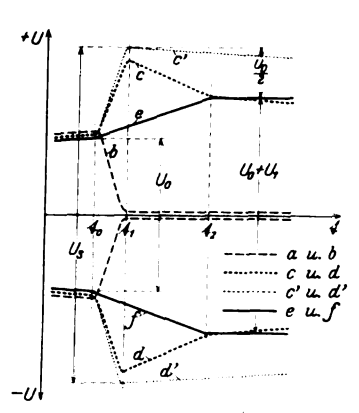


Abb. 4. Spannungsverlauf bei der Schaltung nach Abb. 3.

Der Zeitpunkt, in dem die Zündung von ZF einsetzt, ist in Abb. 4 mit t_0 bezeichnet. Der Widerstand der Zündfunkenstrecke wird bekanntlich nicht sofort zu Null. Der Zeitpunkt, in dem dieser Widerstand seinen kleinsten Wert erreicht, ist mit t_1 bezeichnet[7]. Bei t_1 ist die Spannungsdifferenz zwischen a und b annähernd gleich Null. Die Spannungsdifferenzen zwischen a und c sowie zwischen b und d würden, wenn an Stelle der Ventile V_3 und V_4 Unterbrechungen vorhanden wären, während der Zeit $t_1 - t_0$ etwa konstant bleiben. Der Spannungsverlauf der Punkte c und d ist unter dieser Annahme mit der Bezeichnung c' und d' in die Abbildung eingezeichnet. (Die Spannungen auf den Kondensatoren C_1 und C_2 würden in diesem Falle nur durch die Entladung dieser Kondensatoren über die Widerstände R_1 und R_2 absinken.) Durch das Ventil V_3 fließt jedoch sofort ein Strom, wenn die Spannung bei c um einen gewissen Betrag höher ist als die bei e. Dieser Emissionstrom ist nach Erreichen der Sättigungsspannung konstant. Dementsprechend tritt eine der Zeit proportionale Spannungserhöhung des Punktes e auf. Das Potential von c muß sich in entsprechender Weise um einen der Zeit proportionalen Betrag vermindern. Die Kurve c ist durch eine solche Verminderung aus c' erhalten. Der Strom durch das Ventil hört auf, wenn c und e etwa die gleiche Spannung besitzen. In Abb. 4 ist das zu der Zeit t_2 der Fall. Das Potential von e bleibt von dieser Zeit an praktisch konstant, die Spannung von c sinkt weiter nach einer Exponentialkurve, bis der Funke an der Zündfunkenstrecke verlischt und die Aufladung der Kondensatoren C_a, C_b, C_1 und C_2 von neuem beginnt. Bei dem nächsten Überschlag der Zündfunkenstrecke besitzt e bereits eine höhere Spannung. Ein Strom durch das Ventil V_3 fließt erst dann, wenn c eine höhere Spannung besitzt als e. Der Betrag, um den die Spannung von e durch den zweiten Spannungsstoß erhöht wird, ist also geringer als bei dem ersten Stoß. Da die Schaltung symmetrisch ist, gilt das entsprechend für die Potentiale der Punkte d und f. Der Kondensator wird also allmählich auf eine immer höhere Spannung aufgeladen. Der höchste Wert der erreichbaren Spannung ist der Scheitelwert der Spannungsstöße.

Für ein rasches Aufladen von C_g und für eine Vermeidung größerer Verluste ist es günstig, daß der durch die Widerstände R_1 und R_2 fließende Entladestrom klein ist gegenüber dem Emissionstrom der Ventile.

3. Berechnung der Spannungshöhe[8].

Die Höhe der auf C_g erreichbaren Gleichspannung läßt sich leicht allgemein für alle Vervielfachungschaltungen berechnen. Die in den Widerständen und Ventilen auftretenden Spannungsabfälle und Verluste werden bei der Rechnung vernachlässigt.

Es sei U_s die Spannung, auf die der Spannungstoß anwachsen würde, wenn die Gleichspannungskapazität C_g nicht angeschlossen wäre. U_0 sei die Spannung, auf die C_g bereits vor dem ersten Spannungstoß aufgeladen ist. (Bei der Schaltung Abb. 3 ist $U_s = 2\,U_0$.) Die Spannung $U_D = U_s - U_0$ ist dann der Wert, um den U_0 nach unendlich vielen Spannungstößen erhöht werden würde. Die Spannungserhöhungen von C_g mögen betragen

durch den ersten Spannungstoß . . . . U_1
durch die ersten beiden Spannungstöße . . . . U_2
durch die ersten n Spannungstöße . . . . . . U_n

Die Kapazität, die die Reihenschaltung der Stoßkondensatoren besitzt, sei C_s. (In der Schaltung Abb. 3 ist $C_s = \frac{C_1}{2} = \frac{C_2}{2}$.)

Bei jedem Spannungstoß gibt die Kapazität C_s soviel Elektrizitätsmenge an C_g ab, daß die dazu gehörigen Spannungen gleich groß werden. Die Elektrizitätsmenge auf einem Kondensator ist gleich dem Produkt aus Spannung und Kapazität. Die bei dem ersten Spannungstoß von dem Kondensator C_s abgegebene Elektrizitätsmenge ist dementsprechend $Q_s = C_s(U_D - U_1)$, die von C_g aufgenommene Elektrizitätsmenge ist $Q_g = C_g\,U_1$. Es muß also die Gleichung bestehen:

$$C_s(U_D - U_1) = C_g\,U_1 .$$

Daraus ergibt sich

$$U_1 = \frac{C_s}{C_s + C_g}\,U_D .$$

Wir setzen:

$$\frac{C_s}{C_s + C_g} = a .$$

Daraus ergibt sich:

$$U_1 = a\,U_D .$$

Für den zweiten Spannungstoß erhalten wir in entsprechender Weise:

$$C_s(U_D - U_2) = C_g(U_2 - U_1)$$

$$U_2 = \frac{C_s}{C_s + C_g}\,U_D + \frac{C_g}{C_s + C_g}\,U_1 .$$

Wir setzen:

$$\frac{C_g}{C_s + C_g} = r .$$

Es wird dann:

$$U_2 = a\,U_D + r\,U_1 ,$$
$$U_2 = a\,U_D + a\,r\,U_D .$$

Auf gleichem Wege finden wir:

$$U_3 = a\,U_D + a\,r\,U_D + a\,r^2\,U_D$$

und $$U_n = a\,U_D\,(1 + r + r^2 + \ldots + r^{n-1}) .$$

Der Ausdruck in der Klammer ist eine geometrische Reihe. Sie konvergiert stets, da immer $r < 1$. Die Summe der geometrischen Reihe ist:

$$s = \frac{r^n - 1}{r - 1} .$$

Für die Spannung erhalten wir damit:

$$U_n = a\,U_D\,\frac{r^n - 1}{r - 1} .$$

a läßt sich durch r ausdrücken:

$$\frac{a}{r} = \frac{C_s}{C_g} ; \quad \frac{a}{a + r} = \frac{C_s}{C_s + C_g} = a ; \quad a = 1 - r .$$

Berücksichtigt man dies, so wird:

$$U_n = U_D\,(1 - r^n) .$$

Bei $n = \infty$ ist $U_n = U_D$, wie bereits gesagt wurde. Die Gleichung für U_n zeigt, daß für das Ansteigen der Spannung am Kondensator besonders der Wert $r = \frac{C_g}{C_s + C_g}$ maßgebend ist. Je kleiner r ist, um so weniger Spannungstöße sind notwendig, um C_g annähernd auf die Spannung U_s aufzuladen. Um die Spannung U_n auf etwa 97 % von U_D zu erhöhen, sind notwendig:

bei $C_s = 2\,C_g$ . . . 3 Spannungstöße,
bei $C_s = C_g$ . . . 5 Spannungstöße,
bei $C_s = \frac{1}{3}\,C_g$ . . . 12 Spannungstöße.

4. Versuche.

Es sollen kurz einige Versuche mit der Schaltung Abb. 3 beschrieben werden. Zu den Versuchen wurden benutzt: Ein Transformator für 100 kV_{eff} mit einer Leistung von 10 kVA, vier Glühventile für eine abzudrosselnde Spannung von 200 kV und eine Emission von etwa 300 mA, die Kondensatoren $C_a = C_b = 0{,}0033$ µF;

[7] Über den durch einen Funkenüberschlag herbeigeführten Spannungsprung vgl. M. Toepler, El. u. Maschinenb. Bd. 43, S. 917; Arch. El. Bd. 17, S. 61. Harald Müller, Arch. El. Bd. 18, S. 328.

[8] Bei der Erörterung der Verhältnisse und der Ausführung der Versuche hat Herr Dipl.-Ing. Ernstberg wertvolle Mitarbeit geleistet.

$C_1 = C_2 = 0{,}006\,\mu F$; $C_g = 0{,}009\,\mu F$ (Reihenschaltung zweier Kondensatoren von je $0{,}018\,\mu F$, Mitte geerdet). Es war also $C_s = 0{,}003\,\mu F$; $C_s = \frac{1}{3}\,C_g$ und $r = {}^3/_4$. Die Widerstände waren $R \approx 50\,000\,\Omega$; $R_a = R_b = 0$. R_1 und R_2 sind in der Zahlentafel angegeben.

Die zeitlichen Abstände zwischen den Zündfunken wurden groß gemacht, um exakt messen zu können. Wenn es sich um die Erzeugung einer möglichst konstanten Gleichspannung bei großer Stromentnahme handelt, so wird man die Zahl der Zündfunken in der Sekunde so groß wie möglich machen. Die Versuchsergebnisse sind in der Zahlentafel eingetragen. Die ersten Versuchs-

Versuchsgruppe	Transformatorspannung kV_{eff}	Spannung an *ZF* kV_{max}	Stoßzahl *n*	Zeitraum zwischen zwei Stößen s	Widerstände $R_1 = R_2$ Ohm	Mit *MF* gemessene Gleichspannung kV_{max}	Berechnete Gleichspannung kV_{max}
	9	20,5				35	35
1	14	36	4	1	10^6	61	61
	22	54				91	91
	7	14,2				27	28
2	11	24,8	10	½	10^6	52	50
	16	38				77	76
	14	35				52	60
3	24	57	4	8	10^6	77	97
	29	72				97	121
	8	18,4				26	31
4	14	34	4	1	10^5	49	57
	20	50				79	82

gruppen ergeben Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den berechneten Werten. Die gemessene Spannung ist zum Teil sogar höher als die berechnete. Der Grund hierfür werden Schwingungen in dem Stoßkreise sein. Die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch zeigt, daß die Ventile genügend Strom hindurchfließen lassen, und daß die Widerstände R_1 und R_2 nicht wesentlich stören. Bei der Versuchsgruppe 3 fällt infolge des großen Abstandes zwischen den Zündfunken die Spannung des Kondensators C_g etwas ab, so daß die berechnete Gleichspannung nicht erreicht wird. Bei der Gruppe 4 sind die Widerstände R_1 und R_2 zehnmal kleiner gemacht; auch dadurch tritt, wie der Versuch zeigt, eine Erniedrigung der Gleichspannung ein.

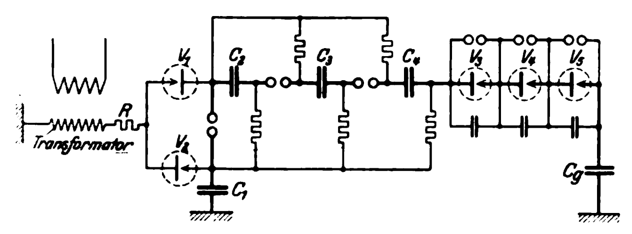


Abb. 5. Erzeugung einer Gleichspannung von 600 kV gegen Erde.

Es ist noch eine große Zahl anderer Versuche mit anderen Schaltungen angestellt worden. Bei den Versuchen wurden grundsätzlich die gleichen Ergebnisse erzielt. Zur Erzeugung einer Gleichspannung ist jede Schaltung zur Spannungsvervielfachung verwendbar.

Mit der Schaltung Abb. 3 läßt sich eine Gleichspannung von 400 kV erzeugen, da jedes Ventilrohr 200 kV abzudrosseln vermag. Es ist zweckmäßig, an Stelle von C_g zwei Kondensatoren zu verwenden, die in der Mitte geerdet sind, da sich sonst infolge von kleinen Unterschieden in der Heizung der Ventile verschiedene Gleichspannungen gegen Erde ergeben können. Bei hohen Gleichspannungen treten sehr große Sprühverluste auf. Die Anordnung muß dann, wie das in Abschn. 5 näher beschrieben ist, so getroffen werden, daß eine große Leistung erzeugt werden kann. Sollen höhere Spannungen als 400 kV erreicht werden, so müssen mehrere Ventile in Reihe geschaltet werden. Um eine gleiche Spannungsverteilung auf diesen Ventilen zu erreichen, kann man Kapazitäten parallel schalten und ferner zur Sicherheit Funkenstrecken parallel zu den Ventilen anordnen.

Abb. 5 zeigt als weiteres Beispiel eine Schaltung zur Erreichung einer Gleichspannung von 600 kV gegen Erde. Man wird hier, um auftretende Verluste zu decken, einen Transformator für etwa 100 kV_{eff} benutzen. Der Kondensator C_1 wird eine Spannung von etwa 100 kV, die Kondensatoren C_2, C_3 und C_4 eine Spannung von je 200 kV vertragen müssen.

An Stelle der Glühventile lassen sich in vielen Fällen rotierende Gleichrichter verwenden. Es muß dann die Zündfunkenstrecke mit gesteuert werden.

Es lassen sich noch beliebig viele andere Schaltungen angeben, die für einzelne Zwecke besonders brauchbar sind und bei denen der angegebene Weg, ruhende Gleichspannungen aus Spannungsstößen zu erzeugen, benutzt wird.

5. Anwendungen.

Für die praktische Anwendung der beschriebenen Schaltungen ist es besonders wesentlich, zu wissen, welche Leistung auf der Gleichstromseite erzeugt werden kann. Diese Gleichstromleistung hängt ab von der Leistungsfähigkeit der Glühventile. Die mittlere in diesen Ventilen verbrauchte Leistung darf nicht über einen gewissen Betrag wachsen, da sonst die erzeugte Wärme nicht abgeführt werden kann. (Die bei den beschriebenen Versuchen benutzten Ventile vertragen Verluste bis zu etwa 1 kW.) Ob diese Verluste im Ventil dauernd einen festen Betrag darstellen, oder ob sie um denselben Betrag als Mittelwert schwanken, ist gleichgültig. Es läßt sich demnach mit der gleichen Zahl von Ventilen die gleiche Gleichstromleistung durch Spannungstöße erzielen, wie unmittelbar durch Gleichrichtung einer Wechselspannung. Da alle wesentlichen Vorgänge bei der Gleichrichtung von Spannungstößen leicht rechnerisch zu erfassen sind, lassen sich die Verhältnisse im voraus so bestimmen, daß die Gleichstromleistung einen Höchstwert erreicht. Im Bedarfsfalle können auch hier mehrere Ventile parallel geschaltet werden, um eine größere Leistung zu erreichen.

Die Schwankungen der Gleichspannung sind von der Leistungsentnahme abhängig, ebenso wie das bei der Gleichrichtung einer sinusförmigen Wechselspannung der Fall ist. Je rascher sich die Zündfunken folgen, um so kleiner werden die Spannungschwankungen sein. Mit einer Wechselspannung von 50 Hz lassen sich höchstens 50 Zündungen in der Sekunde erreichen. Es kann bei so rascher Folge der Zündfunken notwendig werden, die Zündfunkenstrecke anzublasen, um den Zündfunken jedesmal rasch wieder zum Verlöschen zu bringen. Die Widerstände R_1 und R_2 (Abb. 3) dürfen ferner hier nicht zu groß sein, um eine rasche Aufladung der Kondensatoren C_1 und C_2 zu ermöglichen. Es kann dadurch bei großen Kapazitäten und bei sehr hohen Spannungen der Fall eintreten, daß sich nach dem Ansprechen der Zündfunkenstrecke C_1 und C_2 zu rasch über die Widerstände entladen, so daß keine ausreichende Aufladung von C_g erreicht wird. Es empfiehlt sich dann, die Widerstände R_1 und R_2 durch Glühventile zu ersetzen. Es kann dadurch leicht ein genügend rasches Aufladen der Stoßkapazität erreicht und ein Zurückfließen der Elektrizitätsmenge völlig verhindert werden. Dieser Einbau von zwei weiteren Glühventilen in Abb. 3 dürfte aber nur dann notwendig sein, wenn große Gleichstromleistungen bei geringsten Spannungschwankungen erzeugt werden sollen.

Der hier angegebene Weg, ruhende Gleichspannungen aus Spannungstößen zu erzeugen, ist also überall verwendbar, wo bisher hohe Gleichspannungen durch Glühventile oder durch mechanische Gleichrichter aus Wechselspannungen erzeugt wurden. Dieser Weg besitzt den großen Vorzug vor den bisherigen Schaltungen[9], daß man mit niedrigen Transformatorenspannungen auskommen kann. Es ist beispielsweise ohne weiteres möglich, mit einer Transformatorenspannung von 100 kV_{eff} eine ruhende Gleichspannung von 1 Mill. V zu erzeugen.

Hohe Gleichspannungen werden bekanntlich benötigt für das Braunsche Rohr, für den Kathodenstrahl-Oszillographen, zur Prüfung von Hochspannungskabeln, zur elektrischen Gasreinigung, zur Erzeugung von Röntgenstrahlen, für grundsätzliche Untersuchungen über die elektrische Festigkeit bei Gleichspannung usw. Solche Untersuchungen über die elektrische Festigkeit bei Gleichspannung haben in der letzten Zeit sehr an Bedeutung gewonnen, weil sich hierbei viele Verhältnisse klarer erkennen lassen als bei Wechselspannung. Diejenigen Laboratorien, die bereits Stoßprüfungen für hohe Spannungen besitzen, können sich auf dem beschriebenen Wege leicht konstante Gleichspannungen erzeugen, die dieselbe Höhe besitzen wie die Spannungstöße.

Die Versuche sind in der Hauptsache mit Apparaten ausgeführt worden, die aus den Mitteln der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft beschafft werden konnten. Der Notgemeinschaft sei hierfür auch an dieser Stelle herzlichst gedankt.

[9] Vgl. z. B. Güntherschulze, Gleichrichter und Ventile, Verlag Jos. Kösel u. Friedr. Pußet, München; Saget, Rev. Gén. de l'El. Bd. 17, S. 537; Greinacher, Elektro-Journ. Bd. 7, S. 1.



Die französischen Systeme neuzeitlicher elektrischer Uhren im Vergleich zu den deutschen.

Von Oberingenieur **I. Wiligut**, Berlin.

Übersicht. Es werden die französischen und deutschen Systeme moderner elektrischer Uhrenanlagen miteinander verglichen. Die Entwicklung der elektrischen Uhrenindustrie in Frankreich und Deutschland, zunächst die gleiche, hat sich in den letzten Jahrzehnten bedeutend geändert. Während Frankreich einzelne Uhren mit elektrischem Pendelantrieb und Regelung in Verbindung mit kleinen Uhrenanlagen bevorzugte, entwickelte Deutschland das Uhrengebiet so, daß von einer Zentralstelle aus umfangreiche Uhrenanlagen gesteuert werden, ein System, welches auch in Frankreich als das richtigste anerkannt wird. Die bisher in beiden Ländern herausgebrachten Nebenuhrarten und die dafür in Frage kommenden Haupt- oder Mutteruhren sowie die zum Betrieb erforderlichen Stromquellen werden kurz geschildert. Zum Schluß wird das von General Ferrié und M. Jouaust entwickelte System besprochen, das auf Verwendung photoelektrischer Zellen für Beobachtung und Betrieb von Pendeluhren beruht, wobei jedoch gezeigt wird, daß dieses System außerordentlich kompliziert ist.

In der Zeitschrift „Bulletin de la Société Française des Electriciens" vom Oktober 1927 erschien eine interessante Arbeit des Ingenieurs M. Gosselin mit der Überschrift: „Les systèmes français modernes d'horlogerie électrique", welche allgemeine Beachtung verdient. Mit dem Verfasser stimmt auch die deutsche Elektrotechnik dahingehend überein, daß alle neuzeitlichen, in der Praxis bewährten elektrischen Uhren polarisierte Elektromagnete besitzen müssen, weil ein neuzeitliches System eine leichte und sichere Zeiteinstellung aller Nebenuhren von der Zentralstelle aus erlauben muß. Ebenso ist das Prinzip, mechanische Uhrwerke lediglich durch elektrische Aufzugssysteme zu ergänzen, unhaltbar, weil damit keine einheitliche Zeitanzeige erzielt wird. Die Anwendung der Elektrizität auf den Betrieb von Uhrenanlagen ist nur dann gerechtfertigt, wenn sie die höchstmögliche Vereinfachung des Zeitdienstes zum Ziele hat; daneben können andere Vorteile angestrebt werden. Entsprechend dieser Erkenntnis zeigt der Verfasser den Weg, welcher auch in Frankreich gegangen werden muß, um zu einem einheitlichen Uhrenverteilungssystem zu gelangen, der aber bisher in Frankreich nur in geringem Ausmaße beschritten ist. Um zu zeigen, welches Ziel die deutsche Uhrentechnik auf diesem Wege erreicht hat, ist es deshalb angebracht, einen Vergleich zwischen den französischen und den deutschen Systemen neuzeitlicher elektrischer Uhrenanlagen zu ziehen.

Die Entwicklung, welche die elektrische Uhrenindustrie in Frankreich und in Deutschland in den ersten Anfängen genommen hat, war zunächst ungefähr die gleiche. In den letzten beiden Jahrzehnten trat jedoch eine Änderung ein. Während in Frankreich die Einzeluhren mit elektrischem Pendelantrieb und Regelung in Verbindung mit kleinen Uhrenanlagen bevorzugt wurden, ist das Gebiet der elektrischen Uhren in Deutschland so entwickelt und aufgebaut worden, daß von einer Zentralstelle aus umfangreiche Uhrenanlagen gesteuert und geregelt werden können. Dabei wurde der größte Wert auf die ständige Betriebsicherheit solcher Anlagen gelegt unter Zuhilfenahme von selbsttätigen Umschaltungen und Kontrolleinrichtungen, die bei Störungen wirksam werden. Die Firma Siemens & Halske war es, welche als erste umfangreiche Anlagen dieser Art baute. Daß dieser Weg der richtige gewesen ist, ergibt sich daraus, daß fast sämtliche anderen Firmen in Deutschland dazu übergingen, die von genannter Firma gegebene Richtung ebenfalls einzuschlagen.

Die Idee, durch Anwendung der Elektrizität den Zeitdienst sicherer und wirtschaftlicher zu gestalten, ist fast 100 Jahre alt, jedoch machte die praktische Auswertung anfänglich große Schwierigkeiten. Erst der neueren Zeit blieb es vorbehalten, elektrische Uhrenanlagen praktisch so auszuführen, daß dieselben als ein wichtiger Bestandteil jedes neuzeitlichen Unternehmens angesehen werden.

Die ersten Konstruktionen elektrischer Uhren sind alle nach dem Fernschaltsystem entwickelt worden. Ein einfacher Elektromagnet, dessen Anker eine Schaltklinke trug, bewegte ein Schriftschaltwerk vorwärts. Die Nachteile dieser Uhren sind bekannt. Durch die dauernde einseitige Magnetisierung nimmt schließlich auch das weicheste Eisen einen gewissen Grad von Magnetismus auf, welcher zu Störungen der elektrischen Uhren führt. Um diesen Fehler zu beseitigen, wurden starke Gegenfedern verwendet. Sie haben den Nachteil, daß eine zu große Strommenge notwendig ist, um das Schaltwerk sicher in Betrieb zu halten. Eine weitere Folge davon ist die große Abnutzung wichtiger Teile. Ferner wurden durch unsichere Kontakte ungewollt oft mehrere Impulse in das Leitungsnetz gesandt, wodurch die Uhren falsch gingen, weil ein neutraler Elektromagnet auf jeden Stromimpuls reagiert. Des weiteren hatten alle diese Uhrenanlagen den Nachteil, daß die Leitungen zwischen Zentrale und Nebenuhren im Ruhezustand nicht kurzgeschlossen waren. Dadurch konnten die Uhren z. B. infolge atmosphärischer Elektrizität usw. ungewollt verstellt werden. Vorstehende Nachteile waren die Ursache, daß die ersten elektrischen Uhren sich in der Praxis nie bewähren konnten. Erst nachdem man dazu überging, elektrische Nebenuhren nach dem polarisierten System zu bauen, wurde dies anders.

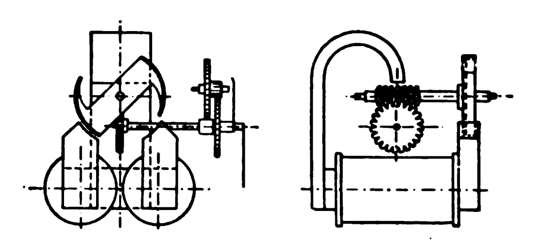


Abb. 1. Nebenuhrwerk mit Z-Anker (Siemens & Halske).

Es gibt mehrere Arten elektrischer Nebenuhren, welche mit einem permanenten Magneten ausgerüstet sind. Eine der ersten wirklich zuverlässigen war die nach dem Patent „Grau", deren Fabrikation die Firma Wagner übernahm. Für Bureau- und Wohnräume wird in den meisten Fällen ein geräuschloses Werk gewünscht. Von den Werken, welche diesem Anspruch gerecht werden, steht an erster Stelle das Uhrwerk der Firma Siemens & Halske (Abb. 1). Statt der direkten Radübersetzung zum Zeigerwerk, wie sie von den meisten Firmen ausgeführt wird, ist hier eine Schneckenübersetzung gewählt. Der größte Vorteil der Schnecken- gegenüber der Radübersetzung ist die Selbsthemmung des Systems. Der Zeiger kann durch seine Fliehkraft und die mit der Zeit sich einstellenden veränderlichen Reibungsverhältnisse nicht vorgeschleudert werden. Ferner können solche Uhren aus Versehen nicht verstellt werden, wie dies bei dem System mit Radübersetzung ohne weiteres möglich ist. Um das Vorschleudern aus ebengenannten Gründen zu vermeiden, verwendet die Firma Favarger ein Nebenuhrwerk mit

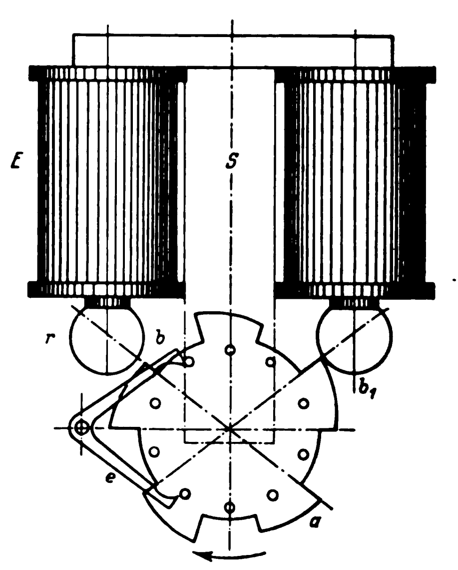


Abb. 2. Nebenuhrwerk mit Sperreinrichtung (Favarger).

Sperreinrichtung (Abb. 2). Die Wirkung derselben beruht darauf, daß das Beharrungsvermögen des Sperrhebels *e* größer ist als die Beschleunigung, welche dem



Rad *a* erteilt wird, so daß die Stifte des Rades *a* gegen den Sperrhebel anschlagen, ehe derselbe in seine Ruhestellung gelangt. Der Nachteil dieser Einrichtung ist der, daß das Werk nicht mehr geräuschlos arbeitet und daß ein weiteres mechanisches Glied verwendet wird, welches zu Störungen Anlaß geben kann.

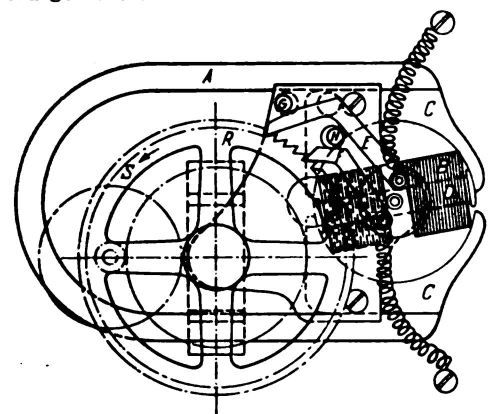


Abb. 3. Nebenuhrwerk mit Klinkenfortschaltung (Favarger).

Eine weitere Serie von Nebenuhren sind die Werke mit Klinkenfortschaltung. Abb. 3 zeigt ein Werk der Firma Favarger und Abb. 4 ein Werk der Firma Siemens & Halske. Es sind in beiden Fällen gleichartige Transportklinken vorgesehen, durch welche bei der Bewegung des Ankers die Zeiger fortgeschaltet werden. Favarger hat diese Konstruktion erst in neuerer Zeit aufgenommen, während Siemens & Halske ihre Werke schon jahrzehntelang bauen. Der Unterschied zwischen den beiden Systemen ist aus den Zeichnungen ersichtlich. Beide Werke arbeiten nicht mehr geräuschlos. Das Drehmoment der Werke von Siemens & Halske ist aber bedeutend größer als dasjenige der anderen Werke, wie sich das schon aus der Größe der Spulen von selbst ergibt.

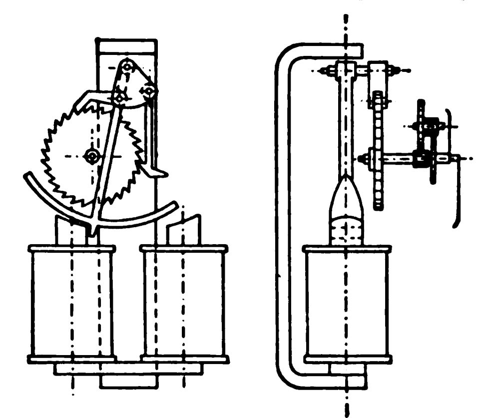


Abb. 4. Nebenuhrwerk mit Schwinganker (Siemens & Halske).

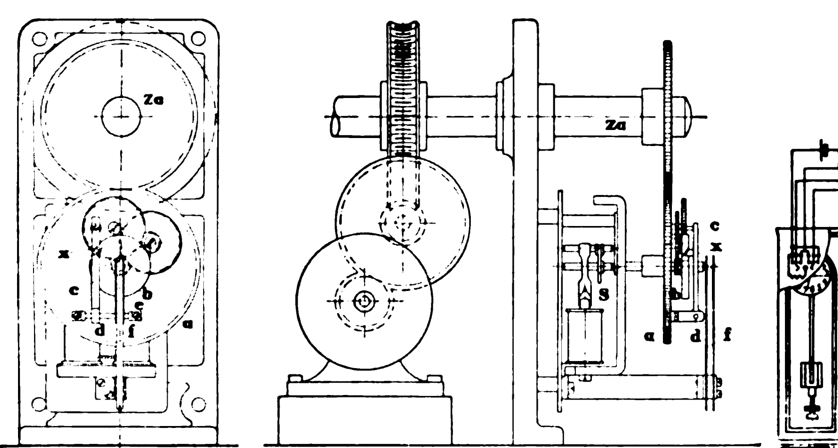


Abb. 5. Turmuhr mit selbsttätigem Nachlauf (Siemens & Halske).

Eine weitere Abart der polarisierten Nebenuhren ist die Uhr der AEG. Hier bewegen sich eisenlose, flache Spulen zwischen den Polenden eines permanenten Magneten, wodurch die Zeiger durch Zwischenglieder bei der Hin- und Herbewegung des Spulenträgers weiter geschaltet werden. Das Drehmoment dieser Werke ist gegenüber den bisher genannten gering.

Die weitere Entwicklung der elektrischen Nebenuhren führte dazu, auch elektrische Turmuhren zu bauen. Zuerst wurden die bereits bestehenden mechanischen Uhren mit einem Motor ausgerüstet, durch welchen von Zeit zu Zeit die Gewichte der mechanischen Turmuhr aufgezogen wurden. Die Firma Siemens & Halske war es, welche hier wieder einen neuen Weg zeigte, um elektrische Turmuhren anzutreiben. Abb. 5 gibt ein Turmuhrwerk wieder, welches direkt durch einen Motor angetrieben wird.

Abb. 6 zeigt ein Turmuhrschlagwerk der ebengenannten Firma. Abb. 7 stellt ein Turmuhrwerk neuerer Zeit dar, welches von der Receptrice-Société Magnéta in Frankreich gebaut wird. Dieses Werk ist nach gleichen Prinzipien wie die Turmuhr von Siemens & Halske entwickelt worden. Der Unterschied zwischen den beiden Systemen liegt im Differentialgetriebe. Siemens & Halske benutzen ein Stirnräder-Differentialgetriebe mit einem umlaufenden Kontakthebel, während die französische Firma Kegelräder im Differentialwerk verwendet. Der Nachteil des zweiten Systems ist der, daß zum Bewegen des verwendeten großen Differentiales, welches gleichzeitig zum Antrieb der Zeiger dient, größere Antriebswerke auf der Schwachstromseite notwendig sind, während bei dem System von Siemens & Halske nur kleine Kontaktscheiben durch ein normales Nebenuhrwerk bewegt werden. Zum Einschalten des Motors verwendet die französische Firma Quecksilberschalter, wovon einer in Abb. 8 besonders gezeigt wird. Die Funktion der beiden Turmuhrwerke ist folgende:

Von einer Zentrale aus wird ein Schaltwerk *6* (Abb. 7) angetrieben. Dasselbe bewegt beim französischen Werk ein Rad *5* und damit die beiden seitlichen Räder, welche wiederum in das Rad *4* eingreifen. Da das Rad *4* mit der Schneckenradachse *2* und dem Schneckenrad fest verbunden ist, letzteres aber im Eingriff mit der Schnecke steht, so kann das Rad *4* sich durch den Antrieb des Schaltwerkes *6* nicht mitbewegen. Dagegen wird das Differentialrad *7*, in welchem die seitlichen Kegelräder gelagert sind, beim Antrieb mitbewegt und damit der Schalter *12* des Motors eingeschaltet und letzterer in Bewegung gesetzt. Mittels der Schnecke bewegt der Motor das Rad *4*

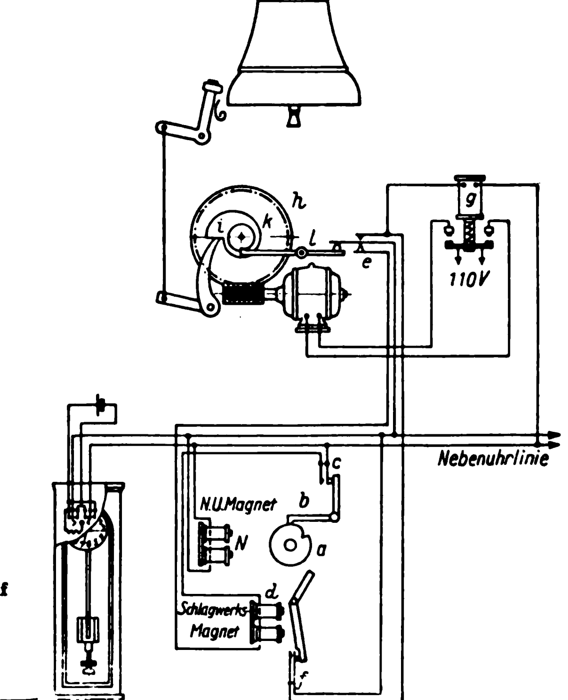


Abb. 6. Schaltung des Turmuhr-Schlagwerkes (Siemens & Halske).

und damit das Differentialrad *7* soweit, bis der Schalter *12* durch den Stift *10* wieder geöffnet wird. Die Drehrichtung des Rades *4* ist dabei derjenigen des Rades *5* entgegengesetzt. Ist der Starkstrom aus irgendeinem Grunde unterbrochen, so bleibt der Schalter *12* geschlossen, und das Differentialrad *5* bewegt sich von einem Steuerimpuls zum anderen weiter fort. Dabei wird durch den Trieb *8* das Rad *9* und durch den Stift *11* der zweite Schalter *13* geschlossen. Nimmt der Anker des Motors wieder seine Drehbewegung auf, so wird das Differentialrad mit dem Hilfsrad *9* zurückgeführt, und zwar so lange, bis der Stift *11* den Kontakt *13* und der Stift *10* den Kontakt *12* unterbricht.

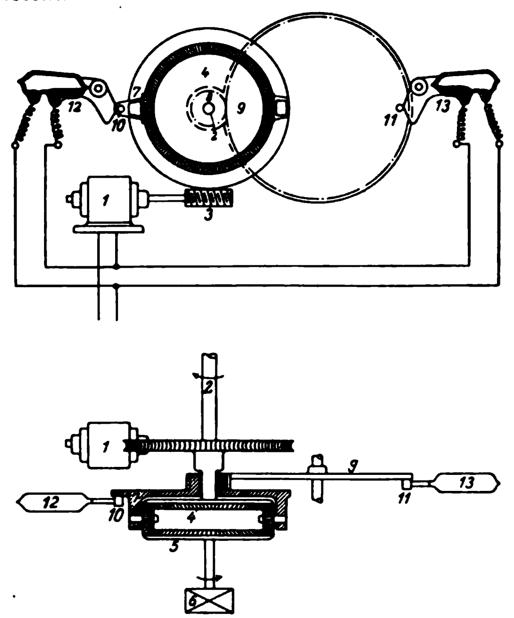


Abb. 7. Turmuhrwerk (Receptrice-Société Magnéta).

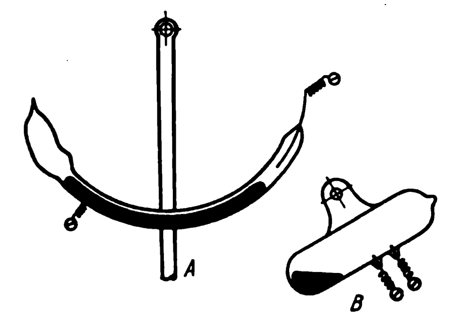


Abb. 8. Quecksilberschalter (Receptrice-Société Magnéta).

Bei der von Siemens & Halske hergestellten Turmuhr, deren Bauart seit Jahren der Firma patentiert ist, wird die Turmuhr vom Schaltwerk (s. Abb. 5) gesteuert. Auf der verlängerten Achse des als Schaltwerk dienenden Nebenuhrwerkes ist ein Zahnrad *a* leicht drehbar angebracht und ihm eine Scheibe *b* vorgelagert, die mit der Achse fest verbunden ist. Die Scheibe hat eine Ausnehmung mit schräger Fläche *x*. In die Ausnehmung ragt ein mit einer Nase ausgerüsteter Hebel *c*, der auf der Fläche des Zahnrades *a* um eine Achse *d* drehbar gelagert ist. Auf dieser Achse ist ferner ein einfacher flacher Hebel *e* befestigt, der parallel zu dem mit Nase ausgerüsteten Hebel *c* bis etwas über die Mitte der Achse reicht. Auf einem Winkel, der mit dem Nebenuhrgestell verschraubt ist, ist ein Kontaktfedersatz *f* so angebracht, daß er in den Bereich des Hebels *e* gelangt. Erhält das Nebenuhrwerk einen Stromstoß von der Hauptuhr, so legt der Anker um und bewegt die Achse des Nebenuhrwerkes und die Scheibe mit der Ausnehmung. Die Fortbewegung der Scheibe hat zur Folge, daß die schräge Fläche der Ausnehmung *x* die Nase des Hebels *c* und damit den Hebel selbst anhebt. Dieser Vorgang verursacht den Schluß der Kontakte, da auch der vorerwähnte zweite Hebel *e*, der mit im Bereich der Kontaktfedern liegt, auf derselben Achse wie der Hebel *c* sitzt. Durch den Kontaktschluß wird der Motor eingeschaltet, damit die Hauptzeigerachse des Werkes fortbewegt und gleichzeitig ein auf ihr befestigtes Zahnrad, das mit dem vorerwähnten, lose auf der Achse des Nebenwerkes *S* sitzenden Rad *a* in Eingriff steht. Ferner wird der auf der Fläche dieses Zahnrades befestigte Hebel fortbewegt, und zwar so, daß er mit seiner Nase wieder in die Ausnehmung gelangt. Hierdurch wird sofort wieder der Kontakt geöffnet und der Motor ausgeschaltet. Der ganze Vorgang spielt sich so ab, daß der Minutenzeiger in dieser Zeit nur $^1/_{60}$ Umdrehung ausführen kann.

Bleibt infolge irgendwelcher Störung der Starkstrom aus, so unterbleibt die Fortbewegung der Hauptachse *Za* des Turmuhrwerkes; dagegen arbeitet das Nebenuhrwerk in bekannter Weise minutlich weiter. Da der Hebel *c* mit der Nase nicht mehr abfallen kann, weil das Zahnrad nicht in Drehung versetzt wird, bewegt sich die Scheibe unter der Nase weiter fort, d. h. die Nase ruht auf der Fläche der Scheibe und hält damit den Kontakt dauernd geschlossen. Setzt die Stromzuführung wieder ein, so erhält der Motor über den Kontakt *f* Strom und bewirkt die kontinuierliche Fortbewegung der Zeigerachse so lange, bis die Nase wieder in die Anfangstellung, d. h. in die Ausnehmung der Scheibe fällt. Nunmehr zeigt die Uhr wieder richtige Zeit, und es beginnt das normale Spiel von Kontaktschluß und -unterbrechung. Es wird also sinngemäß das gleiche mit einfachsten Mitteln erreicht, wie mit Hilfe zweier Kontakte bei dem vorbeschriebenen französischen System.

Auf diese Weise stellt sich die Turmuhr nach Störungen im Starkstromnetz ganz von selbst wieder richtig ein. Dauert die Störung über eine Stunde, so hat dies nichts zu bedeuten, da eine Zahnradübersetzung auch bis zu 12 Stunden betragende Störungen ebenso sicher korrigiert wie Störungen, die innerhalb einer Stunde behoben sind.

Derart ausgerüstete Turmuhren bieten in vieler Beziehung Vorteile gegenüber den bisher üblichen Turmuhren mit Gewichtswerken. Der Stromverbrauch des Motors ist kaum nennenswert. Die Abmessungen des Turmuhrwerkes sind so außerordentlich gering, daß man es auch da verwenden kann, wo man früher infolge Raummangels kein Turmuhrwerk aufstellen konnte. Schließlich kommt noch in Betracht, daß der Gewichtsablauf wegfällt. Eine Wartung ist so gut wie gar nicht nötig. Es ist so dem Architekten viel leichter als bisher möglich, Turmuhren anzuwenden.

Steuerungseinrichtungen zum Antrieb der Nebenuhren.

Zum Antrieb der Nebenuhren wurden schon immer sogenannte Haupt- oder Mutteruhren verwendet. Auch hier versuchte man, die Uhren elektrisch aufzuziehen. Diese Uhren mußten natürlich wiederum geregelt werden, und das erste System, welches hier Verwendung fand, war die elektrische Pendel-Synchronisierung (Abb. 9). Nach diesem Prinzip werden die Uhren ständig und gleichzeitig geregelt. Zur Vergrößerung des Kraftlinienfeldes wurden die Form des permanenten Magneten mehrfach geändert und andere Spulenanordnungen vorgesehen. So haben sich verschiedene Bauarten entwickelt, die unter den Namen Favarger, Cornu und anderen bekannt geworden sind. Aus dem System der Pendel-Synchronisierung entwickelte sich das des elektrischen Pendelantriebes. Das in Frankreich am meisten verwendete System dieser Art benutzt eine Kontaktgabe für den Pendelantrieb bei jeder Doppelschwingung, und demzufolge ist die Strommenge, welche für eine Einzeluhr beansprucht wird, sehr gering. Dabei wurde die Amplitude des Pendels so gewählt, daß der sogenannte Kreisfehler und der Fehler, welcher sich beim Pendel durch die Beschleunigung des Antriebs durch den Elektromagneten bemerkbar machte, einigermaßen ausgeglichen wird, die Zeit, in welcher eine Schwingung zurückgelegt wird, also praktisch immer die gleiche bleibt. Andere Firmen brachten zur Erreichung des gleichen Zweckes eine Dämpfung in das Antriebsystem dadurch hinein, daß sie die Spule, welche zum Antrieb des Pendels diente und an einem Ende des Gehäuses befestigt wurde (Abb. 9), mit einem Kupferrohr ausrüsteten. Dieses System wirkt derart, daß bei zu großem Ausschlagwinkel des Pendels demselben eine Dämpfung erteilt wird. Die Kontaktgabe erfolgt, wie schon angedeutet, bei jeder vollen Pendelschwingung einmal. Die Kontaktvorrichtungen hierfür sind verschiedener Art. Eine Ausführungsform ist in Abb. 10 wiedergegeben. Während einer Pendel-Halbschwingung wird durch den Stößer *A* die Schaltscheibe *B* um einen Zahn weiterbewegt. Gegen die Zähne des Rades liegt eine Kontaktfeder *C*. Dieselbe besitzt ein Kontaktstück, auf welchem die Anlauf- und Abgleitflächen isoliert sind. Nur die Mitte des Kontaktstückes ist leitend, so daß der Kontaktschluß nur dann erfolgt, wenn die Zahnspitze die Feder schon zurückge-

drückt hat und sich an der leitenden Stelle vorbei bewegt. Der Antrieb für das Pendel ist daher sehr kurz, eine Störung oder Hemmung der Pendelschwingung findet also kaum statt. Einen weiteren Kontakt zeigt Abb. 11. Die

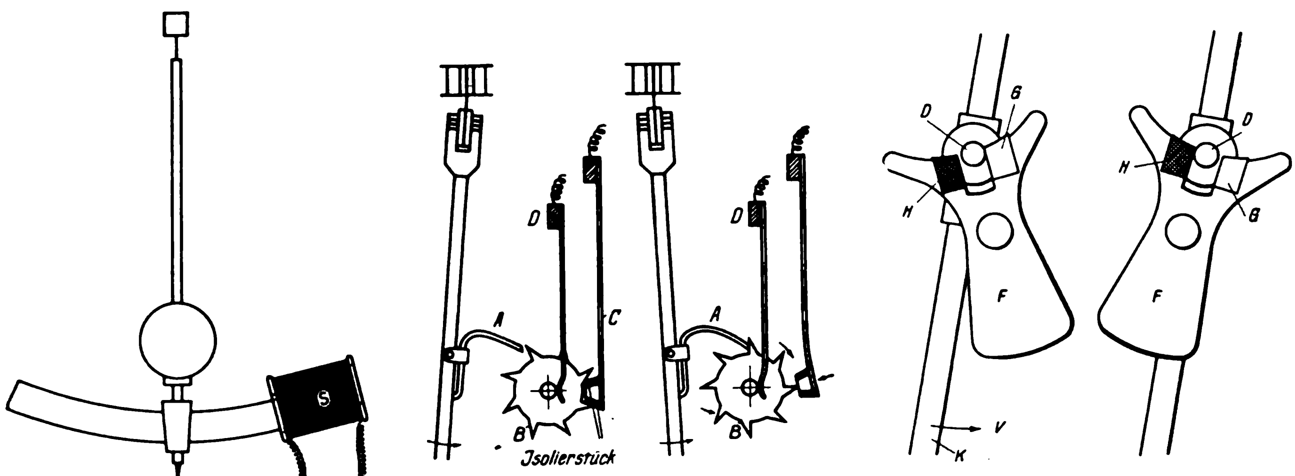


Abb. 9. Pendel-Synchronisierung (Cornu).

Abb. 10. Kontaktvorrichtung für Uhrenregelung.

Abb. 11. Kontaktvorrichtung für Uhrenregelung.

Wirkung dieser Kontaktanordnung ist später bei der Beschreibung der Uhr nach dem System Bulle-Clock näher erläutert.

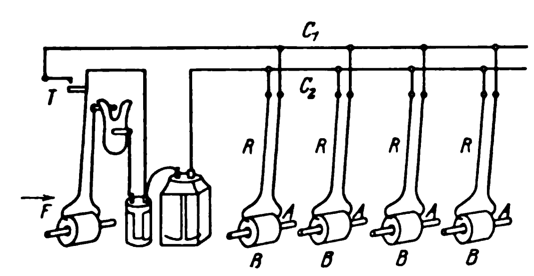


Abb. 12. Anordnung nach Moulin-Favre-Bulle.

Wenn es sich darum handelt, eine Anzahl von Uhren auf beschränktem Raume so anzutreiben, daß sämtliche Uhren gleiche Zeit anzeigen, so genügt es, wenn eine Uhr den Kontakt erhält, der dann auf die Antriebsysteme mehrerer Uhren gleichzeitig wirkt. Voraussetzung für ein störungsfreies Arbeiten ist es, daß die Pendel vorher auf möglichst genaue Schwingungsdauer eingestellt sind und keine Unterbrechung in den Verbindungsleitungen möglich ist. Abb. 12 zeigt eine solche Anordnung nach dem dem System Moulin-Favre-Bulle.

Zum Antrieb ebengenannter elektrischer Pendeluhren werden in Frankreich meistens Primärelemente verwendet, welche 1÷2 Jahre den Betrieb aufrecht erhalten sollen. Es ist bekannt, daß namentlich bei Trockenelementen die Spannung allmählich sinkt. Die Folge davon ist ein Falschgehen der Uhr. Besser bewährt haben sich für diesen Zweck die nassen Elemente. Im allgemeinen stellen sich überall da, wo Elemente zum Pendelantrieb benutzt werden, Gangdifferenzen ein, weil die Spannung nie konstant und daher die Amplitude des Pendels nie gleich ist. Die Konstruktion „Hipp" stellt einen Pendelantrieb dar, bei welchem die Weite der Pendelschwingungen innerhalb enger Grenzen gleich bleibt, auch bei Nachlassen der Batteriespannung. Abb. 13 zeigt das Hippsche Prinzip. Hier erhält das Pendel stets dann einen Antrieb, wenn die Amplitude einen bestimmten geringsten Grad erreicht hat. Die Bewegungen des Pendels werden daher immer in engen Grenzen gehalten, und Fehler, die sich durch die verschiedene Schwingungsweite des Pendels ergeben, werden vermindert. Zum Antrieb des Pendels wird eine Wippe *e* verwendet. Dieselbe wird durch das Rastenstück *f* angehoben, sobald die Amplitude des Pendels einen bestimmten Wert unterschreitet. Die Wippe *e* ist beweglich an der Feder gelagert, durch welche der Kontakt *d* geschlossen wird. Die Kontaktbildung erfolgt zwangsläufig derart, daß dem Elektromagneten *b* ein Stromimpuls im richtigen Augenblick so zugeführt wird, daß das Pendel einen neuen Anstoß erhält. Dasselbe schwingt nun bis zur neuen Kontaktgabe nahezu frei. Die Amplitude des Pendels wird

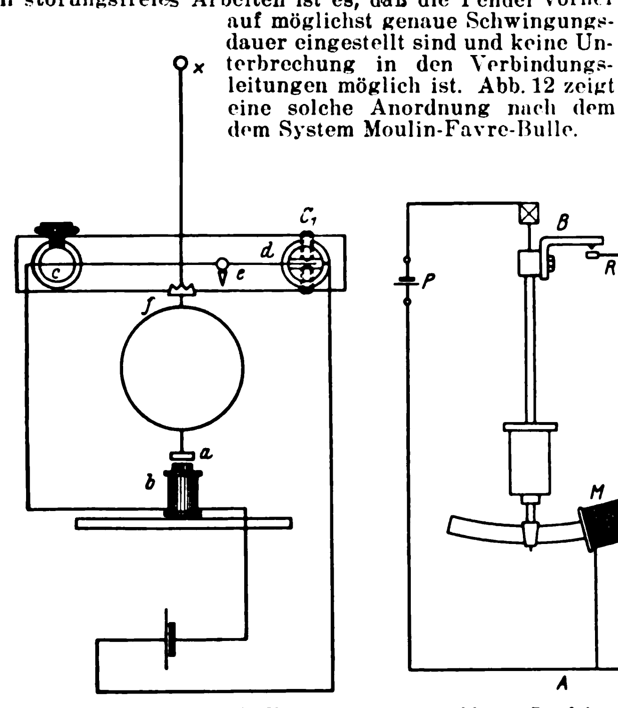


Abb. 13. Pendelantrieb (Hipp).

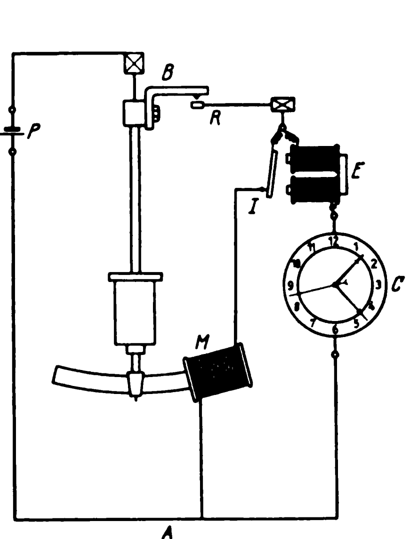


Abb. 14. Pendelantrieb (Gosselin).

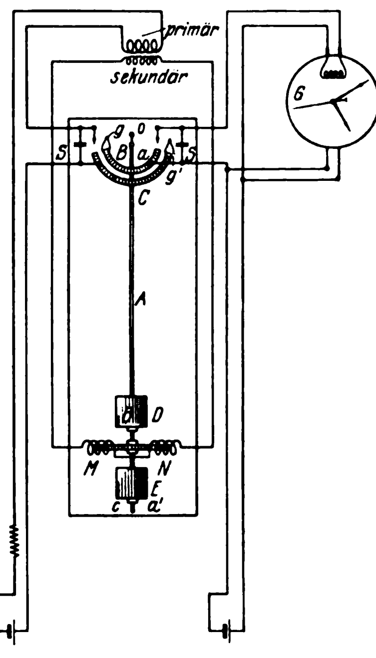


Abb. 15. Pendelantrieb (M. A. Guilliet).

zwar immer geringer, aber das freie Spiel zwischen der größten und kleinsten Amplitude wiederholt sich ständig, so daß die Mittelzeitwerte der einzelnen Schwingungen immer gleich und die Abweichungen sehr gering sind. Stellt sich bei einer solchen Uhr ein Spannungsabfall ein, so erfolgt die Kontaktgabe nach einer geringeren Anzahl von freien Schwingungen als bisher. Die Amplituden des Pendels unterschreiten jedoch niemals den Mindestwert.

Das System von Hipp wurde von Siemens & Halske übernommen und weiter ausgebaut, und zwar nach der Richtung, daß nach diesem System angetriebene elektrische Uhren von einer anderen maßgebenden Uhr geregelt werden können. Ferner werden durch diese Uhren weitere Nebenuhren angetrieben. Die Ferneinstellung dieser Uhren erfolgt nicht durch Pendelbeeinflussung, sondern durch Einstellung der Zeiger, wobei es ganz gleich ist, ob diese Uhren vorgehen oder zurückbleiben; sie werden in jedem Falle richtig eingestellt. Im allgemeinen erfolgt die Einstellung sofort nach Feststellung einer Differenz oder in bestimmten Zeitintervallen (z. B. morgens 8^h durch das allgemeine M.E.Z.-Zeichen). Beide Ausführungen beruhen darauf, daß ein Elektromagnet mittels eines Hebels gegen eine Kurvenscheibe drückt, wodurch ein Vor- bzw. Zurückstellen der Uhr bis zum Plus- oder Minusbetrag von 15 s erreicht wird. Durch Zwischenschaltung derartiger Uhren lassen sich praktisch unbegrenzt viel elektrische Nebenuhren an eine gemeinsame Zentrale anschließen. Weiter ist man in der Lage, durch ein solches System Unterzentralen zu steuern, so daß ein großes Netz von Uhrenanlagen in jedem beliebigen Umfang gebaut werden kann.

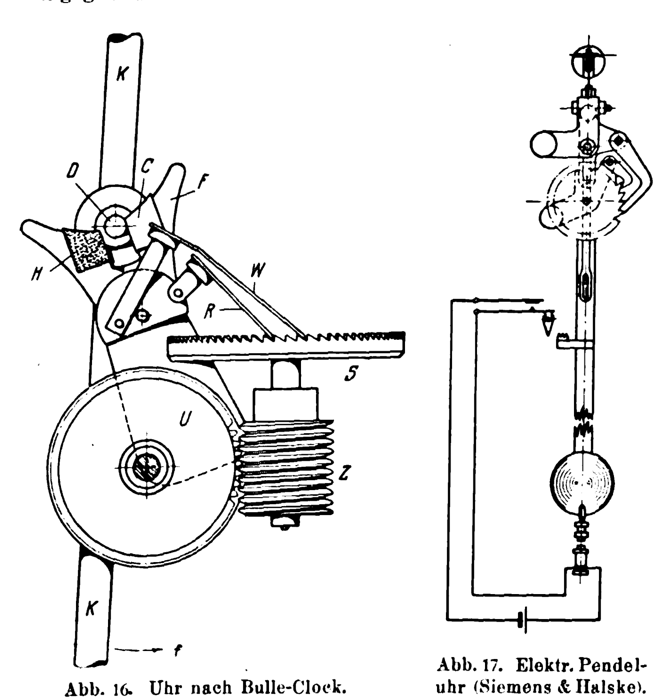


Abb. 16. Uhr nach Bulle-Clock.

Abb. 17. Elektr. Pendeluhr (Siemens & Halske).

Die Übertragung der Pendelbewegungen auf das Zeigerwerk ist ganz verschieden. Abb. 14 zeigt einen Antrieb nach dem System Gosselin (Frankreich). Mit dem oberen Teil des Pendels ist ein Arm *B* verbunden, durch welchen beim Durchgang des Pendels durch die Senkrechte ein Kontakt *BR* geschlossen wird. Dadurch werden die zwei Elektromagneten *M* und *E* erregt. Hierdurch erhält erstens durch den Magneten *M* das Pendel seinen Antrieb, und zweitens wird durch den Elektromagneten *E* das zu steuernde Zeigerwerk schrittweise weitergeschaltet. In dem Stromkreis des Antriebsmagneten liegt ein Kontakt *I*, welcher von dem Anker des Elektromagneten *E* sofort bei der Betätigung desselben unterbrochen wird. Die Folge davon ist, daß der Impuls für den Antriebs-Elektromagneten *M* nur sehr kurz ist, da beide Systeme zu gleicher Zeit Strom erhalten. Die äußere Beeinflussung des Pendels ist daher nur sehr gering.

Abb. 15 stellt ein freies Pendel mit Antrieb nach dem System von M. A. Guilliet dar, bei welchem ein Quecksilberkontakt Verwendung findet. Der Antrieb des Pendels erfolgt in der Mitte der Pendelmasse zwischen den beiden Pendelkörpern *E* und *D*. Weiter erfolgt die Stromzuführung zu den Spulen nicht direkt, sondern über Transformatoren. Das Zeigerwerk wird, wie es bei den meisten französischen Systemen üblich ist, durch ein Schrittschaltwerk, welches zu gleicher Zeit mit der Kontaktgabe für den Pendelantrieb erregt wird, weiter geschaltet. Die Stromschließung erfolgt durch Quecksilberkontakte ähnlich denjenigen nach Abb. 8.

Ein weiteres viel verbreitetes System französischen Ursprungs ist eine Uhr nach Bulle-Clock (Abb. 16). Der Antrieb zum Zeigerwerk erfolgt hier mittels zweier Stößer *R* und *W*, genau so, wie es bei den elektrischen Pendeluhren nach dem Siemens-System (Abb. 17) schon seit etwa zwei Jahrzehnten eingeführt ist. Durch das Pendel wird die Wippe *F* in hin- und hergehende Bewegung versetzt, wobei die beiden Stößer *R* und *W* die Sperrzähne eines Kronrades *S* weiterschalten. Der Kontakt kommt durch Berührung des Kontaktstiftes *D* mit der Wippe zustande, jedoch nur in der einen Bewegungsrichtung, weil die eine Hälfte des Einschnittes durch das Isolierstück *H* nichtleitend gemacht ist. Das Pendel erhält etwa in der Mittellage auf diese Weise seinen Antrieb. Den Schalter des Systems zeigt Abb. 11 noch besonders. Ähnlich diesem Prinzip erfolgt der Antrieb des Zeigerwerkes bei den elektrischen Pendeluhren nach dem System von Siemens & Halske (Abb. 17). Zwei Klinken schalten genau nach der eben geschilderten Art ein Sperrrad weiter, jedoch ist die Kontaktgabe für den Pendelantrieb hier vollständig unabhängig von dem Fortschalten des Zeigerwerkes. Ein Pendel, welches vollständig frei ohne jede äußere Beeinflussung schwingt, ist das nach dem System von General Ferrié und M. Jouaust (Abb. 18). Herr Gosselin schreibt in seinem Aufsatz über dieses System folgendes:

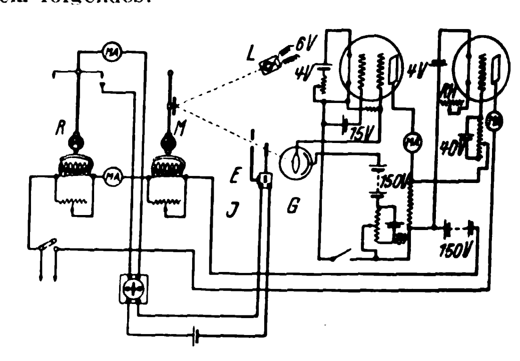


Abb. 18. Schematische Darstellung des Systems Ferrié-Jouaust.

„Die in der neusten Zeit von General Ferrié und M. Jouaust eingeführte Vorrichtung stellt das Vollkommenste dar, welches bisher auf diesem Gebiete erdacht worden ist."

Die nachfolgende Beschreibung läßt jedoch erkennen, daß es sich um einen sehr komplizierten Aufbau handelt:

Das Pendel ist außer der Berührung mit der Luft keiner anderen Einwirkung der äußeren Umgebung ausgesetzt; diese Einwirkung kann man bekanntlich nach Wunsch dadurch reduzieren, daß man das Pendel mit einem dicht abgeschlossenen luftleeren Gehäuse umgibt, ein Verfahren, das besonders von der deutschen Firma „Riefler" für feinste astronomische Uhren stets angewendet wird.

Das Pendel nach dem System Ferrié-Jouaust ist mit einem Spiegel *M* versehen, auf welchen ein von der Lampe *L* ausgehendes Lichtbündel fällt. Dieses Bündel wird auf einen Lichtschirm *E* reflektiert, der eine feine, zur Ebene des Bildes senkrechte Spalte freiläßt, hinter welcher sich eine photoelektrische Zelle *G* befindet.

Wenn das Pendel schwingt, verschiebt sich der von der Lampe *L* ausgesandte Lichtstreifen auf dem Lichtschirm und durchdringt die Spalte bei jedem Durchgang des Pendels durch die Senkrechte. Da der Abstand zwischen *M* und *G* verhältnismäßig groß ist, ist die Dauer des Durchgangs des Lichtstreifens durch die Spalte sehr kurz. Es entsteht hierdurch ein fast augenblicklicher Stromstoß in der photoelektrischen Zelle, der nach erfolgter Verstärkung den Antrieb des Pendels bewirkt und so die Inganghaltung der Pendelschwingungen veranlaßt. Ein zweites Pendel *R* erhält gleichzeitig die Impulse, wird so synchronisiert und übernimmt mit besonderen Kontakten die Steuerung von Nebenuhren. Gleichzeitig wird von diesem Pendel eine Vorrichtung *J* betätigt, welche sich jedesmal verdeckend vor die Spalte schiebt, wenn der Lichtstrahl die Bewegung von unten nach oben macht, dagegen die Spalte freiläßt, wenn die Bewegung in entgegengesetztem Sinne erfolgt. Dies ist notwendig, damit der Pendelantrieb immer nur in gleichem Sinne stattfindet, der Antrieb des Pendels also nur nach der linken Seite wirksam ist.

Gegenwärtig werden nach den Angaben des französischen Berichterstatters Versuche vorgenommen, welche auf die genaueste und gegen Störungen unempfindliche Synchronisierung von zwei drahtlos verbundenen Baudot-Anlagen hinzielen, unter Verwendung von Uhren nach dem vorgenannten System. Da in einem Vielfach-Baudot die Kontaktdauer 1/100 s beträgt, begreift man, daß die sonst üblichen Uhren für die Sicherstellung des Synchronismus von zwei Anlagen ungenügend sein mußten. Mit Hilfe des neuen Pendels, welches soeben beschrieben wurde, wird es wahrscheinlich möglich sein, die notwendige Präzision zu erzielen.

(Bei den Einrichtungen für Bildtelegraphie, wie sie zur Zeit im Verkehr zwischen Berlin und Wien in Gebrauch genommen wurden, sind die Ansprüche an die Genauigkeit des Gleichlaufes noch größer; der Gleichlauf wird hierbei — ohne eine ständige Überwachung — in durchaus befriedigender Weise mittels einer auf konstanter Temperatur gehaltenen Stimmgabel bewirkt. Der durchschnittliche Fehler dieser Methode beträgt etwa 10^{-6}; er kann jedoch im Bedarfsfalle noch kleiner gehalten werden.)

M. Jouaust hat bei guten Uhren, deren tägliche Zeitschwankung eine Sekunde betrug, d. h. einen relativen Durchschnittsfehler von 10^{-5} ergab, festgestellt, daß die durch Räderwerk und Hemmungen hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten laufend Differenzen von 6/1000 s zwischen 2 Schwingungen von 0,5 s Dauer ergeben konnten. In diesem Falle würde die tatsächliche Präzision nur 1/1000 betragen, während der Durchschnittsgang im Verlauf eines Tages 1/1000000 ergeben würde.

Die Kontakteinrichtungen zum Weiterschalten der Nebenuhren sind in neuerer Zeit fast überall die gleichen. Beim Siemens-System sind, wie aus der Abbildung 19 hervorgeht, alle angeschlossenen Nebenuhren im Ruhezustand kurz geschlossen, so daß äußere Beeinflussungen ausgeschlossen sind. Erfolgt das Fortschalten der Nebenuhren, so wird eine der Kontaktfedern F_2 bzw. F_1 gegen die Kontaktfedern M_2 bzw. M_1 gedrückt, wodurch ein Stromfluß nach den Nebenuhren zustande kommt. Das wechselweise Umlegen der Kontakte geschieht durch den Exzenter E, welcher durch ein besonderes Laufwerk angetrieben wird. Die Auslösung des Kontaktwerkes zur Zeit der Kontaktgabe erfolgt minutlich oder ½-minutlich durch den vom Gehwerk der Uhr bewegten Stern T.

Wird z. B. die Feder F_1 gegen den Kontakt M_1 gedrückt, so kommt folgender Stromfluß zustande: Vom Pluspol der Stromquelle verläuft der Strom über die Kontaktfeder P_2, Kontaktfeder F_2 von rechts nach links durch die Spulen der Nebenuhren über die Kontaktfedern F_1 und M_1 nach dem Minuspol. Wird dagegen die Feder F_2 nach der Kontaktfeder M_2 umgelegt, so verläuft der Uhrenstrom vom Pluspol aus von der linken nach der rechten Seite, über die Spulen der Nebenuhrwerke. Diese Einrichtung ist in verschiedenen Ausführungen bei fast allen Firmen in Gebrauch. Die Firma Siemens & Halske hat es als erste unternommen, die Kontaktgabe für die Nebenuhren so zu gestalten, daß zu gleicher Zeit mehrere hundert Nebenuhren gesteuert werden können. Zu diesem Zweck verwendete sie Zwischenrelais mit stufenweiser Ein- und Abschaltung des Stromes.

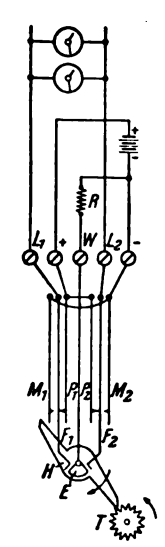


Abb. 19. Hauptuhrkontakt (Siemens & Halske).

Zwecks selbsttätiger Regelung und Übertragung der Zeit werden jetzt vielfach Versuche unternommen, sowohl in Frankreich wie in Deutschland, dies unter Zuhilfenahme der drahtlosen Telegraphie zu bewerkstelligen. Die praktische Durchführung solcher Einrichtungen ist ohne weiteres möglich, jedoch scheitert die allgemeine Einführung solcher Anlagen erstens an den zu hohen Preisen und zweitens an der schwer zu beseitigenden Unsicherheit der völlig selbsttätigen drahtlosen Zeichenübermittlung, zumal sie an bestimmte Zeiten gebunden ist. Im günstigsten Falle wird man erreichen, daß im Gebiete eines Landes von einer Zentralstelle aus die Hauptuhren in verschiedenen Städten drahtlos geregelt werden, die dann ihrerseits die an diese Hauptuhren angeschlossenen Nebenuhren mittels Drahtleitungen steuern.

Ein weiterer Weg, elektrische Uhrenanlagen zu betreiben, ist ebenfalls in dem Aufsatz von M. Gosselin angegeben. Es sind dies Einrichtungen, um Uhren unter Benutzung vorhandener Fernsprechleitungen zu regeln oder zu steuern. Diese Arbeiten befinden sich jedoch noch in der Entwicklung.

---

500 kV-Anlage für Lehrzwecke.

Von Prof. Dipl.-Ing. **Karl Poschenrieder**, München.

Übersicht. Es wird die Hochspannungsprüfanlage der Höheren Technischen Lehranstalt München beschrieben, in welcher die erste deutsche Ausführung eines Lufttransformators für 500 kV zur Aufstellung kam.

Als im Herbst 1924 anläßlich der Gründung des neuen städtischen Technikums in München der Verfasser mit der Projektierung der Einrichtungen für den elektrotechnischen Unterricht beauftragt wurde, war die Entwicklung der Hochspannungstechnik bereits so weit gediehen, daß eine entsprechende Berücksichtigung dieses Gebietes bei der Ausstattung der höheren technischen Lehranstalt mit Unterrichtsmitteln unbedingt notwendig erschien. War es somit von vornherein klar, daß neben einem meßtechnischen Laboratorium, einem Elektromaschinen- und Schwachstromlaboratorium sowie entsprechenden Lehrsälen auch ein Hochspannungsprüfraum für Demonstrations- und Übungszwecke geschaffen werden mußte, so war doch die Frage zu klären, wie weit bei den vorhandenen Mitteln mit der Spannung gegangen werden konnte, wenn neben dem Hochspannungstransformator auch die nötigen Schalt- und Meßeinrichtungen schon im ersten Ausbau zur Verfügung stehen sollten. Nachdem Betriebsspannungen von 110 kV längst keine Seltenheit mehr sind und 220- bzw. 380 kV-Leitungen in Deutschland gebaut werden, hätte die Wahl einer Prüfspannung unter 400 bis 500 kV nicht befriedigen können. Anderseits wäre jedoch die Beschaffung eines Öltransformators für die genannte Spannung trotz der großzügigen Einstellung der Münchener Stadtverwaltung wegen des hohen Preises unmöglich gewesen. Auch eine Anlage, in welcher, wie bisher vielfach ausgeführt, mehrere kleinere Öltransformatoren in entsprechender Schaltung vereinigt sind, kam aus dem gleichen Grunde nicht in Frage. So wurde das Angebot der Hochspannungsgesellschaft in Köln, einen 500 kV-Lufttransformator nach Prof. Dr. Fischer zu liefern, angenommen; neben dem niedrigeren Preise ergab sich dabei als unbedingte Annehmlichkeit das Nichtvorhandensein von Öl mit seinen Nachteilen und ferner die Möglichkeit, späterhin etwa nötige Reparaturen an der Wicklung in der eigenen Werkstätte ausführen zu können.

Der Aufbau der Lufttransformatoren mit Fischer-Schaltung ist bereits in der ETZ 1925, S. 186 beschrieben worden und im übrigen auch aus Abb. 1 gut zu erkennen. Gewählt wurde ein 50 kVA-Transformator für 220/500 000 V, 50 Hz, mit einpoliger Erdung der Hochvoltwicklung. Das Gesamtgewicht des Transformators beträgt etwa 4000 kg, die Höhe 4,2 m, der Durchmesser eines der äußersten (kurzen) Hartpapierzylinder 1,7 m. Der Eisenkern und die einzelnen Zylinder wurden getrennt geliefert, die Montage erfolgte an Ort und Stelle.

Zur Unterbringung der ganzen Prüfanlage stand ein Raum im Kellergeschoß des Neubaues zur Verfügung mit den Abmessungen 12 × 7½ × 6 m. In diesem Raume mußte alles untergebracht werden, mit Ausnahme des Umformersatzes (Einphasengenerator 50 kVA, 220 V, durch Schwungradkupplung mit Antriebsmotor, 25 kW, verbunden), welcher schallisoliert in einem Nebenraum Platz finden konnte. In einer Höhe von 2½ m über dem Boden des (nur künstlich beleuchteten) Prüfraumes wurde eine Empore errichtet, auf welcher neben dem Hauptschaltpult die Beobachter (maximal etwa 30) Platz-

finden. Ein kleiner Teil der Empore ist in der Abbildung links oben noch zu sehen. Die Empore hat einen eigenen Zugang, und der Prüfraum selbst kann von dort aus nicht erreicht werden. Um in denselben zu gelangen, muß eine besondere Tür passiert werden, welche derart elektrisch verriegelt ist, daß der Prüfraum nicht betreten werden kann, wenn der Transformator unter Spannung steht. Diese Einrichtung kann nur in Ausnahmefällen durch zwei Beobachter auf Verabredung umgangen werden.



Abb. 1. Hochspannungsprüfraum mit Lufttransformator.

Im Prüffeld befindet sich außer dem Transformator, Aufhängevorrichtungen für Prüfobjekte und Kugelfunkenstrecke, Senkrecht- und Schrägberegnungseinrichtung auch ein Spannungsteiler (Hartmann & Braun), bestehend aus einer Anzahl hintereinandergeschalteter Porzellankondensatoren mit Schirm zur Erzielung gleichmäßiger Feldverteilung (Abb. 1 links). Am untersten Kondensator wird eine Teilspannung abgenommen und mittels Multizellularvoltmeter (geeicht in kV) auf der Empore die jeweilige Spannung am Prüfobjekt abgelesen. Diese Einrichtung, bei welcher beste Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Spannungsmessung durch Kugelfunkenstrecke konstatiert werden konnte, hat sich als Mittel zu rascher und bequemer Spannungsmessung sehr bewährt.

Als Prüfobjekte wurden von den Firmen Hermsdorf Schomburg Isolatoren G. m. b. H., Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. A. G., Steatit-Magnesia A. G. Durchführungen, Stütz- und Hängisolatoren aller Art (im ganzen etwa 1000 kg) völlig kostenlos zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle geziemender Dank ausgesprochen sei. Für die grundlegenden Versuche zur elektrischen Festigkeit der Luft stehen selbstverständlich Kupferkörper verschiedener Art (Kugeln, Spitzen, Ebenen, Zylinder usf.) zur Verfügung.

Da Lufttransformatoren eine gewisse Empfindlichkeit gegen Luftfeuchtigkeit besitzen, wurde ein Exhaustor installiert, welcher die feuchte Luft, insbesondere nach Beregnungsversuchen, abzusaugen gestattet. Außerdem ist beabsichtigt, gelegentlich des Ausbaues der unmittelbar an den Hochspannungsraum grenzenden Gleichrichterstation des Elektrizitätswerks die von dort zur Verfügung stehende trockene und warme Abluft in den Prüfraum zu leiten.

Die Vorführungen in dem seit etwa Jahresfrist in Betrieb befindlichen Hochspannungsprüfraum finden naturgemäß größtes Interesse bei den Studierenden, so daß diese Einrichtung wesentlich zur Verlebendigung und Vertiefung des Unterrichtes in Hochspannungstechnik beiträgt.

Die Berechnung des Durchhangs und der Beanspruchung von Freileitungen an ungleich hohen Aufhängepunkten.

(Mitteilung aus dem Telegraphentechnischen Reichsamt.)

Von **Georg Schmidt**, Berlin-Steglitz.

Übersicht. Es wird dargelegt, weshalb die für die Berechnung der Zugspannung und des Durchhangs bei gleich hohen Aufhängepunkten im allgemeinen gebräuchlichen Gleichungen nur näherungsweise richtig sind. Daraus werden die Gesichtspunkte entwickelt, nach denen eine genaue Berechnung bei ungleich hohen Aufhängepunkten durchzuführen ist. Die für die Berechnung in Betracht kommenden Beziehungen der Kettenlinie werden dargestellt und unter ihrer Anwendung die Durchhangs- und die Zustandsgleichung für ungleich hohe Aufhängepunkte abgeleitet. An Beispielen wird gezeigt, wie groß der Einfluß der genaueren Rechnung auf das Ergebnis wird und wie der Forderung Rechnung getragen werden kann, daß die Zugspannung am oberen Aufhängepunkt die angenommene Höchstzugspannung nicht überschreitet. Die Verwendbarkeit der Truxa-Tafeln für die entwickelten Gleichungen wird angedeutet. Zum Schluß wird dargetan, daß die nach den VDE-Vorschriften berechneten Durchhänge für ungleich hohe Aufhängepunkte der Korrektur bedürfen, wenn auf ein genaues Ergebnis Wert zu legen ist.

Über die Berechnung des Durchhangs von Freileitungen an ungleich hohen Aufhängepunkten ist seit Ende des Kriegs eine so große Zahl von Abhandlungen veröffentlicht worden, daß es müßig erscheinen möchte, diese noch durch einen weiteren Beitrag zu vermehren. Aber trotz — oder vielleicht auch wegen — der Fülle der das Gebiet behandelnden Arbeiten wird es für denjenigen, der nur gelegentlich vor eine einschlägige Aufgabe gestellt wird, durchaus nicht leicht sein, diejenigen Beziehungen herauszufinden, die für eine dem gegebenen Fall genügende und dabei möglichst einfache Lösung in Betracht kommen. Schwer übersehbar werden die Verhältnisse dadurch, daß die Formeln für eine genauere Berechnung des Durchhangs bei ungleich hohen Aufhängepunkten von jedem Bearbeiter in eigner und dabei nicht immer ganz einfacher Weise abgeleitet werden, daß die entwickelten Gleichungen teils im äußeren Aufbau, teils auch im Endergebnis voneinander abweichen, und daß sowohl der Begriff des Durchhangs als auch derjenige der Zugspannung nicht durchweg nach einheitlichen Gesichtspunkten in die Rechnung eingeführt wird.

Im folgenden soll der Versuch gemacht werden, einen Überblick über das Aufgabengebiet zu geben und die Beziehungen für die genauere Berechnung des Durchhangs bei ungleich hohen Aufhängepunkten im Zusammenhang so darzustellen, daß ein Urteil über die Genauigkeit, mit der man in einem gegebenen Fall die Rechnung durch-

führt, leicht gebildet werden kann, ohne auf frühere Abhandlungen zurückgehen zu müssen. Da die Arbeit ein in sich geschlossenes Ganzes darstellen soll, das geeignet ist, über die hauptsächlichen Fragen Aufschluß zu geben und das Verständnis andrer Abhandlungen zu erleichtern, erschien es angebracht, auch für die bereits allgemeiner bekannten Formeln die Entwicklung zu bringen.

Die Durchhangsberechnung verfolgt den Zweck, den Durchhang oder die Zugspannung der Leitung für die Temperatur, bei der sie auf die Maste aufgebracht wird, so zu bestimmen, daß die Zugspannung unter bestimmten Voraussetzungen — nach den VDE-Vorschriften sowohl bei —20 ° C ohne Zusatzlast als auch bei —5 ° C und Zusatzlast — einen angenommenen Höchstwert, die Höchstzugspannung, nicht überschreitet.

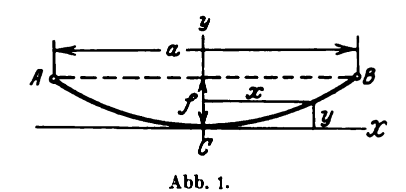


Abb. 1.

Bei gleich hohen Aufhängepunkten gründet sich die Durchhangsberechnung auf die beiden folgenden Gleichungen:

$$f = \frac{\gamma a^2}{8 \sigma_h} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$\frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{\sigma_h^2} - \frac{\gamma_0^2}{\sigma_{h_0}^2}\right) = (t - t_0)\,\vartheta - (\sigma_{h_0} - \sigma_h)\,\alpha. \quad . \quad (2)$$

Darin ist:

a die Spannweite und f der Durchhang in cm (Abb. 1),
t_0 die Ausgangstemperatur (—5 ° bzw. —20 ° C),
t die Temperatur, für die Zugspannung und Durchhang ermittelt werden sollen,
σ_{h_0} die Höchstzugspannung bei — 5 ° C und Zusatzlast bzw. bei — 20 ° C ohne Zusatzlast in kg/cm²,
σ_h die Zugspannung bei der Temperatur t in kg/cm²,
γ das spezifische Gewicht der Leitung in kg/cm³,
γ_0 ist gleich γ zu setzen, wenn man vom Ausgangszustand — 20 ° C ohne Zusatzlast, und gleich $\gamma + \frac{180\sqrt{d}}{1000\,F}$, wenn man vom Ausgangszustand — 5 ° C und Zusatzlast ausgeht (d = Durchmesser in mm, F = Querschnitt der Leitung in mm²),
ϑ die Wärmedehnungszahl für 1 ° C,
α die mechanische Dehnungszahl in cm²/kg.

Gl. (1) ist nur näherungsweise richtig, weil bei ihrer Entwicklung anstatt des Gewichts der Leitung ACB (Bogenlänge) das Gewicht der Leitung AB (Spannweite) eingesetzt worden ist. Da die Gl. (1) für jede Spannweite gilt, muß sie auch für die beliebige Spannweite $2x$ gelten, der wir den Durchhang y zuordnen wollen (Abb. 1). Allgemein lautet Gl. (1) also:

$$y = \frac{\gamma \cdot 4 x^2}{8 \sigma_h} \qquad \text{oder} \qquad x^2 = 2\frac{\sigma_h}{\gamma}\,y.$$

Das ist die Gleichung einer P a r a b e l mit dem Parameter $p = \frac{\sigma_h}{\gamma}$. Wird bei der Ableitung der Durchhangsgleichung das genaue Gewicht der Leitung mit der Bogenlänge ACB eingesetzt, so kommt man zur Gleichung der K e t t e n l i n i e.

Gl. (1) ist ferner aber auch deshalb nur näherungsweise richtig, weil σ_h nicht die wirkliche Zugspannung, sondern ihre wagerechte Teilkraft darstellt. Diese hat an allen Stellen der Leitung den gleichen Wert und ist gleich der Zugspannung am tiefsten Punkt C. Der Leitungszug ist, wie später für die Kettenlinie nachgewiesen werden wird, an einem höher liegenden Punkt größer als an einem tiefer liegenden, und zwar um einen Betrag, der gleich ist dem Gewicht eines Seilstücks von der Länge des Höhenunterschiedes der betrachteten Punkte.

Zur Aufstellung der Zustandsgleichung (2) benötigt man die Länge der Seilkurve. Sie sei l_0 bei der Ausgangstemperatur t_0 und l bei der Temperatur t. Aus der Parabelgleichung abgeleitet, und deshalb wiederum näherungsweise, ergibt sich

$$l = a + \frac{8 f^2}{3 a} \quad \text{und} \quad l_0 = a + \frac{8 f_0^2}{3 a},$$

wenn f der Temperatur t und f_0 der Temperatur t_0 entspricht. Der Unterschied zwischen l und l_0 muß gleich der Längenänderung sein, die von der Wärmedehnung und der elastischen Dehnung herrührt, also

$$a + \frac{8 f^2}{3 a} - a - \frac{8 f_0^2}{3 a} = (t - t_0)\,\vartheta\, l_0 + (\sigma_h - \sigma_{h_0})\,\alpha\, l_0$$

oder

$$\frac{8}{3 a^2}(f^2 - f_0^2) = (t - t_0)\,\vartheta\,\frac{l_0}{a} + (\sigma_h - \sigma_{h_0})\,\alpha\,\frac{l_0}{a}.$$

Setzt man in dieser Gleichung näherungsweise $\frac{l_0}{a} = 1$, und führt man aus Gl. (1)

$$f = \frac{\gamma a^2}{8 \sigma_h} \quad \text{und} \quad f_0 = \frac{\gamma_0 a^2}{8 \sigma_{h_0}}$$

ein, so kommt man zur Gl. (2). In diese sind also mit f und f_0 die gleichen Ungenauigkeiten (Parabel statt Kettenlinie, wagerechte Teilkraft der Zugspannung statt Zugspannung selbst) eingegangen, die bei der Besprechung der Gl. (1) erwähnt wurden. Sie fallen u. U schon bei sehr großen Spannweiten mit gleich hohen Aufhängepunkten ins Gewicht. Noch mehr ist dies der Fall bei großen Spannfeldern mit erheblichen Höhenunterschieden der Aufhängepunkte, wenngleich auch hier der Kreis der Fälle, in denen eine genaue Berechnung notwendig wird, nicht so groß ist, als man vielfach anzunehmen scheint.

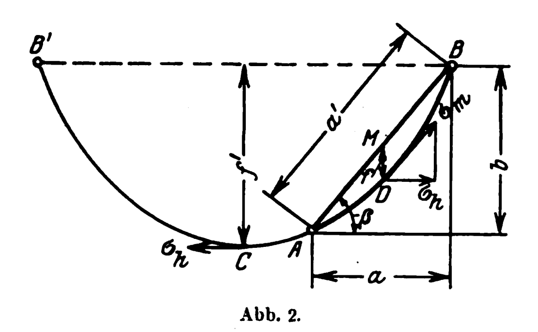


Abb. 2.

Hält man eine zwischen zwei Punkten B' und B aufgehängte Leitung $B'CB$ an den Punkten A und B fest, so daß sie nicht durchgleiten kann, so kann man den Teil $B'CA$ entfernen, ohne daß sich an dem Zustand des Teils ADB etwas ändert. Dieser stellt aber eine Leitung an den ungleich hohen Aufhängepunkten A und B dar. Man kann sie also als einen Teil der vervollständigten Kurve $B'CB$ (Parabel oder Kettenlinie) auffassen. Die Zugspannung σ_b am Aufhängepunkt B ist um den Betrag $\gamma f'$ größer als die wagerechte Teilkraft der Zugspannung σ bzw. als die Zugspannung am tiefsten Punkt C. Da die Leitung also am Punkt B am stärksten beansprucht wird, wäre es folgerichtig, σ_b in die Rechnung einzuführen. Dadurch wird diese aber sehr verwickelt. Zweckmäßig wählt man die Zugspannung σ_m im Punkt D, der senkrecht unter der Mitte M der Verbindungslinie AB liegt, weil die Richtung von σ_m, wie später bewiesen werden soll, annähernd parallel AB ist und infolgedessen die einfache Beziehung besteht $\frac{\sigma_h}{\sigma_m} = \frac{a}{a'} = \cos\beta$. Von σ_m läßt sich auch leicht auf σ_b schließen, weil $\sigma_b = \sigma_m + \gamma\left(f + \frac{b}{2}\right)$ ist und man mit dem so gefundenen σ_b die Rechnung leicht verbessern kann.

Im zweiten Glied auf der rechten Seite der Gl. (2) wäre, wenn man vollkommen genau rechnen wollte, die Zugspannung in dem Punkt der Leitung einzuführen, der mit M gleich hoch liegt; denn hier ist die Zugspannung gleich dem arithmetischen Mittel aus den Zugspannungen an den beiden Aufhängepunkten. Man begeht jedoch keinen ins Gewicht fallenden Fehler, wenn man auch hier auf σ_m zurückgreift, weil σ_m nur um γf vom Mittelwert abweicht und nur der Unterschied der Zugspannungen an demselben Punkt bei zwei verschiedenen Temperaturzuständen in Betracht kommt.

Als Durchhang wählen wir bei ungleich hohen Aufhängepunkten den Abstand zwischen der Mitte der Verbindungslinie AB und dem senkrecht darunter liegenden Punkt der Leitung ($f = MD$ in Abb. 2). Nur mit ihm läßt sich der Durchhang der Leitung durch Visieren über zwei an den Masten angebrachte Marken richtig regeln, sofern man nicht mit dem Dynamometer spannt.

Aus den bisherigen Erörterungen ergibt sich, daß wir bei einer genaueren Berechnung nicht von der Parabel ausgehen dürfen, sondern die tatsächliche Form der ausgespannten Leitung, d. i. die Kettenlinie, zugrunde legen müssen.

I. Gleichung der Kettenlinie[1].

Schneiden wir die Leitung (Abb. 3) im tiefsten Punkt C und in einem beliebigen Punkt (x, y), so müssen wir, um den Gleichgewichtszustand des ausgeschnittenen Leitungstückes l zu erhalten, an dessen Ende die in den benachbarten Leitungsquerschnitten wirkenden Leitungszüge Z_0 und Z_x anbringen. Z_x zerlegen wir in die Teilkräfte H_x und V_x. An jedem kleinen Leitungstück dl wirkt sein Gewicht $G\,dl$. Aus den Gleichgewichtsbedingungen folgt:

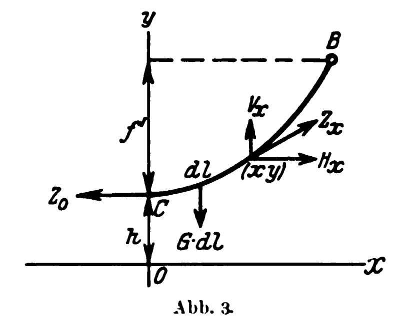


Abb. 3.

$$(\sum x = 0) \qquad H_x = Z_0 \quad \text{oder} \quad Z_x \frac{dx}{dl} = Z_0.$$

Daraus ergibt sich, daß die wagerechte Teilkraft des Leitungszugs an jeder Stelle gleich dem Leitungszug am tiefsten Punkt ist, also an allen Stellen der Leitung den gleichen Wert hat: $H_x = Z_0 = H$.

$$(\sum y = 0) \qquad V_x = Z_x \frac{dy}{dl} = \int_0^l G\,dl,$$

daraus:

$$d\left(Z_x \frac{dy}{dl}\right) = G\,dl,$$

oder mit Z_x aus $Z_x \frac{dx}{dl} = H$:

$$d\left(H \frac{dl}{dx} \frac{dy}{dl}\right) = G\,dl; \quad d\left(H \frac{dy}{dx}\right) = G\,dl.$$

Nun ist:

$$dl = \sqrt{dx^2 + dy^2} = dx\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2},$$

also

$$d\left(H \frac{dy}{dx}\right) = G\,dx\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$$

$$\frac{d\left(\frac{dy}{dx}\right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}} = \frac{G}{H}\,dx.$$

Durch Integration erhält man:

$$\ln\left(\frac{dy}{dx} + \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\right) = \frac{G}{H}x + C.$$

Für $x = 0$ ist $\frac{dy}{dx} = 0$ (Tangente im tiefsten Punkt wagerecht); demnach $C = 0$ und

$$\frac{dy}{dx} + \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = e^{\frac{G}{H}x},$$

oder

$$\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = e^{\frac{G}{H}x} - \frac{dy}{dx};$$

$$1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = e^{2\frac{G}{H}x} - 2e^{\frac{G}{H}x}\frac{dy}{dx} + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2;$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{e^{2\frac{G}{H}x} - 1}{2} e^{-\frac{G}{H}x}; \quad \frac{dy}{dx} = \frac{e^{\frac{G}{H}x} - e^{-\frac{G}{H}x}}{2}.$$

Durch nochmalige Integration ergibt sich:

$$y = \frac{H}{G}\,\frac{e^{\frac{G}{H}x} + e^{-\frac{G}{H}x}}{2} + C$$

und mit $H = \sigma_h F$ und $G = \gamma F$:

$$y = \frac{\sigma_h}{2\gamma}\left(e^{\frac{\gamma}{\sigma_h}x} + e^{-\frac{\gamma}{\sigma_h}x}\right) + C.$$

Wählt man den Ursprung des Koordinatensystems so, daß für $x = 0$ $y = \frac{\sigma_h}{\gamma}$ wird, so ist $C = 0$ und

$$y = \frac{\sigma_h}{2\gamma}\left(e^{\frac{\gamma}{\sigma_h}x} + e^{-\frac{\gamma}{\sigma_h}x}\right); \quad \ldots \ldots (3)$$

das ist die Gleichung einer Kettenlinie. Nach der Lehre von den Hyperbelfunktionen kann man sie auch in folgender Form schreiben:

$$y = \frac{\sigma_h}{\gamma} \operatorname{Cof} \frac{\gamma}{\sigma_h} x.$$

Darin ist $\frac{\sigma_h}{\gamma}$ die Ordinate des tiefsten Punktes. Bezeichnen wir sie mit h, so ist:

$$h = \frac{\sigma_h}{\gamma} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (4)$$

und

$$y = h \operatorname{Cof} \frac{x}{h}. \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (5)$$

II. Allgemeine Beziehungen der Kettenlinie.

Mit Hilfe der Gl. (5) bilden wir den Ausdruck $\sqrt{y^2 - h^2}$ und erhalten

$$\sqrt{y^2 - h^2} = h\sqrt{\operatorname{Cof}^2 \frac{x}{h} - 1}$$

oder, da

$$\operatorname{Cof}^2 \frac{x}{h} = 1 + \operatorname{Sin}^2 \frac{x}{h}$$

ist,

$$\sqrt{y^2 - h^2} = h \operatorname{Sin} \frac{x}{h}. \quad \ldots \ldots \ldots (6)$$

Bezeichnet man mit τ den Winkel, den die Tangente an einem beliebigen Punkt (x, y) der Leitungskurve mit der Wagerechten bildet, so ist $\operatorname{tg} \tau = \frac{dy}{dx}$; da

$$dy = d\left(h \operatorname{Cof} \frac{x}{h}\right) = \operatorname{Sin} \frac{x}{h}\,dx$$

ist, wird

$$\operatorname{tg} \tau = \operatorname{Sin} \frac{x}{h}.$$

Aus Gl. (6) folgt aber

$$\operatorname{Sin} \frac{x}{h} = \sqrt{\left(\frac{y}{h}\right)^2 - 1},$$

also

$$\operatorname{tg} \tau = \sqrt{\left(\frac{y}{h}\right)^2 - 1}.$$

Nun ist

$$\cos \tau = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \tau}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{y}{h}\right)^2}};$$

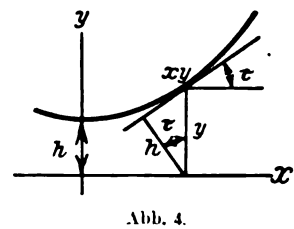


Abb. 4.

demnach

$$\cos \tau = \frac{h}{y}, \quad . \quad (7)$$

d. h. das vom Schnittpunkt der Ordinate des Berührungspunkts der Tangente mit der X-Achse auf die Tangente gefällte Lot hat in jedem Fall den Wert h (Abb. 4).

An jedem Punkt der Leitung hat die Zugspannung die Richtung der Tangente an diesen Punkt. Für den beliebigen Punkt (x, y), an dem die Zugspannung den Wert σ habe, besteht daher ferner die Beziehung $\cos \tau = \frac{\sigma_h}{\sigma}$, also mit Gl. (7) $\frac{h}{y} = \frac{\sigma_h}{\sigma}$ und $y = h\frac{\sigma}{\sigma_h}$, mit Gl. (4):

$$y = \frac{\sigma}{\gamma} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (8)$$

[1] Vgl. W. Hauber, Statik II. Teil, Sammlung Göschen.

Für zwei Punkte mit den Ordinaten y_1 und y_2 und den Zugspannungen σ_1 und σ_2 folgt daraus:

$$\sigma_2 = y_2 \gamma \text{ und } \sigma_1 = y_1 \gamma;$$

folglich

$$\sigma_2 - \sigma_1 = \gamma (y_2 - y_1). \quad \ldots \quad (9)$$

Gl. (9) beweist die bereits erwähnte Beziehung, daß der Unterschied der Zugspannungen an zwei beliebigen Punkten gleich ist dem Gewicht eines Seilstücks von der Länge des Höhenunterschiedes der beiden Punkte.

III. Durchhangsgleichung.

Die Koordinaten der Aufhängepunkte A und B seien x_1, y_1 und x_2, y_2, diejenigen des Punktes D, der senkrecht unter der Mitte der Verbindungslinie AB liegt, x_m y_m. Die Zugspannung im Punkt D sei σ_m. Aus Gl. (5) folgt

$$y_1 = h \operatorname{Cof} \frac{x_1}{h}; \quad y_2 = h \operatorname{Cof} \frac{x_2}{h};$$

$$y_m = h \operatorname{Cof} \frac{x_m}{h} = h \operatorname{Cof} \frac{x_2 + x_1}{2h},$$

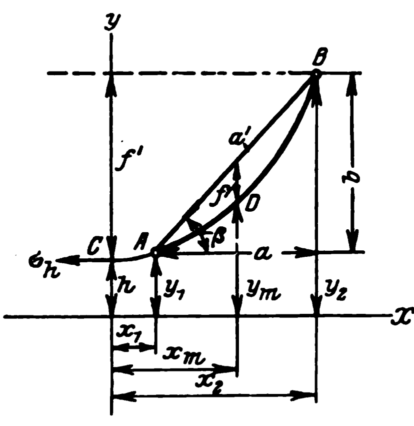


Abb. 5.

Nach Abb. 5 ist

$$f = \frac{y_1 + y_2}{2} - y_m \text{ oder } f = \frac{h}{2} \left(\operatorname{Cof} \frac{x_1}{h} + \operatorname{Cof} \frac{x_2}{h} \right) - y_m.$$

Mit der Beziehung

$$\operatorname{Cof} m + \operatorname{Cof} n = 2 \operatorname{Cof} \frac{m+n}{2} \operatorname{Cof} \frac{m-n}{2}$$

ergibt sich:

$$f = \frac{h}{2} \cdot 2 \operatorname{Cof} \frac{x_2 + x_1}{2h} \operatorname{Cof} \frac{x_2 - x_1}{2h} - y_m;$$

da

$$x_2 - x_1 = a \text{ und } h \operatorname{Cof} \frac{x_2 + x_1}{2h} = y_m$$

ist, folgt

$$f = y_m \left(\operatorname{Cof} \frac{a}{2h} - 1 \right)$$

und mit Gl. (8)

$$f = \frac{\sigma_m}{\gamma} \left(\operatorname{Cof} \frac{a}{2h} - 1 \right) \quad \ldots \quad (10)$$

Durch Reihenentwicklung

$$\left(\operatorname{Cof} m = 1 + \frac{m^2}{2!} + \frac{m^4}{4!} + \frac{m^6}{6!} + \ldots \right)$$

erhält man:

$$f = \frac{\sigma_m}{\gamma} \left(\frac{a^2}{8h^2} + \frac{a^4}{384 h^4} + \ldots \right). \quad \ldots \quad (11)$$

Die folgenden Glieder können in der Regel vernachlässigt werden. In h steckt noch die wagerechte Teilkraft der Seilspannung $\left(h = \frac{\sigma_h}{\gamma} \right)$, die wir durch σ_m ausdrücken müssen. Es ist der Höhenunterschied der beiden Aufhängepunkte

$$b = y_2 - y_1 = h \left(\operatorname{Cof} \frac{x_2}{h} - \operatorname{Cof} \frac{x_1}{h} \right),$$

oder mit Hilfe der Beziehung

$$\operatorname{Cof} m - \operatorname{Cof} n = 2 \operatorname{Sin} \frac{m+n}{2} \operatorname{Sin} \frac{m-n}{2}:$$

$$b = 2h \operatorname{Sin} \frac{x_2 + x_1}{2h} \operatorname{Sin} \frac{x_2 - x_1}{2h}.$$

Nun kann man, weil $\frac{x_2 - x_1}{2h}$ eine kleine Zahl ist, näherungsweise

$$\operatorname{Sin} \frac{x_2 - x_1}{2h} = \frac{x_2 - x_1}{2h} = \frac{a}{2h}$$

setzen. Damit wird

$$b = 2h \operatorname{Sin} \frac{x_2 + x_1}{2h} \frac{a}{2h} \text{ und } \operatorname{Sin} \frac{x_2 + x_1}{2h} = \frac{b}{a}\text{*},$$

also

$$\operatorname{Sin} \frac{x_m}{h} = \frac{b}{a}.$$

Wir setzen weiter

$$y_m = h \operatorname{Cof} \frac{x_m}{h} = h \sqrt{1 + \operatorname{Sin}^2 \frac{x_m}{h}} = h \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2}},$$

also

$$y_m = \frac{h}{a} \sqrt{a^2 + b^2}; \quad y_m = h \frac{a'}{a}.$$

Nach Gl. (8) ist aber $y_m = \frac{\sigma_m}{\gamma}$, demnach

$$h = \frac{\sigma_m}{\gamma} \frac{a}{a'}. \quad \ldots \quad (12)$$

(Aus $\frac{\sigma_m}{\gamma} = \frac{\sigma_h}{\gamma} \frac{a'}{a}$ folgt $\frac{\sigma_h}{\sigma_m} = \frac{a}{a'}$, d. h. σ_m ist, wie oben behauptet wurde, der Verbindungslinie AB parallel.)

Mit Gl. (12) wird Gl. (11)

$$f = \frac{\gamma a'^2}{8 \sigma_m} + \frac{\gamma^3 a'^4}{384 \sigma_m^3} \quad \ldots \quad (13)$$

(ungleich hohe Aufhängepunkte).

Läßt man die beiden Aufhängepunkte A und B unter Beibehaltung ihres wagerechten Abstandes a auf der Kurve $B'CB$ (Abb. 2) so weit nach links wandern, bis sie zu dem tiefsten Punkt C symmetrisch liegen, so erhalten wir ein Spannfeld mit gleich hohen Aufhängepunkten. Dabei geht a' in a und σ_m in σ_h über. Aus Gl. (13) wird also

$$f = \frac{\gamma a^2}{8 \sigma_h} + \frac{\gamma^3 a^4}{384 \sigma_h^3} \quad \ldots \quad (13a)$$

(gleich hohe Aufhängepunkte).

Gl. (13 a) unterscheidet sich von Gl. (1) durch das zweite Glied auf der rechten Seite. Dieses stellt also den Beitrag der Kettenlinie gegenüber der Parabel zum Durchhang dar. Von welcher Größenordnung der Unterschied ist, möge an zwei Beispielen gezeigt werden.

Beispiel:

1. Gleich hohe Aufhängepunkte. In einem Spannfeld von $a = 500$ m sollen Bronzeseile von 50 mm² Querschnitt so verlegt werden, daß die Höchstzugspannung bei —5 °C und Zusatzlast 12 kg/mm² beträgt. Um den Durchhang bei —5 °C und Zusatzlast zu bestimmen, müssen wir nach den VDE-Vorschriften mit $\gamma_0 = \left(8{,}65 + \frac{180 \sqrt{9}}{48} \right) . 10^{-3} = 19{,}9 . 10^{-3}$ kg/cm³ rechnen.

Das erste Glied auf der rechten Seite der Gl. (13 a) wird

$$\frac{\gamma_0 a^2}{8 \sigma_{h_0}} = \frac{19{,}9 . 10^{-3} . 50\,000^2}{8 . 1200} = 5180 \text{ cm}$$

und das zweite

$$\frac{\gamma_0^3 a^4}{384 \sigma_{h_0}^3} = \frac{19{,}9^3 . 10^{-9} . 50\,000^4}{384 . 1200^3} = 75 \text{ cm},$$

d. h. also, wenn man das zweite Glied vernachlässigt, wird der Durchhang bei — 5 °C und Zusatzlast um 1,45 % zu klein. $f = 5255$ cm.

* Grünholz, El. u. Maschinenb. Bd. 41, S. 402.

2. Ungleich hohe Aufhängepunkte. Zu dem Fall im Beispiel 1 komme ein Höhenunterschied b der Aufhängepunkte von 300 m. Der Abstand a' der Aufhängepunkte ist 582 m. In Gl. (13) wird

$$\frac{\gamma_0 a'^2}{8\,\sigma_{m_0}} = \frac{19{,}9\,.\,10^{-3}\,.\,58\,200^2}{8\,.\,1200} = 7000 \text{ cm}$$

und

$$\frac{\gamma_0^3 a'^4}{384\,\sigma_{m_0}^3} = \frac{19{,}9^3\,.\,10^{-9}\,.\,58\,200^4}{384\,.\,1200^3} = 135 \text{ cm}.$$

Der Unterschied beträgt also 1,93 %. $f = 7135$ cm.

Die Höchstzugspannung am oberen Aufhängepunkt wird im Fall 1: $1200 + 19{,}9 \cdot 10^{-3} \cdot 5255 = 1304$ kg/cm² und im Fall 2: $1200 + 19{,}9\,.\,10^{-3} \cdot \left(7135 + \frac{30\,000}{2}\right) = 1640$ kg/cm².

3. Berücksichtigung der Zugspannung am oberen Aufhängepunkt. Zu erheblich größeren Durchhängen kommt man u. U., wenn man der Forderung Rechnung tragen will, daß die Zugspannung σ_{b_0} am oberen Aufhängepunkt bei — 5 °C und Zusatzlast die angenommene Höchstzugspannung nicht übersteigt. Nach S. 209 besteht die Beziehung $\sigma_{b_0} = \sigma_{m_0} + \gamma_0 \left(f + \frac{b}{2}\right)$. Gl. (13) wird unter Vernachlässigung des zweiten Gliedes $f = \frac{\gamma_0 a'^2}{8\,\sigma_{m_0}}$. Aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich:

$$\sigma_{m_0} = \frac{1}{2}\left(\sigma_{b_0} - \frac{\gamma_0 b}{2}\right) \pm \sqrt{\frac{1}{4}\left(\sigma_{b_0} - \frac{\gamma_0 b}{2}\right)^2 - \frac{\gamma_0^2 a'^2}{8}}.$$

Angewendet auf den Fall unter 2. wird mit $\sigma_{b_0} = 1200$ kg/cm² $\gamma_0 = 19{,}9\,.\,10^{-3}$ kg/cm³, $b = 30\,000$ cm und $a' = 58\,200$ cm:

$$\sigma_{m_1} = 639{,}19 \text{ kg/cm}^2 \text{ und } \sigma_{m_2} = 262{,}31 \text{ kg/cm}^2.$$

Der Wert σ_{m_2} führt zu einem f von 321,5 m und ist deshalb offenbar nicht zu gebrauchen. Nun können wir noch den Einfluß des zweiten Gliedes der Gl. (13) auf σ_{m_0} berücksichtigen. Sein Beitrag zum Wert f ist $\frac{19{,}9^3\,.\,10^{-9}\,.\,58\,200^4}{384\,.\,639^3}$ $= 900$ cm und sein Einfluß auf σ_{m_0}: $900 \cdot 19{,}9 \cdot 10^{-3}$ $= 18$ kg/cm². Der genauere Wert von σ_{m_0} ist also $639 - 18 = 621$ kg/cm². Demnach der endgültige Durchhang $\frac{19{,}9\,.\,10^{-3}\,.\,58\,200^2}{8\,.\,621} + \frac{19{,}9^3\,.\,10^{-9}\,.\,58\,200^4}{384\,.\,621^3} = 13\,550 + 990$ $\approx 14\,500$ cm,

die Zugspannung am oberen Aufhängepunkt ist

$$\sigma_{b_0} = 621 + \gamma_0\,.\,(14\,500 + 15\,000) = 621 + 588 = 1209 \text{ kg/cm}^2.$$

σ_{m_0} ist also mit 621 kg/cm² hinreichend genau ermittelt. Um am oberen Aufhängepunkt eine Höchstzugspannung (bei — 5 °C und Zusatzlast) von annähernd 1200 kg/cm² zu bekommen, muß man demnach die Zugspannung und den Durchhang zur Zeit der Aufbringung der Leitung unter Zugrundelegung einer Höchstzugspannung von $\sigma_{m_0} = 621$ kg/cm² aus der Zustandsgleichung und der Durchhangsgleichung ermitteln. Dieses — allerdings ziemlich ausgefallene — Beispiel zeigt, daß die Forderung, daß die vorgeschriebene Höchstzugspannung am oberen Aufhängepunkt nicht überschritten wird, u. U. zu erheblich größeren Durchhängen führt als die Zulassung der Höchstzugspannung unter der Mitte der Verbindungslinie der Aufhängepunkte. Im vorliegenden Fall beträgt der Unterschied 14 500 — 7135 = 7365 cm, d. s. 103 % des Betrags von 7135 cm. Der Vergrößerung des Durchhangs um 103 % steht eine Verminderung der Zugspannung von 1640 — 1209 = 431 kg/cm², d. s. 26 % gegenüber. Für die Berechnung der Maste, Querträger und Fundamente kommt die wagerechte Teilkraft der Zugspannung $\sigma_h = 621\,.\,\frac{500}{582} = 533$ kg/cm² in Betracht.

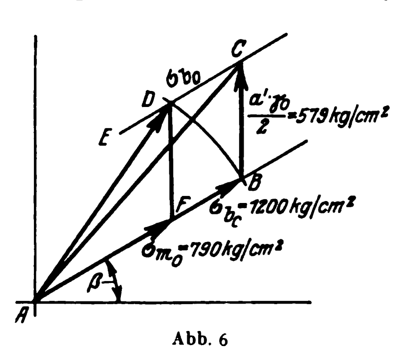


Abb. 6

Nach Nather[2] ermittelt man σ_{m_0} aus dem gegebenen σ_{b_0} mit Hilfe des Kräftedreiecks des Seilecks (Abb. 6). Man bildet das Kräftedreieck ABC aus $\sigma_{b_0} = 1200$ kg/cm² und $\frac{a'\gamma_0}{2} = 579$ kg/cm² (β = Neigung der Verbindungslinie a' der Aufhängepunkte gegen die Wagerechte), zieht EC parallel AB, schlägt mit σ_{b_0} um A einen Kreisbogen und zieht durch dessen Schnittpunkt D mit EC eine Parallele DF zu CB. AF ist das gesuchte σ_{m_0}. Es ergibt sich zu 790 kg/cm²; also eine nicht unerhebliche Abweichung gegen den oben festgestellten Betrag von 621 kg/cm². Die Abweichungen gegen die nach obigem Verfahren gefundenen Werte werden um so geringer, je kleiner die Spannweiten und Höhenunterschiede und je größer die Leitungsquerschnitte sind.

IV. Länge der Leitungskurve.

Bei Ermittlung der Länge der Leitungskurve gehen wir wieder von der Gleichung der Kettenlinie aus. Wir bilden sich aus dem Unterschied der Bogen CB und CA[3] (Abb. 5). Aus Gl. (5) folgt $\mathrm{d}y = \mathfrak{Sin}\,\frac{x}{h}\,\mathrm{d}x$. Demnach ist die Länge des Bogenstückchens

$$\mathrm{d}l = \sqrt{\mathrm{d}x^2 + \mathrm{d}y^2} = \mathrm{d}x\sqrt{1 + \mathfrak{Sin}^2\frac{x}{h}} = \mathfrak{Cof}\,\frac{x}{h}\,\mathrm{d}x$$

und

$$\int_0^{x_1} \mathrm{d}l = h\,\mathfrak{Sin}\,\frac{x_1}{h}$$

und die Länge des Bogens ADB

$$l = h\left(\mathfrak{Sin}\,\frac{x_2}{h} - \mathfrak{Sin}\,\frac{x_2 - a}{h}\right).$$

Der Höhenunterschied b ist gleich dem Unterschied der Ordinaten der Punkte B und A, also mit Gl. (5)

$$b = h\left(\mathfrak{Cof}\,\frac{x_2}{h} - \mathfrak{Cof}\,\frac{x_2 - a}{h}\right).$$

Durch Quadrieren und Subtrahieren der Werte für l und b ergibt sich unter Berücksichtigung der Beziehungen

$$\mathfrak{Cof}^2 m - \mathfrak{Sin}^2 m = 1$$

und

$$\mathfrak{Cof}\,m\,\mathfrak{Cof}\,n - \mathfrak{Sin}\,m\,\mathfrak{Sin}\,n = \mathfrak{Cof}\,(m - n)$$

$$l^2 - b^2 = 2\,h^2\left(-1 + \mathfrak{Cof}\,\frac{a}{h}\right).$$

Nach der Reihenentwicklung von $\mathfrak{Cof}\,\frac{a}{h}$ wird

$$l^2 - b^2 = 2\,h^2\left[-1 + 1 + \frac{a^2}{2\,h^2} + \frac{a^4}{24\,h^4} + \ldots\right].$$

Wenn wir berücksichtigen, daß $h = \frac{\sigma_h}{\gamma}$ und γ das spezifische Gewicht des Baustoffs ist, können wir die Reihe ohne großen Fehler hinter dem dritten Glied abbrechen. Also

$$l^2 - b^2 = a^2 + \frac{a^4}{12\,h^2} \quad \text{oder} \quad l = \sqrt{a^2 + b^2 + \frac{a^4}{12\,h^2}}$$

und mit $a^2 + b^2 = a'^2$

$$l = \sqrt{a'^2 + \frac{a^4}{12\,h^2}}.$$

Mit Gl. (12) $\quad l = a'\sqrt{1 + \frac{a^2\gamma^2}{12\,\sigma_m^2}}.$

Mit Hilfe des binomischen Lehrsatzes ergibt sich angenähert:

$$l = a'\left(1 + \frac{\gamma^2 a^2}{24\,\sigma_m^2}\right). \quad \ldots\ldots \quad (14)$$

[2] Techn. Mitt. schweiz. Tel. 1927, S. 90.
[3] ETZ 1925, S. 1489.

V. Zustandsgleichung.

Mit Hilfe der Gl. (14) ergibt sich folgende Zustandsgleichung:

$$a' + \frac{\gamma^2 a' a^2}{24\,\sigma_m^2} - a' - \frac{\gamma_0^2 a' a^2}{24\,\sigma_{m_0}^2} = (t - t_0)\,\vartheta\, l_0 + (\sigma_m - \sigma_{m_0})\,\alpha\, l_0$$

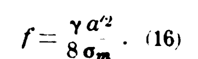
und mit $l_0 \approx a'$:

$$\frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{\sigma_m^2} - \frac{\gamma_0^2}{\sigma_{m_0}^2}\right) = (t - t_0)\,\vartheta - (\sigma_{m_0} - \sigma_m)\,\alpha. \qquad (15)$$

Diese Gleichung ist in der Form von der Zustandsgleichung für gleich hohe Aufhängepunkte [Gl. (2)] nicht verschieden. Zu beachten ist lediglich, daß a der wagerechte Abstand der Maste ist, daß demnach bei ungleich hohen Aufhängepunkten nicht die Länge ihrer Verbindungslinie a' eingeführt werden darf.

VI. Ermittlung der Zugspannung und des Durchhangs für verschiedene Temperaturen.

Aus Gl. (15) läßt sich nach einer der üblichen Methoden σ_m für die Temperatur t berechnen und mit ihm aus Gl. (13) der Durchhang f ermitteln. Es ist bekannt, daß dieser Weg ziemlich umständlich ist, weil Gl. (15) in bezug auf σ_m vom dritten Grad ist. Die gebräuchlichen Kurventafeln, deren Aufbau die einfachere Gl. (1) zugrunde liegt, lassen sich wegen des zweiten Gliedes der Gl. (13) für eine vollkommen genaue Ermittlung von f nicht ohne weiteres verwenden. Wie die Beispiele III, 1 und III, 2 zeigen, braucht das zweite Glied bei Ermittlung des Durchhangs für die verschiedenen Temperaturen aber nur in wenigen Fällen berücksichtigt zu werden. Wird es vernachlässigt, so nimmt die Gl. (13) die einfachere Form an:



$$f = \frac{\gamma\, a'^2}{8\,\sigma_m}. \qquad (16)$$

Abb. 7

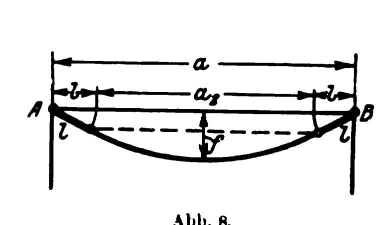


Abb. 8.

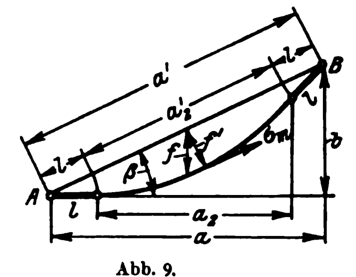
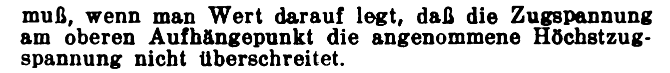


Abb. 9.

Aber auch in dieser Form ist sie noch etwas unbequem, weil in ihr die Länge der Verbindungslinie a' der Aufhängepunkte, in der Zustandsgleichung (15) dagegen der wagerechte Abstand der Maste erscheint. Bei den in ihrer Anwendung sehr bequemen Truxaschen Kurventafeln[4] z. B. kann man sich aber in der Weise helfen, daß man $a' = \frac{a}{\cos\beta}$ (Abb. 5) und demgemäß $f \cos^2\beta = \frac{\gamma\, a^2}{8\,\sigma_m}$ setzt. Truxa baut die Tafeln für den verhältnismäßigen Durchhang $\frac{f}{a} = \varphi$ auf. Für ungleich hohe Aufhängepunkte würde die Beziehung also lauten $\varphi \cos^2\beta = \frac{\gamma\, a}{8\,\sigma_m}$. Man liest also bei Ermittlung des verhältnismäßigen Durchhangs diesen nicht unmittelbar ab, sondern den Wert $\varphi \cos^2\beta$, d. h. man hat den abgelesenen Wert mit $\frac{1}{\cos^2\beta} = \left(\frac{a'}{a}\right)^2$ zu multiplizieren, um den verhältnismäßigen Durchhang φ zu erhalten. Nach der Beziehung $f = \frac{a\,\varphi}{100}$ ergibt sich dann der wirkliche Durchhang. Will man mit dem Dynamometer spannen, so muß man aus Gl. (16) σ_m berechnen und den errechneten Wert um $\gamma\left(\frac{b}{2} + f\right)$ vermehren oder um $\gamma\left(\frac{b}{2} - f\right)$ vermindern, je nachdem man das Dynamometer an dem höheren oder an dem tieferen Aufhängepunkt ansetzt. Zu beachten ist, daß σ_{m_0} in der unter III, 3 angedeuteten Weise vorher ermittelt werden



muß, wenn man Wert darauf legt, daß die Zugspannung am oberen Aufhängepunkt die angenommene Höchstzugspannung nicht überschreitet.

VII. Ungleich hohe Aufhängepunkte und schwere Abspannketten.

Ein Spannfeld mit gleich hohen Aufhängepunkten und Stützenisolatoren wollen wir in der Weise in ein Spannfeld mit ungleich hohen Aufhängepunkten umwandeln, daß wir die Verbindungslinie AB' so um den Aufhängepunkt A drehen, daß sie mit der Wagerechten den Winkel β einschließt (Abb. 7). Beziehen wir nun die für gleich hohe Aufhängepunkte maßgebend gewesenen Betrachtungen sämtlich auf die neue Verbindungslinie $AB = a'$ **, so müssen wir in die Gl. (1) und (2) einsetzen: als Spannweite die Verbindungslinie (a'), als Durchhang das Lot von der Mitte der Verbindungslinie auf die Leitung (f'), als Zugspannung die am Schnittpunkt des Lotes mit der Leitung wirkende Spannung (σ_m) und für die senkrecht nach unten wirkenden Kräfte γ (bzw. γ_0) ihre senkrecht zu a' wirkende Teilkräfte $\gamma\cos\beta$ (bzw. $\gamma_0\cos\beta$). Gl. (1) geht demnach über in $f' = \frac{\gamma\cos\beta\, a'^2}{8\,\sigma_m}$. Mit $f' = f\cos\beta$ (Abb. 7) erhalten wir

$$f = \frac{\gamma\, a'^2}{8\,\sigma_m},$$

d. i. die für ungleich hohe Aufhängepunkte geltende Durchhangsgleichung (16).

Aus Gl. (2) wird

$$\frac{a'^2}{24}\left(\frac{\gamma^2\cos^2\beta}{\sigma_m^2} - \frac{\gamma_0^2\cos^2\beta}{\sigma_{m_0}^2}\right) = (t - t_0)\,\vartheta - (\sigma_{m_0} - \sigma_m)\,\alpha$$

und mit $a = \frac{a}{\cos\beta}$

$$\frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{\sigma_m^2} - \frac{\gamma_0^2}{\sigma_{m_0}^2}\right) = (t - t_0)\,\vartheta - (\sigma_{m_0} - \sigma_m)\,\alpha.$$

Diese Gleichung entspricht genau der unter Berücksichtigung der Kettenlinie gewonnenen Gl. (15). In den beiden neuen Gleichungen hat σ_m gegenüber dem σ_m in den Gl. (15) und (16) eine kaum ins Gewicht fallende Verschiebung längs der Leitung nach oben erfahren. Die Zugspannung am oberen Aufhängepunkt ergibt sich hierbei zu $\sigma_b = \sigma_m + \gamma\left(z + \frac{b}{2}\right)$ (Abb. 7) oder, da $z = f'\cos\beta$ und $f' = f\cos\alpha$ ist,

$$\sigma_b = \sigma_m + \gamma\left(f\cos^2\beta + \frac{b}{2}\right).$$

Wir wollen dieses Näherungsverfahren anwenden auf die von Robitschek[5] angegebenen Gleichungen zur Berechnung des Durchhangs von Spannfeldern mit schweren Abspannketten, und zwar gehen wir, um die Auswertung mit Hilfe von Kurventafeln zu ermöglichen, von der Form der Gleichungen aus, die ihnen in ETZ 1925, S. 1664 gegeben worden ist. Dort lauten die Gleichungen mit den in dieser Abhandlung angewendeten Bezeichnungen (Abb. 8) folgendermaßen:

$$f = \frac{1}{8\,\sigma_h}\,(4\,g_1\,l + g_2\,a);$$

$$\frac{a_2^2}{24}\left(\frac{\overline{\gamma}^2}{\sigma_h^2} - \frac{\overline{\gamma}_0^2}{\sigma_{h_0}^2}\right) = (t - t_0)\,\vartheta - (\sigma_{h_0} - \sigma_h)\,\alpha;$$

---

[4] Vgl. die „Vorschriften für bruchsichere Führung von Hochspannungsleitungen über Postleitungen", S. 36 u. 40.

** Truxa, El. u. Maschinenb. Bd. 42, H. 33; Nather, Techn. Mitt. schweiz. Tel. Nr. 3, S. 88.

[5] El. u. Maschinenb. Bd. 42, H. 38.

$$\bar{\gamma} = \gamma \sqrt{m+1}; \quad \bar{\gamma}_0 = \gamma_0 \sqrt{m_0+1};$$

$$m = 6\left(\frac{g_1}{g_2} + 1\right)^2 \frac{l}{a_2};$$

$$m_0 = 6\left(\frac{g_{1,0}}{g_{2,0}} + 1\right)^2 \frac{l}{a_2}.$$

Im weiteren bedeuten:

l Länge der Kette, $a_2 = a - 2l$;

$g_1 = \frac{G}{F}$; $g_{1,0} = \frac{G_0}{F}$ das Gewicht einer Isolatorenkette, bezogen auf 1 cm² des tragenden Leitungsquerschnitts, im normalen bzw. vereisten Zustand;

$g_2 = \gamma a_2$; $g_{2,0} = \gamma_0 a_2$ das Gewicht der Leitung, bezogen auf 1 cm² des tragenden Querschnitts, im normalen bzw. vereisten Zustand.

Gehen wir zu ungleich hohen Aufhängepunkten (Abb. 9) über, so müssen wir nach obigen Erörterungen die Durchhangsgleichung folgendermaßen schreiben:

$$f' = \frac{1}{8\sigma_m}(4 g_1 \cos\beta\, l + g_2 \cos\beta\, a'),$$

oder mit $f' = f\cos\beta$:

$$f = \frac{1}{8\sigma_m}(4 g_1 l + g_2 a'). \quad \ldots \ldots \quad (17)$$

Ferner wird

$$m = 6\left(\frac{g_1 \cos\beta}{g_2 \cos\beta} + 1\right)^2 \frac{l}{a_2'} = 6\left(\frac{g_1}{g_2} + 1\right)^2 \frac{l}{a_2'}$$

und $$\bar{\gamma} = \gamma \cos\beta \sqrt{m+1}.$$

Damit ergibt sich die Zustandsgleichung

$$\frac{a_2'^2 \cos^2\beta}{24}\left(\frac{\gamma^2 \sqrt{(m+1)^2}}{\sigma_m^2} - \frac{\gamma_0^2 \sqrt{(m_0+1)^2}}{\sigma_{m_0}^2}\right) = (t - t_0)\vartheta - (\sigma_{m_0} - \sigma_m)\alpha;$$

oder, wenn wir wieder

$$\gamma\sqrt{m+1} = \bar{\gamma} \text{ und } \gamma_0\sqrt{m_0+1} = \bar{\gamma}_0 \text{ und } a_2' = \frac{a_2}{\cos\beta}$$

setzen,

$$\frac{a_2'^2}{24}\left(\frac{\bar{\gamma}^2}{\sigma_m^2} - \frac{\bar{\gamma}_0^2}{\sigma_{m_0}^2}\right) = (t - t_0)\vartheta - (\sigma_{m_0} - \sigma_m)\alpha. \quad (18)$$

Darin sind also

$$\bar{\gamma} = \gamma\sqrt{m+1}; \; m = 6\left(\frac{g_1}{g_2} + 1\right)^2 \frac{l}{a_2'};$$

$$\bar{\gamma}_0 = \gamma_0\sqrt{m_0+1}; \; m_0 = 6\left(\frac{g_{1,0}}{g_{2,0}} + 1\right)^2 \frac{l}{a_2'}.$$

Die Gl. (17) und (18) sind den oben für gleich hohe Aufhängepunkte angegebenen Gleichungen vollkommen analog; man hat lediglich auf die Bedeutung der Bezeichnungen a', a_2 und a_2' gemäß Abb. 9 zu achten. Für die Ermittlung der Zugspannung und des Durchhangs mit Hilfe von Truxa-Tafeln sind beide Gleichungen sehr bequem. Man hat lediglich die Werte m, m_0, $\bar{\gamma}$ und $\bar{\gamma}_0$ auszurechnen und mit Hilfe der Produkte $a_2\bar{\gamma}_0$ und $a_2\bar{\gamma}$ die den einzelnen Temperaturen entsprechenden Zugspannungen aus der dem Baustoff zugehörigen Truxa-Tafel zu entnehmen (Ablesen der σ_m-Werte auf der unteren wagerechten Teilung). Mit Hilfe der σ_m-Werte werden aus Gl. (17) die zugehörigen Durchhangswerte errechnet.

Die Zugspannung am oberen Aufhängepunkt beträgt

$$\sigma_b = \sigma_m + \gamma f\left(\frac{a}{a'}\right)^2 + \left[\gamma \frac{a_2'}{2} + g_1 l\right]\frac{b}{a'}.$$

Die Zugspannung am Anschlußpunkt der Leitung an die Kette ist kleiner als dieser Wert, und zwar liegt der Unterschied zwischen $g_1 l$ und $g_1 l \frac{b}{a'}$.

VIII. Anwendung auf die Vorschriften des VDE.

Wenn die Aufhängepunkte nicht auf gleicher Höhe liegen, wird nach den Vorschriften des VDE für Starkstromfreileitungen[6] unter Spannweite die Entfernung der Maste, wagerecht gemessen, und unter Durchhang der Abstand zwischen der Verbindungslinie der Maste und der dazu parallelen Tangente an die Durchhangslinie, senkrecht gemessen, verstanden. Die Vorschrift besagt, daß bei ungleich hohen Aufhängepunkten (Abb. 5) die folgenden Gleichungen anzuwenden sind:

$$f = \frac{\gamma a^2}{8\sigma} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (19)$$

und $$\frac{a^2}{24}\left(\frac{\gamma^2}{\sigma^2} - \frac{\gamma_0^2}{\sigma_0^2}\right) = (t - t_0)\vartheta - (\sigma_0 - \sigma)\alpha \quad . \; . \quad (20)$$

Gl. (20) wird identisch Gl. (15), wenn man $\sigma = \sigma_m$ und $\sigma_0 = \sigma_{m_0}$ setzt. Verwendet man Gl. (20), so rechnet man in Wirklichkeit mit den Zugspannungen an dem Punkt der Leitung, der senkrecht unter der Mitte der Verbindungslinie AB liegt (Abb. 5).

Gl. (19) läßt sich leicht von der Parabel ableiten. Nach Abb. 5 ist $f = \frac{y_1 + y_2}{2} - y_m$. Aus der Parabelgleichung $x^2 = 2py$ folgt:

$$y_1 = \frac{x_1^2}{2p}; \quad y_2 = \frac{x_2^2}{2p}; \quad y_m = \frac{x_m^2}{2p} = \frac{(x_2 + x_1)^2}{8p}.$$

Mit diesen Werten wird

$$f = \frac{1}{4p}\left[x_1^2 + x_2^2 - \frac{(x_2 + x_1)^2}{2}\right]$$

oder nach einigen Umformungen

$$f = \frac{1}{8p}(x_2 - x_1)^2; \quad f = \frac{a^2}{8p}.$$

Nach Seite 209 ist aber $p = \frac{\sigma_h}{\gamma}$; also $f = \frac{\gamma a^2}{8\sigma_h}$.

In Gl. (19) ist also σ identisch mit der wagerechten Teilkraft der Zugspannung, die gleich ist der Zugspannung am tiefsten Punkt der Kurve. Dieser kann aber u. U. außerhalb der eigentlichen Leitungskurve liegen (Abb. 5). Will man die Zugspannung am oberen Aufhängepunkt ermitteln, so muß man σ_h um $\gamma f'$ vermehren, wobei f' der Durchhang der zur vollständigen Parabel ergänzten Kurve ist. Für f' besteht, nebenbei bemerkt, die Beziehung

$$f' = \frac{\gamma}{8\sigma_h}\left(a + \frac{2\sigma_h b}{a\gamma}\right)^2.$$

Gl. (19) und (20) können nach dieser Darlegung nicht für dieselbe Durchhangsermittlung verwendet werden, weil die erstere für σ_h, die letztere für σ_m aufgebaut ist. Setzt man in Gl. (19) $\sigma_h = \sigma_m \frac{a}{a'}$, so folgt

$$f = \frac{\gamma a^2 a'}{8\sigma_m a} \quad \text{oder} \quad f\cos\beta = \frac{\gamma a^2}{8\sigma_m} \quad . \; . \quad (21)$$

Man müßte also, um den genaueren Durchhang zu erhalten, den errechneten Wert mit $\frac{1}{\cos\beta} = \frac{a'}{a}$ multiplizieren. Ohne diese Verbesserung werden die Durchhänge zu klein und die Zugspannungen am oberen Aufhängepunkt u. U. selbst dann noch zu groß, wenn man σ_m vorher in der unter III, 3 angedeuteten Weise festgestellt hat. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Gl. (21) von der Parabel abgeleitet wurde. Genauer ist die unter VI angegebene, von der Kettenlinie abgeleitete Gleichung

$$f\cos^2\beta = \frac{\gamma a^2}{8\sigma_m}.$$

Folgerichtig müßten die nach den VDE-Vorschriften mit Gl. (19) ermittelten Durchhangswerte mit $\left(\frac{a'}{a}\right)^2$ (Abb. 5) multipliziert werden.

[6] Gültig ab 1. X. 1923.

Prüfung des Zeitschrifteneingangs.

Zur Überwachung des lückenlosen und pünktlichen Eingangs der von einem Werk gehaltenen Zeitschriften kann mit Vorteil eine als Pause hergestellte Übersichtstafel entsprechend Abb. 1 gewählt werden. In der Senkrechten stehen die

	Januar				Februar				März				April				
	1-8	9-15	16-22	23-29	30-5	6-12	13-19	20-26	27-5	6-12	13-19	20-26	27-2	3-9	10-16	17-23	24-30
Betriebstechnik	1		2		3		4		5		6		7		8		
Braunkohle	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Feuerungstechnik	7		8		9		10		11		12		13		14		
Fördertechnik	1		2		3		4		5		6		7		8		
Holzbearbeitungsmaschine	1		2		3		4		5		6		7		8		
Meßtechnik			1					2				3				4	

Abb. 1.

Titel der bezogenen Zeitschriften, die Wagerechte ist in Wochen eingeteilt und beispielsweise für ein halbes Jahr berechnet. In den Feldern wird die Erscheinungsweise der betr. Zeitschrift durch die zu erwartenden Heftnummern von vornherein gekennzeichnet, also mitgepaust. Der Eingang des Heftes wird z. B. durch einen roten Strich unter der betr. Nummer vermerkt; bei ununterbrochenem Eintreffen der Hefte muß auch diese rote Linie durchlaufen. Man sieht aus der Tafel mit einem Blick, daß z. B. „Braunkohle", H. 2, fehlt und daß die „Feuerungstechnik" überfällig ist, also angemahnt werden muß. Die Zahl der erwünschten Registrierungen ließe sich noch ohne Umstände erweitern. (H. Grässler, Werksleiter 1927, S. 406.) *nkl.*

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 251.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Formen von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden:

I. System 147, die Formen DZ5, DZ5Z, DZ5ZN und DZ5ZU, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom,

II. Zusatz zu System 147, Form DZ5W, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom,

III. Zusatz zu System 183, die Formen WZ5° und WZ5°f, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

IV. Zusatz zu den Systemen 183 und 147, die Formen WZ5°T, WZ5°fT, DZ5T und DZ5WT, Zähler mit Doppeltarifzählwerk,

sämtlich hergestellt von der **Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft** in Leipzig-Leutzsch.

Charlottenburg, den 14. XI. 1927.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

[1] Reichsministerialblatt 1927, S. 574.

Beschreibung.

I. System 147,

die Formen DZ5, DZ5Z, DZ5ZN und DZ5ZU, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft in Leipzig-Leutzsch.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Formen DZ5, DZ5Z, DZ5ZN und DZ5ZU sind für solche Mehrphasen-Wechselstromanlagen bestimmt, in denen zwei messende Systeme zur Messung der verbrauchten elektrischen Arbeit bei beliebig verteilter Belastung und bei beliebigen Phasenverschiebungen genügen. Die Zähler können ohne Zusatzapparate für Spannungen bis 410 V, für Stromstärken von 1,5 bis 30 A und für Frequenzen von 40 ÷ 60 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise.

Die Zähler (Abb. 1) bestehen aus zwei übereinander angeordneten Induktionsmotoren, die sich in ihrem Aufbau von dem Triebsystem der Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Form WZ5° des Systems 183 (vgl. Bekanntmachung Nr. 234, ETZ 1927 H. 22, S. 770) nur dadurch unterscheiden, daß an jedem der beiden

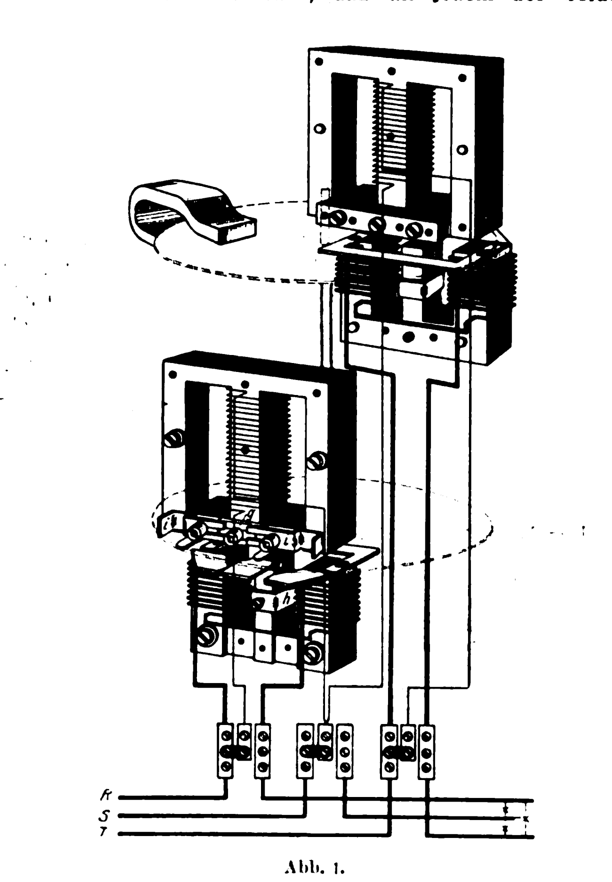


Abb. 1.

Spannungseisen zwei verschiebbare magnetische Brücken *i* über den Drosselspalten angebracht sind, durch welche die Stärke der wirksamen Spannungsfelder zwecks Abgleichung beider Systeme auf gleiche Zugkraft verändert werden kann. Die obere der beiden auf einer gemeinsamen Achse sitzenden Triebscheiben aus Aluminium wird durch einen Dauermagneten gebremst.

3. Schaltung.

Die Zähler haben je nach ihrer Schaltung verschiedene Bezeichnungen, nämlich bei Verwendung in Drehstromnetzen ohne Nulleiter die Bezeichnung DZ5, bei Verwendung in Drehstromnetzen mit Nulleiter, wenn nur zwei Leiter und der Nulleiter in die Anlage eingeführt sind, die Bezeichnung DZ5ZN, bei Verwendung in zweiphasigen Wechselstromnetzen die Bezeichnung DZ5Z für verketteten und die Bezeichnung DZ5ZU für unverketteten Zweiphasenstrom.



4. Eichung.

Nach halbstündiger Belastung der Spannungspulen mit der Nennspannung werden der Reihe nach folgende Einstellungen vorgenommen:

a) Bei jedem der beiden Systeme wird durch seitliche Verschiebung des Kurzschlußringes *g* am mittleren Schenkel des Nebenschlußtriebkernes etwaiger Leerlauf beseitigt, wobei jedesmal nur die Spannungspule desjenigen Systems zu erregen ist, für das die Einstellung vorgenommen wird.

b) Bei jedem der beiden Systeme wird die Phasenverschiebung zwischen dem wirksamen Strom- und Spannungsfeld geregelt, indem die Hauptstromspule des betreffenden Systems mit Nennstrom belastet und der Strom um 90° induktiv gegen die zugeordnete Spannung verschoben wird. Durch Verschieben des Kurzschlußringes *h* auf dem mittleren Schenkel des Stromeisens wird der Zähler zum Stillstand gebracht. Der Hauptstrom des zweiten Systems ist dabei unterbrochen, jedoch müssen beide Spannungspulen eingeschaltet sein.

c) Die beiden Systeme werden auf gleiche Zugkraft eingestellt, indem die Umdrehungszahl des Zählers bei induktionsloser Belastung des einen Systems mit der Nennstromstärke festgestellt und der Zähler bei gleicher Belastung des anderen Systems durch Verschieben der magnetischen Brücken *i* an dessen Spannungseisen auf die gleiche Umdrehungszahl eingeregelt wird. Sodann wird durch Verstellen des Bremsmagneten bei induktionsloser Drehstrombelastung beider Systeme mit der Nennstromstärke der Zähler so eingestellt, daß er richtig zeigt.

d) An jedem System wird zur Kompensation der Reibung der Kurzschlußring *g* am mittleren Schenkel des Nebenschlußkernes seitlich so verschoben, daß der Zähler bei einseitiger induktionsloser Belastung mit $^1/_{10}$ der Nennlast einen Fehler von etwa + 1 % hat.

e) Mit Drehstrombelastung von $^1/_5$ der Nennstromstärke und bei einem Leistungsfaktor $\cos\varphi = 0{,}5$ werden gegebenenfalls die Zählerangaben durch geringes Verstellen des Kurzschlußringes *h* am mittleren Schenkel des Stromeisens berichtigt, und zwar in dem System, in welchem bei der angegebenen Belastung die Phasenverschiebung zwischen Strom und zugeordneter Spannung 90° beträgt.

f) Etwa vorhandener Leerlauf bei Steigerung der Spannung um 20 % wird durch Biegen des Bremsdrähtchens berichtigt, sodann der Anlauf nachgeprüft.

5. Eigenschaften.

Das Drehmoment der untersuchten Zähler betrug bei Nennbelastung durchschnittlich 8,7 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 bis 0,4 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 69 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennbelastung zu 46 bis 51 Umdr./min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungspulen betrug bei 220 V und der Frequenz 50 Hz etwa 2 × 0,47 W. Der Eigenverbrauch eines Hauptstromspulenpaares belief sich bei der Nennstromstärke von 1,5 A im Mittel auf etwa 0,69 W bei der Frequenz 50 Hz und bei der Nennstromstärke von 30 A im Mittel auf etwa 2,18 W bei der Frequenz 40 Hz.

II. Zusatz zu System 147,

die Form DZ5W, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft in Leipzig-Leutzsch.

Die unter I dieser Bekanntmachung zugelassenen Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom der Form DZ5 werden für die Meßbereiche 5 A, 100 V und 5 A, 110 V auch in einer Sonderausführung unter der Formbezeichnung DZ5W hergestellt und können in dieser Ausführung für den Frequenzbereich 40 ÷ 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler der Form DZ5W unterscheiden sich von den Zählern der Form DZ5 für 5 A, 100 bzw. 110 V durch eine andere Wicklung der Strom- und Spannungspulen.

Das Drehmoment der untersuchten Zähler betrug bei Nennbelastung und der Frequenz 50 Hz durchschnittlich etwa 7,7 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 72 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennbelastung zu 38 bis 42 Umdr./min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungspulen betrug etwa 2 × 0,67 W bei 100 V Nennspannung und der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch eines Hauptstromspulenpaares belief sich bei der Nennstromstärke im Mittel auf etwa 0,53 W bei der Frequenz 50 Hz.

III. Zusatz zu System 133,

die Formen WZ5° und WZ5°f, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft in Leipzig-Leutzsch.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 234 vom 29. März 1927 (ETZ 1927 H. 22, S. 770) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Form WZ5° besitzen in neuerer Ausführung ein etwas höheres Drehmoment als die bisher zugelassenen Zähler. Sie können in dieser neueren Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie diese beglaubigt werden.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennbelastung ein Drehmoment von etwa 5,3 cmg. Im übrigen waren die Eigenschaften etwa die gleichen wie die der bisher zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Form WZ5°.

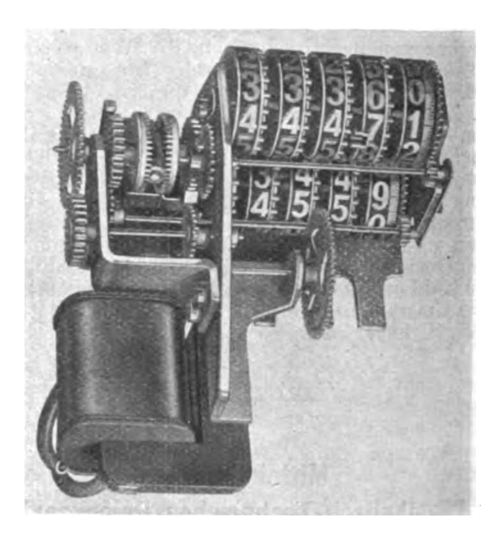


Abb. 2.

Ferner werden die Zähler der Form WZ5° für die Nennstromstärke 10 A unter der Formbezeichnung WZ5°f noch in einer Sonderausführung hergestellt und können in dieser Ausführung für Spannungen bis 410 V und Frequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler der Form WZ5°f unterscheiden sich von denen der Form WZ5° für 10 A Nennstromstärke durch eine andere Wicklung der Strom- und Spannungspulen.

Das Drehmoment der untersuchten Zähler der Form WZ5°f betrug bei Nennbelastung durchschnittlich etwa 7,9 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 30 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennbelastung zu 59 bis 65 Umdr./min ermittelt. Der Eigenverbrauch in der Spannungspule betrug etwa 0,93 W bei 110 und 380 V Nennspannung und der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch des Stromspulenpaares belief sich auf etwa 1,65 W bei der Nennstromstärke und der Frequenz 50 Hz.

IV. Zusatz zu den Systemen 133 und 147,

die Formen WZ5°T, WZ5°fT, DZ5T und DZ5WT, Zähler mit Doppeltarifzählwerk, hergestellt von der Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft in Leipzig-Leutzsch.

Die unter I bis III dieser Bekanntmachung zugelassenen Zähler der Formen DZ5, DZ5W, WZ5° und WZ5°f können auch dann beglaubigt werden, wenn sie statt eines Einfachzählwerks ein Doppeltarifzählwerk nebst einem Umschaltelektromagneten besitzen. Den Formbezeichnungen wird bei den Zählern mit Doppeltarifeinrichtung ein T angefügt. Die Zulassung der Doppeltarifzähler zur Beglaubigung erstreckt sich auf die gleichen Meßbereiche, für die die Zähler mit Einfachzählwerk beglaubigt werden können. Der Aufbau der Doppeltarifeinrichtung ist aus der Abb. 2 zu ersehen.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das Kraftwerk Lappin[1]. — Die politisch eng eingegrenzte Freie Stadt Danzig ist in ihrer Kohlenbeschaffung naturgemäß nicht so unabhängig, wie dies ein neuzeitliches elektrisches Dampfkraftwerk vom Betriebstand-

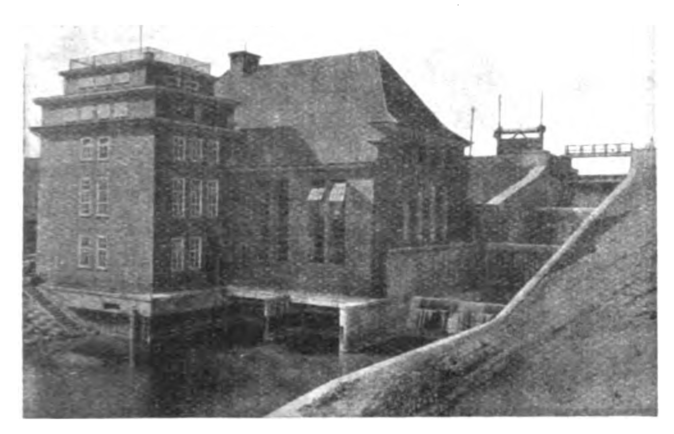


Abb. 1. Kraftwerk Lappin, Außenansicht.

punkte aus wünschen muß. Der steigende Bedarf an elektrischer Energie für Industrie, Landwirtschaft und für die neuerdings angeschlossene Stadt Zoppot ließ eine wesentliche Erweiterung der bestehenden Anlagen notwendig werden. Die Wirtschaftsverhältnisse der Nachkriegszeit, der Kohlenmangel und die Verteuerung der Kohle verwiesen gebieterisch auf die Ausnutzung der noch vorhandenen Wasserkräfte. Diese Wasserkräfte boten sich im Gefälle des Radauneflusses, der aus den etwa 160 m hoch liegenden großen kassubischen Seen kommt und mit einer Höhe von etwa 100 m über N. N. in das Freistaatgebiet eintritt. Seine Wasserführung ist durchschnittlich 5 bis 7 m³/s.

Die im Jahre 1910 in Betrieb genommene Überlandzentrale Straschin-Prangschin, die den Stau des Flusses zwischen 41 m Ober- und 27 m Niederwasser ausnutzt, und das städtische Dampfkraftwerk Danzig versorgten bisher das Freistaatgebiet mit Strom. Die notwendige Erweiterung wurde nun in der Weise vorgenommen, daß die Gefällstrecke zwischen der Grenze und dem Stausee, eine Wasserspiegeldifferenz von 100 — 41 m, d. h. 59 m, für

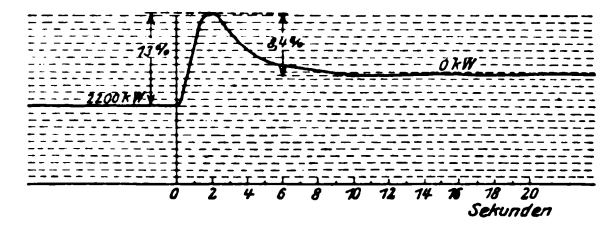


Abb. 3. Tachogramm bei Entlastung.

die Elektrizitätsversorgung restlos herangezogen wurde. Es ergab sich ein Ausbau in zwei Stufen, der Staustufe Bölkau mit 45 m Rohgefälle und der anschließenden oberen Staustufe Lappin mit den restlichen 14 m. Beide Werke sollten zusammenarbeiten und erhielten deshalb den gemeinsamen Namen „Radaune-Werk". Während Bölkau schon im September 1925 in Betrieb kam, wurde Lappin Mitte 1927 dem Betrieb übergeben.

Der Oberwasserspiegel des Kraftwerks Lappin (Abb. 1) wird im Staubetriebe Änderungen von + 100,1 m bis + 98,3 m erfahren. Der Unterwasserspiegel ist im wesentlichen vom Stande des Stausees der unterhalb liegenden Anlage Bölkau abhängig und ändert sich in den Grenzen von + 86 m bis + 84 m. Das höchste vorkommende Gefälle beträgt also 16,1 m, das kleinste 12,3 m, das mittlere 14,2 m. Bei allen diesen verschiedenen Gefällen muß die Drehzahl der Maschinensätze die gleiche bleiben. Da das Werk zur Spitzendekkung befähigt sein soll und verlangt wird, daß innerhalb der Vollleistung bis herab zu 1/7 der Gesamtleistung des Werkes die Wirkungsgrade der Turbinen sehr wirtschaftliche sein sollen, wurden zwei Zweifach-Spiralturbinen vorgesehen, so daß jeder Maschinensatz auch mit einer einzelnen Turbine betrieben und selbst bei 1/8 der Gesamtleistung noch ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden kann. Die von der Firma F. Schichau, Elbing und Danzig, gelieferten Turbinen haben Außenregelung, die durch selbsttätige Regler bedient werden, von denen einer rechts vor der Schalttafel (Abb. 2) zu sehen ist. Die Regler arbeiten mit nachgiebiger Rückführung[1]. Die Zusammenarbeit zwischen dem neuen Kraftwerk, dem vorhandenen Wasserkraftwerk Bölkau und dem städtischen Dampfwerk ist einwandfrei. Abb. 3 zeigt ein Tachogramm, das bei der Abnahme gewonnen

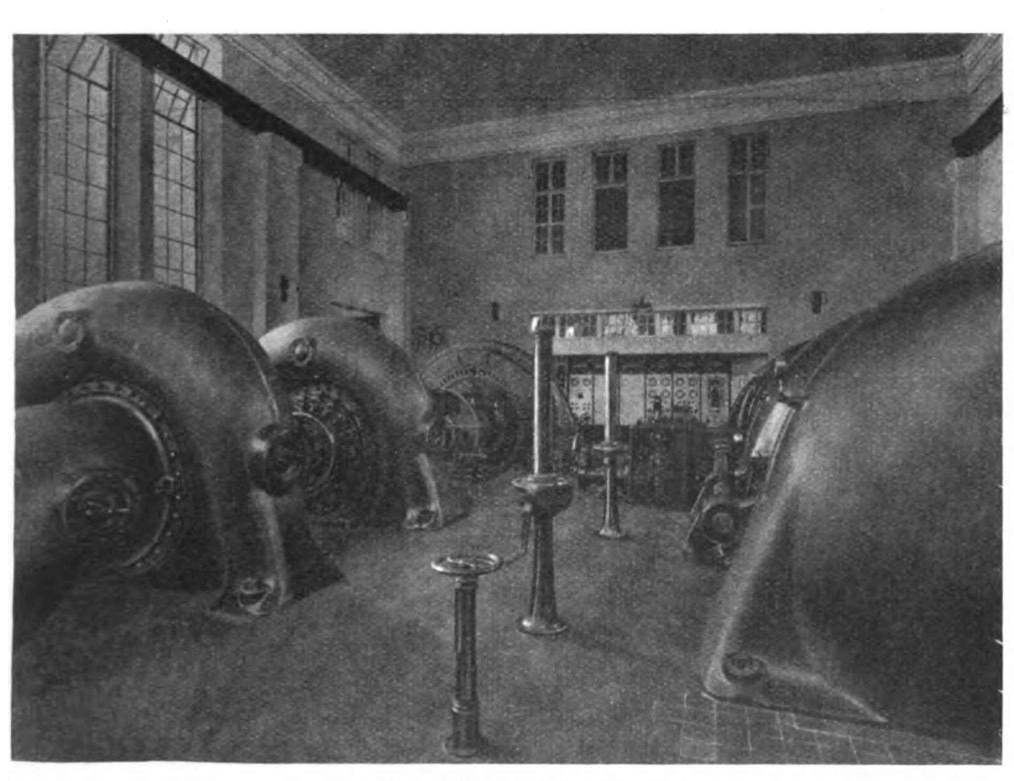


Abb. 2. Blick in das Maschinenhaus.



[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1371 u. 1408.

[1] DRP. 310 847.



wurde. Der Ungleichförmigkeitsgrad der Regler kann nach Belieben zwischen 0,5 und 10 % verstellt werden und ist z. Z. entsprechend den Bedingungen der Zusammenarbeit mit den übrigen Kraftwerken und der Bedingung der Spitzenübernahme eingestellt. Als besonders bemerkenswert hat sich die schwingungsdämpfende Wirkung der Regelung erwiesen. Das turmartige Wasserschloß des Bölkauer Kraftwerkes bringt gewisse Spiegelschwingungen mit sich, die allmählich abklingen, und es bestand die Gefahr, daß die neue Anlage von diesen Schwingungen in Mitleidenschaft gezogen und womöglich in Resonanzschwingungen versetzt wurde. Die erzielte Dämpfung entspricht den günstigsten Erwartungen. Das gemeinsame Zuflußrohr zu den Turbinen von 3,60 m l. Dmr. kann durch eine Einlaßschütze mit elektrisch auszulösendem Freifall abgesperrt werden. Dieser Freifall wird selbsttätig ausgelöst, wenn die Drehzahl der Anlage aus irgendwelchen unvorhergesehenen Gründen um einen einstellbaren Prozentsatz über die normale Drehzahl steigt. Die Fallbewegung wird durch ein Bremswerk in unschädlicher Geschwindigkeit gehalten.

Die beiden AEG-Drehstromgeneratoren für je 1250 kW, 6300 V arbeiten auf Transformatoren mit 6300/35 000 V. Mit dieser Spannung wird die Energie über zwei Freileitungen von Lappin nach Bölkau geleitet, von hier aus mit der von Bölkau gelieferten vereinigt zum Elektrizitätswerk Danzig geführt und dort auf 3000 V umgeformt. Zur Abgabe nach Zoppot, Neufahrwasser, der Danziger Höhe und zur Danziger Niederung ist eine Spannung von 15 000 V gewählt worden. Mit dem bestehenden Werk Straschin-Prangschin, das den Kreis Danziger Höhe bereits versorgt hatte, wurde ein Abkommen zu gegenseitiger Stromabgabe im Bedarfsfalle getroffen. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Fortschritte im Oszillographieren von Wanderwellen. — D. Gábor gibt eine kurze Darstellung der von ihm geleisteten Weiterentwicklung[1] des Kathodenoszillographen. Der erste Fortschritt bestand in der Befreiung der Zeitablenkung des Kathodenstrahles von den Fehlern, die ihr bisher anhafteten. Hiermit war die fehlerfreie Aufnahme einer großen Klasse von Vorgängen ermöglicht, immer unter Benutzung des Prinzips der gleichzeitigen Ablenkung. Dieses Prinzip besteht darin, daß die Zeitablenkung und der untersuchte Vorgang durch denselben Schalter ausgelöst werden. Diese Methode ist nur begrenzt anwendbar. In allen Fällen kann dagegen das Verfahren Anwendung finden, bei welchem die Zeitablenkung von der aufgenommenen Welle selber ausgelöst wird. Das zu diesem Zweck vom Verfasser entwickelte Kipprelais wird beschrieben. Es ist dies eine Schaltung von Elektronenröhren und Widerständen, welche zwei stabile elektrische Gleichgewichtslagen besitzt. Durch einen Spannungsstoß beliebiger Form, der nur eine bestimmte Höhe überschreiten muß, wird das System aus der einen Lage in die andere gekippt. Hierdurch wird der Ausgleichvorgang eingeleitet, welcher die gleichmäßige Zeitablenkung bewirkt. Das Kipprelais ist in äußerst hohem Maße trägheitsfrei und verbürgt die Unabhängigkeit der Zeitablenkung vom untersuchten Vorgang, somit eine fehlerfreie Registrierung.

Ferner wird eine Spannungsteilungsvorrichtung beschrieben, welche die unverzerrte Aufnahme beliebig hoher Spannungen mit dem Kathodenoszillographen ermöglicht. Diese Spannungsteilung kann ohne Gefährdung des Betriebes an Hochspannungsleitungen während des Betriebes angeschlossen werden und ermöglicht in Verbindung mit dem Kipprelais auch die Aufnahme sehr schneller Gewittervorgänge. Die erste derartige Anlage wurde von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen erbaut und befindet sich im Betriebe in der Schaltstation Friedrichsfelde der Elektrowerke A.-G. (D. Gábor, Arch. El. Bd. 18, H. 1, S. 48.)

Drehstrom-Leistungsmessung in Aronschaltung mit Meßwandlern. — G. Hauffe untersucht den Einfluß der Übersetzungsfehler und Fehlwinkel von Wandlern in der Aronschaltung bei symmetrischer Last. In Einphasensystemen sind die Fehlwinkel auf die Leistungsmessung ohne Einfluß, solange die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung 0° beträgt. Es zeigt sich nun, daß in der Aronschaltung, bei der bekanntlich bei $\cos \varphi = 1$ in den beiden Wattmetern Phasenverschiebungen von 30° zwischen Strom und Spannung auftreten, die Winkelfehler auch ohne Einfluß sind, und daß bei symmetrischer Last die gleiche Formel für den Fehler der Leistungsmessung gilt wie bei Einphasen-Leistungsmessungen. (G. Hauffe, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 10.)

[1] Vgl. a. Arch. El. Bd. 16, S. 296.

Beleuchtung.

Tragbares Universal-Photometer. — Ein tragbares Photometer mit großem Anwendungsbereich ist aus einem bereits im Jahre 1913 von Blondel beschriebenen einfachen Photometer entwickelt worden. Bei jenem Apparat beleuchtete die zu messende Lichtquelle eine Opalglasscheibe, deren Helligkeit mittels eines Lummer-Brodhun-Würfels mit der Helligkeit einer Mattglasscheibe verglichen wurde, welche ihrerseits durch eine elektrische Einfadenglühlampe beleuchtet wurde. Die Beleuchtung der Mattscheibe konnte meßbar durch teilweise Abdeckung des Glühfadens verändert werden.

Über ein Zwischenmodell im Jahre 1923 ist das Modell von 1925 entwickelt worden, bei welchem die Vergleichslichtquelle prinzipiell geändert und durch Einführung einer Hilfspupille die Anwendung der Lord Rayleighschen Meßmethode ermöglicht wurde. Die Wirkungsweise des Photometers zeigt Abb. 4. Die Vergleichslichtquelle wird durch die Opalglasscheibe E von 30 mm Dmr. gebildet, welche durch die kleine Glühlampe S von 4 V beleuchtet wird. Batterie, Vorschaltwiderstand und Voltmeter sind in einem kleinen Kasten untergebracht. Die Größe der gleichmäßig leuchtenden Fläche E und damit die Helligkeit der von dieser bestrahlten Mattscheibe M kann durch die Blende D meßbar verändert werden. Bei der Messung wird diese Blende so lange verstellt, bis für das bei A befindliche Auge des Beobachters die Helligkeit der an dem versilberten Streifen des Doppelprismas P gespiegelten Mattscheibe M ebenso groß erscheint wie die Helligkeit der von der zu untersuchenden Lichtquelle beleuchteten Opalglasscheibe B. Das Zusatzokular R dient zum Einstellen des Tubus L auf die richtige Entfernung bei der Photometrie entfernter Lichtquellen. Zwei geeichte Rauchgläser N und N' gestatten eine Helligkeitsänderung im Verhältnis 1 : 1000.

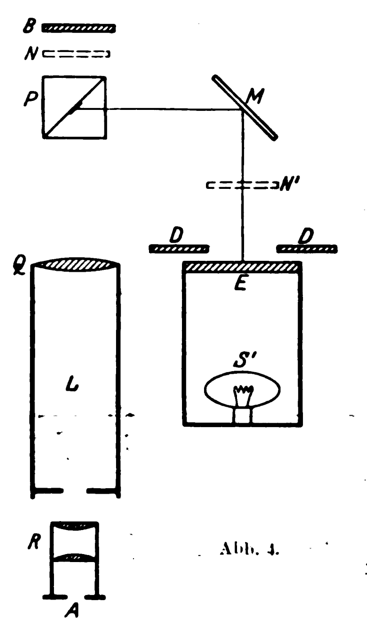


Abb. 4.

Die Messungen mit dem Apparat können nun sowohl mit als auch ohne Opalscheibe B ausgeführt werden. Mit Verwendung der Scheibe werden die gewöhnlichen Messungen von Lichtstärken und Beleuchtungstärken ausgeführt, wobei die Scheibe B auch vom Apparat getrennt aufgestellt werden kann und somit die Möglichkeit gibt, auch Leuchtdichten beleuchteter Flächen zu messen. Genaue Angaben über die Messungen, Eichungen und die verschiedensten Einflüsse auf die Meßgenauigkeit werden beschrieben. Für die Messung entfernter Lichtquellen kann die Opalscheibe B entfernt werden; in diesem Falle wirkt die Linse Q als gleichmäßig leuchtende Scheibe, welche bei der Messung mit der Helligkeit des versilberten Streifens im Doppelprisma P verglichen wird. Die Anwendung dieser Rayleighschen Methode wird durch Einführung einer künstlichen Pupille vor dem Auge ermöglicht. Dient das Photometer zu Messungen mit der Photometerkugel, so kann es ebenfalls mit oder ohne Opalscheibe Verwendung finden. Im ersten Falle bildet das Opalglas B einen Teil der Kugelwandung, deren Helligkeit gemessen wird, während bei entferntem Opalglas bei der Messung sehr geringer Helligkeiten das Licht von der gegenüberliegenden Kugelwandung direkt in den Apparat gelangt. Eingehende Erklärungen der Wirkungsweise der Zusatzpupille werden gegeben. (Rev. Gén. de l'El. Bd. 22, S. 7.) *Schb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Schwenkweichen für Einträger-Hängebahnen mit Elektrozügen. — Bei Hängebahnen unterscheidet man Schiebeweichen und Schwenkweichen. Während erstere



ein ziemlich umfangreiches Gerüst zur Aufhängung oder Unterstützung erfordern, wird bei den Schwenkweichen, wie sie von der Demag, Duisburg, ausgeführt werden, die Abzweigung durch ein gerades Trägerstück (Abb. 5 und 6) vorgenommen, das an einem Ende durch ein Gelenkstück an den Zufahrtsträger angeschlossen wird und am anderen Ende einen Stahlguß-Rollenkopf trägt, der auf einem die beiden festen Abzweigträger verbindenden

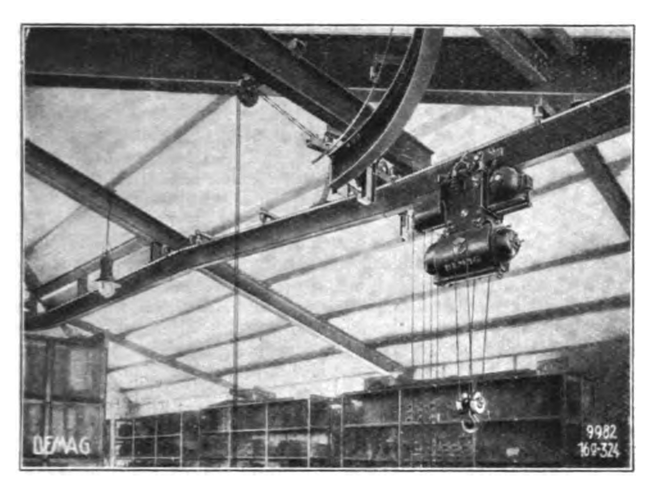


Abb. 5. Schwenkweiche für Einträger-Elektrohängebahn.

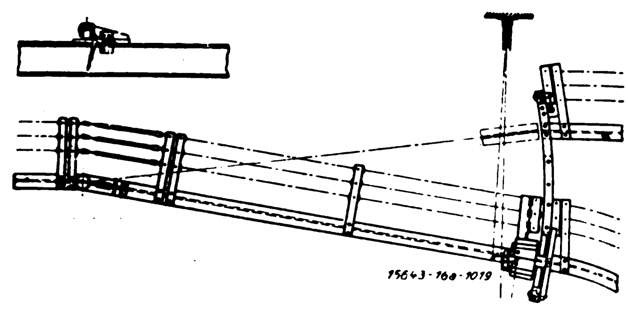


Abb. 6. Schwenkweiche mit Trägerstück.

Bogenstück ruht. Die Weiche stützt sich also nur auf die Enden der drei durch sie verbundenen Laufbahnträger. Alle drei zu der Weiche führenden Laufbahnstränge müssen kurz vor der Weiche gut aufgehängt werden. Sind die Schleifleitungen neben dem Laufbahnträger angebracht, so sind am Drehpunkt der Weiche ausziehbare Gelenkstücke einzubauen, um entsprechend der Drehung der Weichenzunge ein Verlängern oder Verkürzen der Leitungen zu ermöglichen. Am anderen Ende bleibt zwischen den Leitungen auf der Weiche und denen der Anschlußbahnen ein geringer Spielraum, weshalb alle Leitungen vor und hinter der Weiche Anschluß an die Stromquelle erhalten müssen. Durch die Schleifleitungen wird auch die Anordnung der Weiche beeinflußt, so daß z. B. die Anordnung eines geschlossenen Kreises mit einem Zuführungsstrang, wie sie in Abb. 7 dargestellt ist, unmöglich ist, da sich nach Durchfahren der Schleife und Rückkehr des Zuges auf den Zuführungstrang die Stromabnehmer auf der Seite der Fahrbahn befinden, die den Schleifleitungen gegenüberliegt. Die Anordnung der Weiche hat also nach Abb. 8 zu erfolgen, bei der die Stromabnehmer der Katze bei Rückkehr auf den Zuführungstrang wieder auf die gleiche Seite der Laufbahn gelangen. Ebensowenig können drei Weichen in einem Dreieck Verwendung finden (Abb. 9a), es muß vielmehr eine der drei in Abb. 9b, c und d angegebenen Anordnungen gewählt werden, die allerdings einen kleinen Umweg bei mancher Fahrt der Katze erfordern. Wenn Stromzuführungsleitungen längs der Laufbahn nicht vorhanden sind, so sind alle Weichenanordnungen möglich; ebenso wenn bei Gleichstrom die Stromzuführung zur Katze durch einen unter Laufbahnträgermitte liegenden Schleifdraht erfolgt. Diese Anordnung ergibt jedoch eine größere Bauhöhe der Katze, weil innerhalb derselben genügend Platz für die auf Isola-

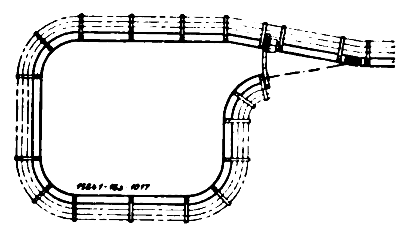


Abb. 7. Falsche Weichenanordnung.

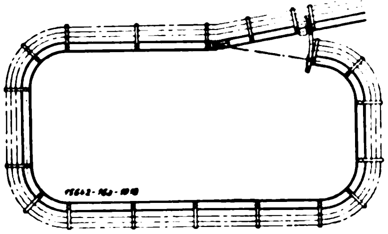


Abb. 8. Richtige Weichenanordnung.

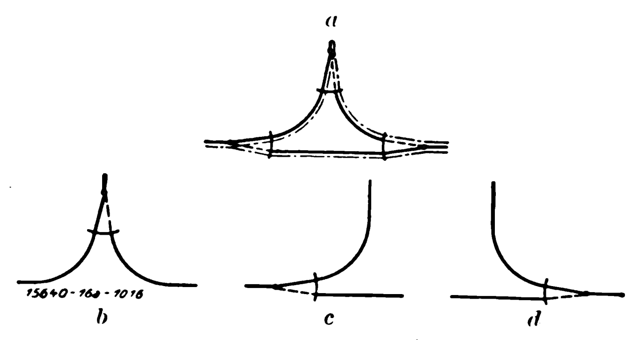


Abb. 9. Dreieckweichen.

toren verlegte Schleifleitung bleiben muß. Die Bedienung der Weiche erfolgt vom Fußboden aus. Die Endstellungen werden durch Anschläge begrenzt, wobei das bewegliche Trägerstück mit dem entsprechenden festen Anschlußträger verriegelt wird. Beim Ziehen an einem Bedienungseil wird zunächst die bestehende Verriegelung gelöst, dann die Weichenzunge in die neue Anschlußstellung bewegt und beim Loslassen des Zugseiles selbsttätig verriegelt. Da das Umstellen der Weiche unbelastet geschieht, ist kein erheblicher Kraftaufwand hierfür erforderlich. Ein Abstürzen des Hebezeuges von der Bahn, falls die Weiche falsch eingestellt sein sollte, wird durch kräftige Anschläge verhindert. Bei Verwendung einer Laufkatze mit Führersitz ist auch die Anbringung von Blockschaltern möglich, die bei unrichtiger Stellung das Hebezeug vor der Weiche selbsttätig anhalten. Ein Anschluß von mehr als zwei Laufbahnsträngen mittels einer Schwenkweiche an eine Zufuhrschiene ist im allgemeinen nicht vorteilhaft, da hierbei der Ausschlag und damit die erforderliche Länge der Weichenzunge zu groß ausfällt, und auch die Einrichtungen für den Anschlag und die Verriegelung der Mittelstränge zu kompliziert und teuer wären. (Demag-Nachrichten 1928, S. 21.) *Ka.*

Bergbau und Hütte.

Leitsätze für Fahrtregler und Bremsen von Fördermaschinen. — Die Betriebsicherheit der Fördermaschinen hängt im wesentlichen von dem einwandfreien Arbeiten des Fahrtreglers und der Bremsen ab, die bei Unregelmäßigkeiten oder Unglücksfällen die Fördermaschine sicher und rechtzeitig stillsetzen sollen. Bei der elektrischen Fördermaschine mit Gleichstrommotor und Steuerdynamo (Leonardschaltung) war die Durchbildung eines idealen Fahrtreglers infolge des Wesens der Leonardschaltung sehr einfach, bei der jeder Steuerhebelauslage eindeutig eine bestimmte Geschwindigkeit, unabhängig von der Größe und Richtung der Nutzlast, entspricht. Hier ist man durch den Fahrtregler in der Lage, über den ganzen Hub den Geschwindigkeitsverlauf ein für allemal festzulegen. Eine Einwirkung der Bremse kommt nur in Gefahrfällen in Frage. Anders verhält es sich mit den Fahrtreglern für Dampffördermaschinen, da bei diesen die Geschwindigkeit nicht eindeutig durch die Steuerhebelauslage festgelegt ist. Außerdem werden an die Fahrtregler höhere Ansprüche gestellt als an normale Fliehkraftregler, da sie zwischen 2 m/s und der jeweiligen Höchstgeschwindigkeit einwandfrei mit genügender Verstellkraft zu arbeiten haben. Die Maschinenfabriken haben sich mit der Lösung der Fahrtreglerfrage viel beschäftigt, so daß eine ganze Anzahl Fahrtreglerkonstruktionen vorhanden ist, die mehr oder weniger den Anforderungen entsprechen. Infolge der in der letzten Zeit wiederholt vorgekommenen Unglücksfälle durch Übertreiben der Fördermaschinen usw. hat sich die Preußische Seilfahrtkommission veranlaßt gesehen, für

Fahrtregler und Bremsen eine Anzahl Leitsätze[1] aufzustellen, denen diese genügen müssen, wenn eine Seilfahrtgeschwindigkeit von mehr als 6 m/s zugelassen werden soll. Für Fahrtregler gelten folgende Leitsätze:

1. „Bei der Anfahrt darf der Steuerhebel in verkehrter Richtung nur gegen eine vorgespannte Feder oder eine entsprechende Hemmung ausgelegt werden können und nur so weit, wie es für das Manövrieren nötig ist."

2. „Der Fahrtregler muß beim Übertreiben eine unmittelbar auf die Trommel oder Treibscheibe wirkende Bremse voll auslösen."

Dieser Leitsatz besagt, daß bei Maschinen mit Antrieb über ein Zahnradvorgelege die Sicherheitsbremse nur auf die Hauptwelle wirken darf.

3. „Der Fahrtregler muß durch stetige Einwirkung auf die Energiezufuhr und nötigenfalls auf die Schleifbremse beim Einhängen größter Seilfahrtlast die Überschreitung der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit um mehr als 2 m/s und das Durchfahren der Hängebank mit mehr als 3 m/s Geschwindigkeit verhindern. Bei Fahrtreglern, deren Geschwindigkeitsregler bei Seilfahrt durch geänderte Übersetzung schneller angetrieben wird als bei Lastförderung, gilt die Bestimmung, daß die Hängebank nicht mit mehr als 3 m/s durchfahren werden darf, auch für Lastförderung."

Den Forderungen dieser Leitsätze haben die meisten bisher üblichen Reglerarten nicht entsprochen. Astatische Fahrtregler sind daher nicht mehr zulässig, da diese eine stetige Einwirkung auf die Dampfzufuhr und die Bremse nicht gewährleisten.

Da im Steuergestänge eine Feder vorgesehen ist, so könnte der Maschinist durch Zusammenpressen dieser Feder eine höhere Geschwindigkeit beim Durchfahren der Hängebank als 3 m/s erreichen. Die Bergbehörde wird jedenfalls verlangen, daß durch Zusammenpressen dieser Feder die sichere Wirkung des Fahrtreglers in der Hängebank nicht aufgehoben werden kann.

4. „Der Maschinist muß nach dem Anfahren während der ganzen Fahrt in ausreichendem Maße Gegenkraft geben können."

Auch dieser Forderung hat eine große Anzahl von Fahrtreglerbauarten bisher nicht entsprochen. Bei der elektrischen Fördermaschine in Leonardschaltung kommt ein Gegenkraftgeben wie bei Dampffördermaschinen nicht in Frage, da lediglich durch geringes Zurückziehen des Steuerhebels eine kräftige Bremsung bzw. Verminderung der Geschwindigkeit erreicht wird.

5. „Teufenzeiger, Regelmechanimus und Endauslösung müssen bei allen Fahrtreglern in zwangläufigem Zusammenhang stehen, derart, daß bei Verstellung des einen Teiles der andere mitverstellt wird. Die beiden Teufenzeigerspindeln bzw. Zeiger müssen unabhängig voneinander eingestellt werden können. Bei Treibscheibenmaschinen muß die Neueinstellung nach eingetretenem Seilrutsch rasch und sicher erfolgen können. Bei Trommelmaschinen mit häufigem oder regelmäßigem Sohlenwechsel muß jede Teufenzeigerspindel von der zugehörigen Trommelnabe aus angetrieben werden."

6. „Die Einstellung des Fahrtreglers auf Seilfahrtgeschwindigkeit muß sichtbar sein."

7. „Der Fahrtregler muß sowohl bei der Produktenförderung als auch bei der Seilfahrt eingeschaltet sein. Im Falle einer zeitlichen Gebrauchsunfähigkeit des Fahrtreglers darf die Seilfahrt nur mit 6 m/s Höchstgeschwindigkeit erfolgen; ebenso darf bei der Produktenförderung nur mit entsprechend verminderter Geschwindigkeit gefahren werden. Es empfiehlt sich, die Einstellung des Fahrtreglers vom Führerstande aus vorzunehmen."

8. „Bei allen Treibscheibenmaschinen erscheint eine Endauslösung, die vom Förderkorbe im Fördergerüst betätigt wird, wünschenswert. Bei elektrischen Gleichstromfördermaschinen ist diese Einrichtung vorzuschreiben."

Sämtliche elektrischen Fördermaschinen besitzen eine derartige Einrichtung, durch die ein Bremsmagnet betätigt wird, der die Sicherheitsbremse auflegt und gleichzeitig die Energiezufuhr abschaltet. Diese Einrichtung ist vor allem bei Treibscheibenmaschinen wichtig, bei denen bei Seilrutsch die Teufenzeigerauslösung zu spät wirken würde.

Die für die Bremsen aufgestellten Leitsätze lauten:

„Bei allen Fördermaschinen muß eine Fahrtbremse (Manövrierbremse) und eine Sicherheitsbremse vorhanden sein. Alle neuen und bestehenden Fördermaschinen, bei denen die Seilfahrtgeschwindigkeit mehr als 4 m/s beträgt, müssen eine regelbare Fahrtbremse (Schleifbremse) besitzen. Die Bremsdruckregler sind mit einem Manometer und, sofern der Bremsdruckregler zu einer Dampfbremse gehört, mit einer Entwässerungseinrichtung auszurüsten. Die Sicherheitsbremse muß vom Treibmittel der Fördermaschine unabhängig sein. Als Sicherheitsbremsen werden durch Druckluft oder durch Dampf angehobene Gewichtsbremsen empfohlen. Die Manövrierbremse sowohl wie die Sicherheitsbremse sind so zu berechnen, daß das größte bei Lastförderung vorkommende Übergewicht der einen Förderseite über die andere mit wenigstens dreifacher Sicherheit gehalten wird; außerdem soll die Manövrierbremse imstande sein, beim Einhängen größter Last wenigstens 2 m/s² Verzögerung zu verursachen. Die mechanische Festigkeit der Gestänge muß für größte Druckbeanspruchung (gleichzeitiges Wirken aller Bremskräfte) wenigstens fünffache Sicherheit aufweisen."

Die Vorschrift einer regelbaren Bremse läßt sich auch bei älteren Fördermaschinen leicht durch Einbau eines Bremsdruckreglers an den Manövrierbremszylinder erfüllen. Jedenfalls müssen zwei voneinander unabhängig wirkende Bremsen, die allerdings auf dieselben Bremsbacken arbeiten können, vorgesehen sein. Die Manövrierbremse wird in der Regel mit Dampf oder Druckluft betrieben. Die Sicherheitsbremse wird meistens als Fallgewichtsbremse ausgebildet, wobei das Fallgewicht zweckmäßig durch einen Dampf- oder Druckluftzylinder in der Schwebe gehalten wird.

Der in den Ausführungen von Hoffmann zum Ausdruck gebrachten Ansicht, daß es unter Umständen wünschenswert sein könnte, durch Aufwerfen beider Bremsen einen größeren Bremsdruck zu erzielen, kann nicht ohne weiteres beigepflichtet werden, da dadurch unter Umständen viel zu scharfe Verzögerungen, die bei Treibscheibenmaschinen zu Seilrutsch führen könnten, hervorgerufen werden.

Bei der Berechnung der Bremsen findet man Werte für die Reibungszahl zwischen Holz und Eisen von 0,3 bis 0,5. Voraussichtlich soll als Reibungszahl 0,3 vorgeschrieben werden, welche Zahl nach Ansicht von Hoffmann die richtige sein soll. Es liegen jedoch Erfahrungen vor, daß 0,3 etwas niedrig gegriffen ist und vielleicht 0,4 zweckmäßiger sein würde.

Zur Sicherung des Fördermaschinenbetriebes ist außer den angegebenen Leitsätzen in Zukunft noch die Verwendung von selbstschreibenden Geschwindigkeitsmessern bei Seilfahrtgeschwindigkeiten über 4 m/s vorgeschrieben. Überwachungsvorschriften, nach denen die Maschinen jährlich bzw. halbjährlich zu prüfen sind, sind in Arbeit.

Sa.

Fernmeldetechnik.

Das Fernamt Berlin und seine Bedeutung für den Weitverkehr. — Im Fernamt Berlin werden 875 Fernleitungen betrieben, von denen 480 eine Länge von über 200 km haben; der von Berlin vermittelte Fernverkehr ist also Weitverkehr. In den sieben in Berlin mündenden Fernkabellinien betreibt das Fernamt 260 Zweidrahtleitungen, 117 Kabelvierer und 56 Vierdrahtleitungen. Die Vierdrahtleitungen dienen hauptsächlich dem Auslandverkehr. Von den im Deutschen Reichspostgebiet vorhandenen 190 Inland- und 94 Auslandleitungen über 500 km Länge betreibt Berlin 168 Inland- und 52 Auslandleitungen. Der Verkehrsumfang des Meldeamts ist rd. 26 000 Gesprächsanmeldungen und Anfragen. Im Fernamt werden täglich rd. 23 000 abgehende, 27 000 ankommende Gesprächsverbindungen und 5000 Durchgangsverbindungen vermittelt.

Die 875 Fernleitungen werden an Fernschränken betrieben, die z. T. noch aus den Jahren 1905 und 1908 stammen und Einschnurbetrieb haben; die neueren Fernsäle aus den Jahren 1922/23 haben Fernschränke M 1910. An jedem Arbeitsplatz werden gewöhnlich zwei Leitungen betrieben. Sammelschränke sind nicht vorhanden. Für den Nachtverkehr sind besondere Plätze im Auslandfernsaal vorgesehen, wobei die Leitungen zu je fünf auf einem Fernplatz liegen. Ein neues Fernamt in der Winterfeldtstraße ist im Bau begriffen. Der Betrieb mit der neuen Einrichtung wird voraussichtlich 1929 aufgenommen werden. Die Zahl der Gespräche in den langen Leitungen (über 200 km) überwiegt die Zahl der auf den kurzen Leitungen abgewickelten Gespräche (29 000 zu 20 000 Gesprächen täglich); auch sind die Gespräche im Weitverkehr im Durchschnitt von längerer Dauer als die im Nahverkehr. An dem Weitverkehr ist naturgemäß der Auslandverkehr stark beteiligt. Die z. Z. vorhandenen

[1] Dr. H. Hoffmann, Glückauf Bd. 61. S. 1013 u. 1045.

Auslandverkehrsleitungen sind in der folgenden Zusammenstellung aufgeführt.

Vom Fernamt Berlin betriebene Auslandleitungen.

Zahl	Endamt	Entfernung km	Zahl	Endamt	Entfernung km
4	London	1383	1	Brüssel	955
6	Paris	1263	2	Basel	907
6	Wien	952	2	Rotterdam	918
2	Budapest	1219	1	Straßburg	769
1	Genf	1230	2	Warschau	750
5	Amsterdam	1024	3	Kopenhagen	627
1	Oslo	1039	5	Prag	591
2	Stockholm	1086	4	Danzig	593
2	Zürich	1012	1	Kattowitz	585
1	Antwerpen	1006	1	Malmö	467

Der Auslandverkehr beträgt rd. 20 % des Weitverkehrs (1900 abgehende und 2000 ankommende Auslandgespräche). An dem Verkehr sind beteiligt: Großbritannien mit 6 %, Frankreich mit 7,5 %, die Schweiz mit 10,9 %, die Niederlande mit 12,5 %, die Tschechoslowakei mit 14 %, Polen mit 7 %, Danzig mit 7,2 %. Der zwischenstaatliche Durchgangsverkehr, der in der Hauptsache über Berlin abgewickelt wird, ist ständig im Wachsen begriffen, er umfaßt namentlich den Verkehr zwischen der Tschechoslowakei und den Niederlanden, Frankreich und Schweden, Österreich und Dänemark, Belgien und Schweden. Dieser Verkehr wird in Vierdrahtleitungen, die im Verstärkeramt des neuen Fernamts (in der Winterfeldtstraße) enden, über den dort aufgestellten Vierdrahtverstärker-Schrank ausgeführt, wobei die Platzbeamtin im alten Fernamt in Mithörleitung die Verbindung überwacht. Die Durchganggespräche zwischen Zweidrahtleitungen werden über die Verstärkeranlage im alten Fernamt ausgeführt, bei der über 20 Schnurverstärker die Leitungen aller Verkehrsbeziehungen zusammengeschaltet werden können. Die Schnurverstärkeranlage wird z. Z. um 20 weitere Verstärker vergrößert. Auch der Durchgangsverkehr über Schnurverstärker ist ständig im Wachsen begriffen, wie überhaupt die bessere Verständigungsmöglichkeit im Weitverkehr eine Verkehrszunahme herbeiführt.

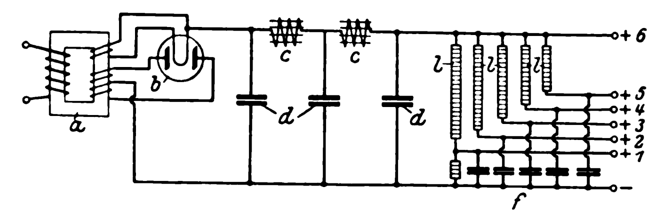
Das Fernamt Berlin, das für alle von Berlin ausgehenden zwischenstaatlichen Leitungen Voramt ist, besitzt zur Prüfung und Überwachung der Kabelleitungen zwei Pegel- und Restdämpfungs-Meßeinrichtungen, die in kurzer Zeit um drei weitere vermehrt werden sollen. (Helmdach, Europ. Fernspr. 1927, H. 7.)

Ein neues Übertragungskabel München—Nürnberg. — Nach Eröffnung des Nürnberger Senders wurden zur Übertragung von München zunächst die oberirdischen Leitungen benutzt. Auf Grund verschiedener Klagen, die sich über das Mithören fremder Ferngespräche beschwerten, ging man zum Kabelbetrieb über und benutzte einen Vierer des Fernsprechkabels. Daraus ergab sich eine dumpfe Klangfarbe der Darbietungen, da in dem nur gering pupinisierten Kabel alle Frequenzen über 3600 Hz ausfielen, die Frequenzen unter 300 dagegen unverhältnismäßig stark hervortraten. Es galt also, die obere Grenzfrequenz durch besondere Pupinisierung so zu erhöhen, daß auch alle für die Klangfarbe von Sprache und Musik charakteristischen Obertöne übertragen werden.

Zur Rundfunkübertragung eignet sich besonders der durch einen Bleimantel von den übrigen Kabeladern getrennte und dadurch gegen Nebensprecherscheinungen besonders geschützte sogenannte „Kernvierer" der Fernkabel, dessen Pupinisierung jedoch den besonderen Bedürfnissen der Musikübertragung angepaßt werden muß. Diese „Umpupinisierung" ist im ganzen Reich im Gange, und im Laufe des nächsten Jahres hofft man, sämtliche deutsche Sender durch rundfunkgeeignete Fernkabel miteinander verbunden zu haben.

Ende Dezember v. J. sind diese Arbeiten am Kabel München—Nürnberg beendet worden, und jetzt ist es auf eine Grenzfrequenz von 10 000 Hz pupinisiert; außerdem sind in München, Pfaffenhofen, Greding und Nürnberg Verstärker besonderer Bauart eingefügt, die überdies die bei den verschiedenen Frequenzen verschiedene Kabeldämpfung ausgleichen, so daß in dem Frequenzbereich von 50 bis 8000 Hz vollkommene Frequenzunabhängigkeit gewährleistet scheint, und es ist nunmehr möglich, die Darbietungen des einen Senders in gleicher Güte und Klangreinheit über den anderen Sender zu empfangen, was hoffentlich der Zusammenarbeit zwischen München und Nürnberg förderlich sein wird. (Funk 1928, S. 20.)

Netzanschlußgeräte von Philips. — Die Firma Philips' Gloeilampenfabrieken A.-G., Eindhoven (Niederland), hat, den verschiedenen Bedürfnissen entsprechend, vier verschiedene Netzanschlußgerättypen herausgebracht, die sich, abgesehen vom inneren Aufbau, in ihren Leistungen unterscheiden. Bei der einfachsten Type kann lediglich



a eisengefüllter Transformator
b Gleichrichterröhre
c eisengefüllte Drosselspule
d Kondensator
f Festkondensatoren
l höherohmige Widerstände

Abb. 10. Schaltung des Netzanschlußgerätes von Philips.

eine Anodenspannung zwischen 130 und 250 V entnommen werden. Bei den hochwertigen Ausführungen, die im nachstehenden an Hand von drei Bildern wiedergegeben sind, können verschiedene stufenweise abgreifbare Anodenspannungen, bei der höchstwertigen Ausführung drei verschieden regelbare Gitterspannungsbeträge entnommen werden. Für die Heizung muß bei den Philips-Netzanschlußgeräten in gewöhnlicher Weise ein Heizakkumulator benutzt werden, der mittels eines besonderen Glühkathodengleichrichters bzw. mittels eines Kleinladers, der mit „Tröpfchenladung" arbeitet, aufgeladen wird.

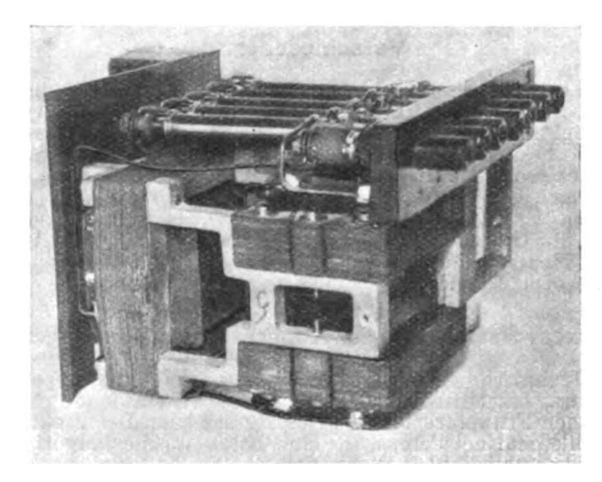


Abb. 11.

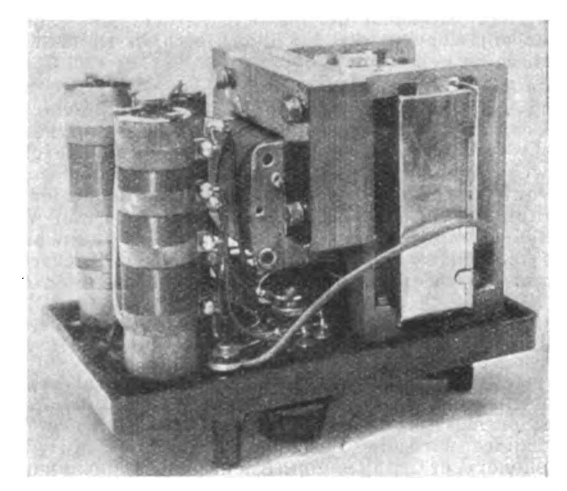


Abb. 12.

Die Schaltung des Netzanschlußgerätes, aus welchem sechs verschiedene Anodenspannungsbeträge, jedoch keine Gitterspannung, entnommen werden können, gibt Abb. 10



wieder. An den Netzklemmen ist der Spannungstransformator angeschlossen, der sekundärseits zwei Wicklungen trägt, von denen die eine für die Heizung der Vollweggleichrichterröhre, die andere für die Anoden der Gleichrichterröhre dienen. Hierdurch wird eine Umformung des Netzwechselstromes in gleichgerichtete Stromimpulse bewirkt, der durch sehr hochwertig aufgebaute Reinigungskreise, die aus Drosselspulen und Kondensatoren bestehen, praktisch so gut gesäubert wird, daß merkliche Variationen in den an das Netzanschlußgerät angeschlossenen Empfänger nicht hineingelangen. Als Spannungsteiler werden bei den Philips-Geräten fünf bzw. noch mehr sorgfältig hergestellte Drahtwiderstände benutzt. Die Überbrückung der Enden der Spannungsteilerwiderstände ist durch Festkondensatoren bewirkt. Es können bei dieser Ausführung, wie gesagt, sechs verschiedene Anodenspannungsbeträge entnommen werden, wobei die Dimensionierung des Gerätes so reichlich bemessen ist, daß auch bei größeren Stromentnahmen, also etwa solchen im Bereich zwischen 10 ÷ 30 mA, ein allzu erhebliches Absacken der Spannung nicht eintritt, wie dies bei billigen Geräten gewöhnlich der Fall ist. Man kann beispielsweise bei einem Anodenstrom von 14 mA dem Gerät 160 V entnehmen. Bei 25 mA liegt die Anodenspannungsentnahme noch über 100 V, selbst wenn die Netzspannung bis auf 200 V herabgegangen sein sollte.

Innenansichten, die am besten den Aufbau der Philips-Geräte zeigen, sind in den Abb. 11 und 12 wiedergegeben. Bemerkenswert ist die reichliche Dimensionierung des Spannungstransformators, der Spannungsteilerwiderstände und der Reinigungskreise. E. Nesper.

Verschiedenes.

Ein Umrechnungschieber für Maße. — In Verbindung mit der wissenschaftlichen Abteilung der AEG-Fabriken-Oberleitung hat Dr.-Ing. Seehase (Berlin SO 36, Elsenstraße 1) einen Rechenschieber geschaffen, der mit einer einfachen Einstellung die wechselseitige Umrechnung deutscher und angelsächsischer Maße gestattet. Er ist nur etwa 14 cm lang, biegsam und ermöglicht die Umrechnung von 2 × 34 Maßen, bei deren Auswahl elektrotechnische Interessen weitgehend berücksichtigt worden sind.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Technische Messe Leipzig. — Vom Sonntag, dem 4. März, bis Mittwoch, den 14. März, wird auf der diesjährigen Frühjahrsmesse in Leipzig das Haus der Elektrotechnik geöffnet sein, d. h. eine halbe Woche länger als es bisher üblich war. Wenn auch die Ausstellung in erster Linie Meßartikeln dient, so pflegen namentlich die größeren Firmen die Gelegenheit zu benutzen, um größere interessante Neuerungen zu zeigen. Damit hängt es zusammen, daß, nachdem der erste Ansturm der Messebesucher vorüber ist, die Fachleute sich in Leipzig ein Stelldichein zu geben pflegen.

Besondere wissenschaftlich-technische Vorträge werden vom Vorstand des Hauses in diesem Jahre nicht veranlaßt; es hat sich gezeigt, daß das, was auf Kongressen geschieht und geschehen muß, für die Atmosphäre einer Messe weniger geeignet ist. Auch die Hochschulen wollen wieder auf der Messe erscheinen, finden sie doch hier ein Anschauungsmaterial in einer Vollständigkeit und Vollkommenheit, wie es in den Hochschulstädten kaum anzutreffen sein dürfte. Zu empfehlen ist, daß der Hochschulbesuch in die zweite Hälfte der Ausstellungszeit gelegt wird.

Mag der Erfolg die Anstrengungen, die für die Messeausstellung gemacht werden, reichlich lohnen. *E. O.*

Ausstellungen, deren Beschickung der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie nicht empfiehlt. — Von der Ausstellungs- und Messekommission des Zentralverbandes wird die Beschickung folgender für 1928 vorgesehener Veranstaltungen: Kochkunst- und Nahrungsmittel-Ausstellung, Hildesheim, Ausstellung des Reichsverbandes der deutschen Färbereien und chemischen Waschanstalten, Hamburg, Kunstgewerbliche Ausstellung, Boston, Ausstellung „Le Décor de la Vie", Kairo, sowie der Weltausstellung Barcelona 1929 den Mitgliedern nicht empfohlen.

Sonderveranstaltungen der Leipziger Großen Technischen Frühjahrsmesse 1928. — Mit der Leipziger Großen Technischen Messe und Baumesse (4. bis 14. III.) wird eine Anzahl Sonderveranstaltungen verbunden sein, so eine von dem AwF und der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure vorbereitete Betriebstechnische Tagung, eine Eisenbahntechnische Tagung, die die Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft plant, und manche andere.

16. Deutsche Ostmesse. — Nach Mitteilung des Meßamtes Königsberg i. Pr. will man 1928 alle Kräfte auf die Ausgestaltung einer großen Jahresmesse konzentrieren. Demzufolge soll die voraussichtlich im Spätsommer stattfindende 16. Deutsche Ostmesse ein besonders umfangreiches Programm bieten.

Ausstellung „Kunst und Technik", Essen 1928. — Zu Ehren der im Juni in Essen stattfindenden diesjährigen Hauptversammlung des VdI wird die Stadt Essen zusammen mit letzterem im städtischen Folkwang-Museum eine Ausstellung „Kunst und Technik" veranstalten, in der auf Industrie und Technik bezügliche Kunstwerke gezeigt werden sollen. Nach dem Programm umfaßt eine 1. Abteilung Technik und Industrie, gesehen durch das Auge des Künstlers (Darstellungen aus Vergangenheit und Gegenwart), Abteilung 2 hervorragende Bildnisse bedeutender Männer der beiden Gebiete und Abteilung 3 Urkunden, Medaillen zu den Ehrentagen der Technik, von Meisterhand gemalt, geschrieben oder geprägt. Der vom Ruhr-Bezirksverein gebildete Ausstellungsausschuß (Essen, Moltkestraße 2a) ist bemüht, aus dem gesamten deutschen Sprachgebiet Kunstwerke für dieses Unternehmen zu beschaffen — Werke ausländischer Meister sind ebenfalls willkommen — und bittet alle diejenigen, die sich für die Ausstellung interessieren, um ihre Beihilfe.

Ausstellung „Heim und Technik", München 1928. — In der Leitung des Unternehmens[1] ist dadurch eine Änderung eingetreten, daß Geheimrat Dr. O. v. Miller aus Gründen, die hier nicht weiter erörtert zu werden brauchen, das Präsidium niedergelegt hat. An seine Stelle ist Geh. Hofrat Prof. Ch. Prinz getreten. Für den technisch-baulichen Teil hat Oberbaurat Höchtl den Gesamtvorsitz übernommen. Nach den neuen Bestimmungen findet die Ausstellung, die insgesamt über rd. 43 000 m² Fläche verfügt, vom Juni bis Oktober auf der Theresienhöhe statt. Die Platzmiete ist von 100 auf 75 RM/m² Wand- oder Bodenfläche herabgesetzt worden. Elektrizität, Gas und Wasser werden für alle im Betrieb vorgeführten Objekte kostenlos geliefert. Die Ausstellung umfaßt 19 Gruppen, von denen ein beträchtlicher Teil für eine Beteiligung der Elektroindustrie mit Haushaltgerät in Betracht kommt. Spätester Anmeldetermin ist der 20. II.

Energiewirtschaftsausstellung Graz 1928. — Wie hier schon kurz gesagt wurde, plant man aus Anlaß der 800-Jahrfeier der Stadt Graz dort eine österreichische Energiewirtschaftsausstellung, für die sich nach Mitteilung des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes der Hauptverband der Industrie Steiermarks, der Verband der steierischen Elektrizitätswerke und der Obersteierische Stahl- und Metallhüttenverband interessieren. Es ist beabsichtigt, vor allem Kohle, Wasserkräfte und Elektrizitätswerke, aber auch energiesparende Maschinen usw. zur Darstellung zu bringen.

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[2]. — Nach einer amtlichen Mitteilung sind zwischen den Elektrowerken A. G. und der Preußischen Elektrizitäts-A. G. seit längerer Zeit gepflogene Verhandlungen nunmehr soweit gediehen, daß ein Übereinkommen abgeschlossen werden soll, welches eine Gemeinschaftsarbeit zwischen beiden Unternehmungen bei der Braunschweigischen Kohlenbergwerks-A. G. (BKB) sowie in Grenzgebieten vorsieht und eine Verständigung über die beiderseitigen Versorgungsgebiete enthält. Die Zustimmung der Aufsichtsräte steht noch aus. Wie die Frankf. Zg. zu dieser Vereinbarung, die das vom preußischen Handelsminister 1927 mit dem RWE getroffene Abkommen[3] wirkungsvoll ergänzt, näher ausführt, gibt die Preußische Elektrizitäts-A. G. ihre Beteiligung an der Braunkohlen-Industrie-A. G. „Zukunft", Weisweiler (etwa 7,8 von jetzt 16 Mill. RM) an das RWE ab und erhält dafür dessen 37,5prozentige Be-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1387.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 112.
[3] Vgl. ETZ 1927, S. 778.



teiligung bei der BKB in Helmstedt, also bei 12,74 Mill. RM Kapital nom. 4,78 Mill. RM. Dieser Tausch war ohne Zustimmung der Elektrowerke nicht möglich, weil diese s. Z. zusammen mit dem RWE zu gleichen Teilen von der Rhein-Elbe-Union die 75prozentige Beteiligung bei der BKB übernommen und gepoolt hatten. Schon damals war Preußen der nachher den Elektrowerken zugefallene Anteil angeboten, von ihm aber ebenso wie später noch einmal eine Dreiteilung dieses Majoritätspakets, z. T. wegen Unmöglichkeit der Finanzierung, abgelehnt worden. Zwischenzeitlich hatten die Elektrowerke ihren Besitz an BKB-Aktien auf etwa 53 % erhöht, so daß Preußen nicht paritätisch beteiligt gewesen wäre. Der jetzige Ausgleich sieht nun vor, daß die gesamten etwa 91 % des Kapitals mit je 50 % Anteil zwischen Preußen und dem Reich zusammengeschmolzen werden, aber mit der Maßgabe, daß bei einer Auflösung der Verbindung der über 37,5 % hinausgehende Besitz der Elektrowerke wieder an diese zurückfällt. Ihnen gewährt Preußen als Gegenleistung eine Option auf die noch unverritzten Kohlenfelder von Forst Hoyerswerda. Im übrigen behalten die Elektrowerke den Vorsitz im Aufsichtsrat der BKB, während die preußischen Delegierten an die Stelle der RWE-Vertreter treten. Den Vorsitz im Aufsichtsrat der Überlandzentrale Helmstedt übernimmt Preußen. Bezüglich der Demarkation fehlen noch Einzelheiten. Nach Ansicht der Frankf. Zg. werden das RWE den ganzen Westen, Preußen durch seine Stützpunkte in Hannover und Schleswig-Holstein die Mitte bis nach Thüringen und die Elektrowerke den Osten beherrschen. In Thüringen soll auch eine Abgrenzung zwischen der mit Preußen zusammen arbeitenden Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft und der mit den Elektrowerken gehenden „Esag" erfolgt sein. Dagegen werde über die Aufteilung in der Provinz Sachsen noch verhandelt. Analog dem Austausch von Aufsichtsratsmitgliedern zwischen der Preußischen Elektrizitäts-A. G. und dem RWE soll jetzt ein solcher auch mit den Elektrowerken statfinden. Damit ist, wie das genannte Blatt zum Schluß bemerkt, für die Elektrizitätswirtschaft in Norddeutschland ein Zustand des Gleichgewichts der drei Großunternehmungen erreicht, die nach eindeutiger Festlegung ihrer Versorgungsgebiete und nach der Regelung ihrer Gemeinschaftsarbeit nunmehr ungestört die Stromversorgung der in Frage kommenden Gebiete wirtschaftlich entwickeln können.

In der ersten Dezembernummer des Elektro-Journ berichtet Dr.-Ing. H. Vogt über die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in bayerischen Städten seit dem Jahr 1913 und ihren Ende 1926 erreichten Stand. Die Untersuchung umfaßt nahezu sämtliche bayerischen Städte mit mehr wie 10 000 Einwohnern und eigener Elektrizitätswerksverwaltung. Besonders bemerkenswert ist die Steigerung des Fremdstrombezugs dieser Städte, der von 27 % im Jahr 1913 auf 54 % in 1926 angewachsen ist, während die Stromerzeugung in eigenen Werken in den letzten Jahren eine Zunahme nicht mehr aufweist. Die Benutzungsdauer der Höchstleistung hat sich gegenüber dem Jahr 1913 nicht nennenswert verändert, wenn auch Ansätze zu einer Steigerung unverkennbar sind. Der Prozentsatz der angeschlossenen Haushaltungen ist in den letzten Jahren in raschem Steigen begriffen und wird sich gegenwärtig auf etwa 60 bis 65 % belaufen. Besonders stark hat die nutzbare Stromabgabe je Einwohner zugenommen, wenn auch der Reichsdurchschnitt noch nicht erreicht wurde. Während der Verbrauch elektrischer Arbeit im Jahr 1913 erst 49 kWh/Einwohner betragen hat, belief er sich 1926 bereits auf 142 kWh. Die Steigerung der letzten Jahre ist dabei nicht nur auf die erhöhte Stromabgabe an industrielle Abnehmer, sondern mindestens in gleichem Maß auf den wachsenden Bedarf der Kleinabnehmer zurückzuführen.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die vom Statistischen Reichsamt[2] berücksichtigten 122 Elektrizitätswerke haben im November 1927 (26 Arbeitstage) 1218,9 Mill. kWh selbst erzeugt, d. s. 54,7 Mill. kWh mehr als im Vormonat (1164,2 Mill. kWh), 222,6 Mill. kWh mehr als im gleichen Monat von 1926 (996,3 Mill. kWh) und je Arbeitstag 46,882 Mill. kWh (44,778 i. Vm., 39,853 i. V.). Die arbeitstägliche Meßziffer ist gegen den Monatsdurchschnitt 1925 auf 138,86 gestiegen, gegen den gleichen Monat des Vorjahres aber auf 117,64 gefallen. Der Anschlußwert der von 103 Werken unmittelbar belieferten industriellen und gewerblichen Abnehmer stellte sich im Oktober (26 Arbeitstage) auf 3,813 Mill. kW (3,777 i. Vm., 3,555 i. V.) und der Verbrauch dieser Konsumenten im ganzen auf 451,1 Mill. kWh (436,8 i. Vm., 354,8 i. V.), also auf 17,349 Mill. kWh je Arbeitstag (16,801 i. Vm., 13,646 i. V.). Auf 1 kW Anschlußwert entfielen arbeitstäglich 4,55 kWh (4,45 i. Vm., 3,84 i. V.). Als Meßziffer ergeben sich gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 117,95, gegen den gleichen Monat des Vorjahres 118,54.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 70.
[2] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 17.

Fortschritte in der Elektrisierung Ungarns. — Bezüglich der Versorgung Transdanubiens und der ungarischen Staatsbahnstrecke Budapest—Wien mit elektrischer Arbeit ist nach langwierigen, vom Handelsminister wesentlich geförderten Verhandlungen nunmehr der Vertrag mit der englischen Talbotgruppe unterzeichnet worden. Das Kraftwerk wird in Bánhida, nahe den Kohlengruben der Ungar. Allg. Kohlenbergbau A. G. errichtet. Für die Finanzierung gewährt die Londoner Whitehall Trust Co. eine rd. 2,7 Mill. £ ausmachende Anleihe, von der das englische Schatzamt etwa ein Drittel garantiert. Zwecks Ausführung des Werkes, das den nördlichen Teil Westungarns, vor allem (neben der Kelenfölder Zentrale) die Hauptstadt Budapest und die von dieser nach Wien führende Staatsbahnstrecke (bis Hegyeshalom 190 km) mit Strom beliefern soll, ist, wie hier schon erwähnt wurde[1], die Ungarische Transdanubische Elektrizitäts-A. G. mit 1 Mill. Pengö Kapital gegründet worden. Am Bau und der Einrichtung der Zentrale sowie an der Bahnelektrisierung wird vor allem der Ganz-Danubius-Konzern beteiligt sein, daneben aber auch eine Anzahl englischer Unternehmungen.

Was weitere elektrizitätswirtschaftliche Maßnahmen und Projekte betrifft, so wird im Esztergomer Kohlenbecken demnächst eine Zentrale errichtet werden, um der Staatsbahnlinie Budapest—Esztergom—Füzitö Elektrizität zuzuführen. Die Ajkaer Kohlengrube baut ihr Kraftwerk aus, um die Gegend des Plattensees mit Strom zu versehen; die erweiterte Anlage soll jährlich 8 Mill. kWh erzeugen. Die alte Zentrale in Tata wird unabhängig von dem eingangs genannten Talbotwerk vergrößert, um die Komitate Esztergom und Komárom ihrem Leitungsnetz anschließen zu können. Die Vaterländische Bank hat eine Gesellschaft gegründet, welche 200 Gemeinden elektrische Arbeit liefern soll; dazu wird eine 150 km lange 30 kV-Fernleitung errichtet, deren Ausgangspunkt die Pécsujhelyer-Zentrale der Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft bildet. Die Elektrizitätswerke der Stadt Debreczen arbeiten lebhaft an der Einbeziehung der umliegenden Ortschaften in ihr Versorgungsnetz. Das Komitat Zemplén verhandelt wegen seiner Elektrisierung und das Komitat Zala wegen Aufnahme einer Anleihe für den Ausbau des Elektrizitätswerks seiner Hauptstadt Zalaegerszeg. Zemplén und das Komitat Borsod haben gemeinschaftlich mit 1,8 Mill. Pengö die Sajo-Hermander Elektrizitäts-A. G. gegründet. Von der Ungarischen Eskompte- und Wechselbank ist mit 1 Mill. Pengö die Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft für die ungarische Tiefebene errichtet worden, an der außer amerikanischen Interessenten auch die Berliner Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft beteiligt ist. Ihre Zentrale wird den Lignit der Mátragegend verwerten. Das Kraftwerk der Salgotarjaner Kohlengrube hat bereits eine Fernleitung bis Hatvan ausgebaut und verhandelt zur Zeit über die Elektrisierung der Städte Karczag, Kisujszállás und Püspökladány. Die Bicskeer Elektrizitäts-A. G. wird die Fernleitung Tata-Bicske (22 kV) verlängern, um weitere Gemeinden mit Strom versehen zu können. Ähnlichem Zweck wird eine 60 km lange Leitung dienen, die die Zentrale der Komloer staatlichen Kohlengrube baut. Ferner sollen alle Ortschaften in der Umgebung der von Szeged bis Magyarcsanád führenden Leitung Elektrizität erhalten. Die Elektrizitätsgenossenschaft des Komitats Veszprém wird 164 Gemeinden elektrisieren, und die Elektrizitätsgenossenschaft von Nagykunság projektiert mit Hilfe einer 110 km langen Hauptleitung ebenfalls die Stromversorgung einer großen Anzahl von Gemeinden. Man erkennt die Bestrebungen, die überall auf Elektrisierung des Landes gerichtet sind. Um in diese aber System zu bringen und unnütze Konkurrenz zu verhüten, bereitet das Handelsministerium ein Gesetz vor, nach dem Komitate, Städte und Gemeinden elektrische Anlagen künftig nur mit seiner Genehmigung errichten dürfen. *P. P.*

[1] ETZ 1927, S. 778.



VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Mitgliedsbeitrag für persönliche Mitglieder.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1928 beträgt einschl. kostenfreier Zustellung der Vereinszeitschrift, der „Elektrotechnischen Zeitschrift", für die persönlichen Mitglieder wie im Vorjahr 30 RM. Diejenigen Mitglieder, die den Beitrag noch nicht entrichtet haben, werden im eigenen Interesse um recht baldige Bezahlung gebeten, damit der ununterbrochene Fortbezug der ETZ gesichert ist (Postscheckkonto: Berlin Nr. 13302).

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 14. Februar 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Erich Schulze (Hannover) über: „Ein einfaches Verfahren zum Magnetisieren von permanenten Magneten".

Inhaltsangabe:

Das Magnetisieren von permanenten Magneten durch einen Induktionstromstoß, der in einem Kurzschlußring eines mit Gleichstrom erregten Transformators beim Abschalten oder Einschalten induziert wird (D. R.-P. Nr. 241 705).

1. Das Magnetisieren beim Abschalten. Der Abschaltvorgang eines Gleichstrommagneten mit Dämpferwicklung. Die Überspannungen und der Verlauf des Induktionstromstoßes unter dem Einfluß der zu magnetisierenden Magnete als sekundäre Streuinduktivität. Die „Stoßmagnetisierung". Die erzielbare Remanenz der Magnete in Abhängigkeit vom primären Erregerstrom und der Zahl der Magnete. Der Einfluß des Eisenschlusses der Magnete und des Ohmschen Widerstandes (Querschnittes) des Kurzschlußringes. Die schädliche Vormagnetisierung im entgegengesetzten Sinne beim Einschalten. Die Verteilung der beim Abschalten freiwerdenden magnetischen Energie.

2. Das Magnetisieren beim Einschalten. Der Einschaltvorgang eines Gleichstrommagneten mit Dämpferwicklung und der Einfluß der zu magnetisierenden Magnete. Die erzielbare Remanenz der Magnete in Abhängigkeit vom primären Erregerstrom und vom primären Vorwiderstand (von der primären Zeitkonstanten).

Vergleich der beiden Verfahren. Das Altern der Magnete. Die Anwendung des Verfahrens in der Praxis.

Der Vorsitzende des Fachausschusses
für elektrisches Nachrichtenwesen.
Arendt.

Bekanntmachung.

Betr. Vortragsreihe Elektrothermie.

Am 13. und 20. Februar 1928 finden die Vorträge der in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule veranstalteten Vortragsreihe „Elektrothermie" nicht im Hörsaal E B. Nr. 301, sondern

im Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule, Hörsaal Nr. 141,

statt.

Rückblick auf die wichtigsten Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Jahre 1927[1].

Das Jahr 1927 brachte den deutschen elektrische Energie erzeugenden Werken eine erhebliche Steigerung ihres Absatzes, hervorgerufen durch eine gute Beschäftigung der Industrie und durch die zunehmende Verwendung der Elektrizität, besonders elektrisch-betriebener Einrichtungen für den Haushalt.

Dem erhöhten Bedarf entsprechend hat eine Erweiterung der Erzeugungsanlagen z. T. in erheblichem Umfange stattgefunden. Von Neubauten, die im Berichtsjahre in Betrieb genommen worden sind, seien das Großkraftwerk Klingenberg in Berlin-Rummelsburg, das Kraftwerk Neuhof bei Hamburg, das Werk Böhlen bei Leipzig und das Wasserkraftwerk der Rhein-Main-Donau Aktiengesellschaft in Kachlet bei Passau besonders genannt. Von Interesse ist auch die Neugründung der Ryburg-Schwörstadt A.-G., die die Wasserkräfte des Rheins im Umfange von etwa 90 000 kW in vier Turbinen ausnutzen soll. In zahlreichen anderen Werken sind erhebliche Erweiterungen des Maschinenparks und der Schaltanlagen vorgenommen worden und noch im Bau.

Die neu errichteten Dampfkraftwerke sind fast durchweg für Dampfdrücke zwischen 30 und 40 atü eingerichtet. Es ist indessen anzunehmen, daß der Übergang zu höheren Drucken unmittelbar bevorsteht. Für die Erweiterung des Kraftwerkes Mannheim ist bereits ein Druck von 100 at vorgesehen. Der Bensonkessel ist inzwischen soweit in seiner Entwicklung vorgeschritten, daß mit seiner demnächstigen praktischen Anwendung in Kraftwerken gerechnet werden kann. Das bedeutet eine Steigerung der Kesselspannung auf etwa 200 at.

Neben dem reinen Elektrizitätsvertrieb wird dem Absatz von Wärme aus den Kesselanlagen der Elektrizitätswerke steigende Aufmerksamkeit zugewendet. Nach dem Vorgehen von Hamburg sind derartige Umstellungen in Berlin, Elberfeld und Zeitz im Gange, während das Elektrizitätswerk Schwerin die Abwärme der Dieselmotoren zu Heizzwecken verwenden will.

Das Hauptproblem für den Kraftwerkbau, das noch zu keiner vollkommen befriedigenden Lösung geführt hat, ist die Deckung des Spitzenbedarfes. Eine in aussichtsvoller Entwicklung begriffene Lösung der Aufgabe ist die Ausbildung von Großdieselmaschinen als Spitzenmaschinen. Nachdem im Kraftwerk Hamburg-Neuhof eine solche Maschine für eine Leistung von 10 000 kW schon zu Anfang des Berichtsjahres in Betrieb gekommen ist, sind nun auch von dem MEW für dessen Umspannwerk Hennigsdorf zwei Dieselmotoren von je 8000 kW und 215 Umdr./min in Auftrag gegeben worden; sie dürften im Jahre 1928 zur Spitzendeckung und als Reservemaschinen dem Betrieb übergeben werden.

Auch Wasserkraftanlagen werden als Speicherwerke zur Spitzendeckung herangezogen; hierzu sei auf den Bau der Speicheranlage des R. W. E. bei Herdecke und das gemeinsam von den sächsischen Staatswerken und der Stadt Dresden geplante Speicherwerk bei Niederwartha (Elbe) hingewiesen. Wesentlich den Zwecken der Spitzendeckung dienen auch die aus dem Achenseewerk nach Bayern eingeführten Elektrizitätsmengen; erheblich größere Leistungen werden noch zur Verfügung stehen, wenn die jetzt begonnenen Arbeiten an den Wasserkräften des Vorarlberges vollendet und durch Fernleitungen deren Leistung den deutschen Verbrauchsgebieten zugeführt wird.

Die Grenze der Wirtschaftlichkeit der Spitzendeckung durch Ruths-Speicher ist von der Zeitbasis und der Leistungshöhe abhängig. In Deutschland sind bisher drei derartige Anlagen ausgeführt:

Für

1. E. W. Leipzig-Nord mit einer Speicherkapazität von 6500 kWh und einer Leistung von 14 000 kW;
2. E. W. Pforzheim mit einer Speicherkapazität von 4500 kWh und einer Leistung von 3000 kW;
3. E. W. Ober-Lungwitz mit einer Speicherkapazität von 9600 kWh und einer Leistung von 6000 kW.

Schließlich wäre in diesem Zusammenhange zu erwähnen, daß die Akkumulatorenbatterie besonders in Großstädten zur Spitzendeckung herangezogen wird. Einige Kraftwerke haben ihre Batterieanlagen vergrößert.

[1] Gehört zum Bericht über die Jahresversammlung, der in H. 7 zum Abdruck gelangt.



Ein zweites Problem bildet die Frage der Netzkuppelungen, besonders zwischen Drehstrom- und Einphasennetzen. Die größte Maschine dieser Art in Deutschland wurde für das Kraftwerk Pfrombach der Mittleren Isar A.-G. in Auftrag gegeben. Ein Drehstrommotor von 15 000 kW treibt eine Einphasenmaschine für 20 000 kVA an. Der Maschinensatz wurde außerdem noch mit Turbinen gekuppelt. Gleichzeitig arbeitet der Drehstrommotor auch als Generator.

Auf dem Gebiete der Turbomaschinen herrschten die großen Leistungen vor. Maschinen für Leistungen bis zu 55 000 kVA wurden bestellt. An die mechanische Sicherheit der Turboläufer für 3000 Umdrehungen wurden verschärfte Anforderungen hinsichtlich des Materials, der Schleuderdrehzahlen und der Schleuderdauer gestellt.

Im Bau der Schaltanlagen sind Fortschritte insbesondere auf dem Gebiete der Freiluftstationen zu verzeichnen. Die Schaltanlagen in Tschechnitz bei Breslau, Hennigsdorf bei Berlin, Neuruppin, Strausberg und andere für 50 bis 100 kV sind fertiggestellt worden bzw. noch im Bau. Eine allgemeine Entscheidung zwischen Freiluftstationen und geschlossenen Anlagen ist noch nicht getroffen. Zur Zeit werden noch überwiegend Innenraumanlagen gebaut.

Der Hochspannungsapparatebau hat durch die Neufassung seiner VDE-Bestimmungen einen neuen Anstoß erhalten. Insbesondere sind auch in letzter Zeit neue Ölschalterkonstruktionen entstanden.

Zur Verbesserung des Leistungsfaktors gelangten an verschiedenen Stellen große Blindleistungsmaschinen zur Aufstellung; auch Blindleistungskondensatoren haben zu diesem Zwecke Verwendung gefunden.

Großgleichrichteranlagen — vorwiegend für Straßenbahnzwecke — sind in größerer Zahl entstanden. Für die Berliner Stadtbahn sind ausschließlich Gleichrichteranlagen von größter Leistung (2000 A) vorgesehen. Unverkennbar ist das Bestreben, diese Anlagen vollselbsttätig herzurichten.

Die Freileitungen für Hochspannung befinden sich in ruhiger aber stetiger Weiterentwicklung; insbesondere im Hinblick auf die Erhöhung der Betriebsicherheit. Die Umstellung auf kittlose Kappenisolatoren ist nahezu zum Abschluß gekommen. Die weniger betriebsicheren Schlingenisolatoren haben weiter an Bedeutung verloren. Die Forderung der unbedingten Durchschlagsicherheit hat den Vollkernisolator und ähnliche, im Hinblick auf dieses Ziel entstandene Typen in ihrer Entwicklung gefördert. An die mechanische Festigkeit der Isolatorenketten werden weiterhin die schärfsten Anforderungen gestellt; selbst Kleinhänger werden in Ausführungen mit besonderer mechanischer Verstärkung geliefert.

Als Leitungsmaterial für Freileitungen haben die in den letzten Jahren entwickelten hochleitfähigen, vergütbaren Aluminiumlegierungen die Konkurrenz mit dem Kupfer verschärft aufgenommen. Versuche über die Korrosionsbeständigkeit dieser Seile sind im Gange.

Das deutsche Fernleitungsnetz, vor allem die Höchstspannungsleitungen, für die als Normalspannung 100 kV sich einbürgert, hat umfangreiche Erweiterungen erfahren. Die große Fernleitungstrecke für 220 kV, die von dem Goldenbergwerk des RWE nach Süddeutschland ausgeführt wurde, ist bis Stuttgart ausgedehnt worden. Die Verbindung dieser Leitung mit den Landesversorgungsnetzen in Baden, Württemberg und Bayern ist nunmehr vollendet; auch die preußischen Kraftwerke sind mit dem bayerischen Landesnetz zusammengeschlossen.

Von besonderem Interesse ist die Verwendung von Hochspannungskabeln für die Fernübertragung. Zu den mit 60 kV betriebenen Drehstromkabeln zur Versorgung von Kassel und Magdeburg ist die Versorgung Nürnbergs mittels dreier Einleiterkabel für 100 kV hinzugetreten, die das Großkraftwerk Franken bei Nürnberg bzw. das dortige Umspannwerk der bayerischen Landesversorgung mit den Speisepunkten innerhalb Nürnbergs verbindet. Gegenüber diesen Fortschritten in der Verwendung von Kabeln für besonders hohe Spannungen bedeutet für den Ausbau der Mittelspannungsnetze der Ersatz des gesamten 15 kV-Freileitungsnetzes des Elektrizitätsverbandes Weißenfels-Zeitz vielleicht einen bedeutsamen Wendepunkt.

Die Zunahme des Elektrizitätsabsatzes in Niederspannungsnetzen zwingt zu einem tiefgreifenden Ausbau der Verteilungssysteme, der auf dem Wege des Übergangs von Gleichstrom zu Drehstrom von 220 V sich in großem Umfange vollzieht. Eine Anzahl deutscher Großstädte wie Berlin, Hannover, Kassel u. a. sind auf diesem Wege bereits weit vorgeschritten, während Nürnberg, Frankfurt a. M., Dresden und andere Städte Einphasen-Wechselstromnetze in Drehstromnetze höherer Betriebspannung allmählich umgestalten.

Die Bedeutung der Schutzsysteme gegen Fehler in Netzen wird mehr und mehr erkannt. Besondere Beachtung wird dem Erdschlußschutz für Generatoren und Leitungsnetze beigelegt. Auch die Schwierigkeiten der Kurzschlußabschaltung sind durch großzügige Versuche weiter geklärt worden.

Auf dem Gebiete des Relaisschutzes von Transformatoren, Generatoren und Leitungen hat sich im Laufe der Jahre herausgestellt, daß die einfachen Ausführungen insbesondere für vermaschte Netze nicht ausreichen. Man hat dafür Relais geschaffen, deren Ausschlag proportional der Impedanz oder der Reaktanz der geschützten Leitungstrecke ist, und hat die Auslösung als Funktion der Leitungslänge von dem Relaisaufstellungsort bis zur Fehlerstelle abhängig gemacht. Auf diesem Gebiete ist von allen Firmen eine rege Entwicklungstätigkeit entfaltet worden.

Auf dem Gebiete der Isolierstoffe war das große Ereignis des Jahres die Werkstoffschau, deren eine Hauptgruppe die elektrotechnischen Isolierstoffe umfaßte. Der Stand der Technik hinsichtlich Stoff, Verarbeitung und Prüfung wurde hier in umfassender Weise vorgeführt. Eine besondere Isolierstofftagung diente mit Fachberichten aus allen Einzelgebieten zur Ergänzung der Schau.

Auf dem Gebiete der Akkumulatoren sind augenfällige, die Allgemeinheit interessierende Veränderungen aus dem letzten Jahre kaum zu berichten. Kleine ortsfeste Batterien werden in steigendem Maße für Fernsprech-, Signal- und Betätigungseinrichtungen gewählt. Akkumulatoren für Eisenbahntriebwagen sind mehrfach im Deutschen Reiche wieder zur Anschaffung gekommen. Für Grubenbetriebe sind Akkumulatoren-Lokomotiven in größerer Zahl bestellt worden. Die Verwendung ortsbeweglicher Batterien für Elektrokarren, Fabrikschlepper und ähnliche Fahrzeuge nahm wesentlich zu.

Grundlegende Neuerungen auf dem Gebiete der Zeiger- und Präzisionsinstrumente sind nicht herausgekommen. Es gewinnen indessen die Fernmessungen von Strömen, Spannungen und Leistungen auf große Entfernungen an Interesse, und zwar wird die Übertragung sowohl auf Leitungen als auch auf drahtlosem Wege erfolgen. Für die Anlagen von Zentralkommandostellen scheint dies eine unentbehrliche Ergänzung zu werden.

Die Lichttechnik hat eine rasch fortschreitende Entwicklung genommen. Die Schaufenster sind schon recht gut beleuchtet; daneben verbreitet sich mehr und mehr das beleuchtete Firmenschild in den verschiedenartigsten Ausführungsformen. Auf dem Gebiete der Lichtreklame erfreuen sich u. a. die Neon-Leuchtröhren besonderer Beliebtheit. Die Flutlichtbeleuchtung ist nicht nur zum Erhellen von Gebäudefronten, sondern auch für die Anleuchtung großer Reklameflächen herangezogen worden. Die Innenbeleuchtung entwickelt sich nach den Gesichtspunkten heutiger Beleuchtungskunst, die der Erscheinung des neuzeitlichen Innenraumes ihr Gepräge gibt.

Auf dem Gebiete der Luftfahrt finden elektrische Scheinwerfer hauptsächlich für Glühlampenbetrieb sowie Neon-Leuchtröhren zur Beleuchtung des Flughafens und für die Markierung der Flugstrecke Verwendung. In der Kinoprojektion hat sich als Lichtquelle für kleine und mittelgroße Apparate die Glühlampe durchgesetzt.

Die Hauptarbeitsgemeinschaft für Überwachung der Starkstromanlagen auf dem Lande entwickelte eine rege Tätigkeit in der Revision älterer landwirtschaftlicher Anlagen, indem sie nicht nur vorhandene Mängel feststellte, sondern vor allem das Verständnis der Landwirte für die Bedeutung einer technisch einwandfreien Installation zu wecken suchte. Das Bestreben nach Verbilligung normaler Hausinstallationen hat zu der Entwicklung eines Systems von Kleinsicherungen geführt, das den neuzeitlichen Forderungen entspricht, überflüssigen Aufwand an Gewicht und Material zu vermeiden und bei zweckdienlicher Bauart kleine Abmessungen zu erzielen. Die elektrischen Hausgeräte führen sich rasch in den Städten und auf dem Lande ein. Konnte schon lange ein Haushalt ohne elektrischen Staubsauger und elektrisches Bügeleisen nicht mehr als zeitgemäß gelten, so haben sich neuerdings der elektrische Bohner, die Haarschneidemaschine, Haardusche und der Küchenmotor in starkem Maße eingeführt. Aber auch für den elektrischen Küchenherd und den Heißwasserspeicher zeigt sich steigendes Interesse, nachdem die Elektrizitätswerke ihre Einführung durch Sondertarife unterstützen.



Auf dem Gebiete der Elektromedizin und der Röntgentechnik sind beträchtliche Fortschritte gemacht worden. Es wurden Einrichtungen zum Hörbarmachen und Aufzeichnen von Herztönen und anderen Körpergeräuschen geschaffen. Die Röntgenapparate für Therapie und Diagnostik wurden weiter vervollkommnet. Für die Dentalelektromedizin sind Universaleinrichtungen herausgebracht worden, die die gesamten für den modernen Zahnarzt erforderlichen elektrischen Geräte in einem einzigen Aufbau vereinigen.

Die im Bericht für das Jahr 1926 erwähnten Arbeiten für Umstellung des Dampfbetriebes auf elektrischen Betrieb auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen sind im Berichtsjahre stark gefördert worden, so daß mit Aufnahme des elektrischen Betriebes in der ersten Hälfte des Jahres 1928 gerechnet werden kann. Für die mit Wechselstrom von $16^2/_3$ Hz und 16 kV versorgten Streckengebiete der Deutschen Reichsbahn sind umfassende Neubeschaffungen in Auftrag gegeben worden, darunter Schnellzugslokomotiven für 110 km/h Höchstgeschwindigkeit und Güterzugslokomotiven für die schlesischen Gebirgstrecken. Die Einführung der elektrischen Zugförderung auf der Berliner Stadtbahn hat für Deutschland erstmalig die Möglichkeit geschaffen, in größerem Umfange bedienungslose Unterwerke einzuführen.

Die Mechanisierungs- und Rationalisierungsbestrebungen im Bergbau haben zu Fortschritten auf dem Gebiete der Untertagemaschinen, wie Schrämmaschinen, Schüttelrutschen u. dgl., und zur Steigerung der Schachtleistung geführt. Die Drehstromfördermaschinen wurden besonders im Hinblick auf Sicherheit und Wirtschaftlichkeit weiterentwickelt. Die im Vorjahre in Betrieb genommene, bisher größte Gestellförderung im Steinkohlenbergbau wurde in diesem Jahre durch besondere Maßnahmen zur größten Gestellförderleistung der Welt gebracht.

Für die Erdölindustrie hat die Elektroindustrie besonders kombinierte Senkpumpenaggregate entwickelt, die sich auch für Wasserförderung aller Art eingeführt haben.

In der Eisen- und Stahlindustrie wurde neben anderen Großantrieben ein Umkehrblockwalzmotor mit der größten Motorleistung der Welt in Betrieb genommen. Einrichtungen zum Belastungsausgleich von Walzwerksantrieben wurden durch die Anwendung neuer verschiedenartiger Regelsätze verbessert.

In der Textil- und Kunstseidenindustrie ist man mit dem Einzelantrieb besonders vorwärts gekommen, so daß dort zum Teil sogar die einzelne Spindel mit je 1 Motor versehen wird.

In der Papierindustrie ist bemerkenswert, daß Papiermaschinen bis zu den größten Leistungen mit Vielmotorenantrieben ausgerüstet wurden. Die Anwendung des Einzelantriebes ist sehr viel schneller vorwärts gekommen als in der vorausgegangenen Entwicklungszeit, so daß es heute im großen und ganzen nicht mehr erforderlich ist, den Einzelantrieb besonders zu vertreten.

Die von der chemischen Industrie gestellten besonderen Anforderungen an die elektrischen Ausrüstungen aller Art haben häufig Sonderkonstruktionen ergeben, die zu einer weitgehenden Lösung der Probleme führten. Vor allem ergaben sich durch die Forderung der chemischen Industrie neue Grenzleistungen für Gleichstrommaschinen, Transformatoren und Blindleistungsmaschinen.

Die elektrotechnische Industrie hat auf der ganzen Linie im Elektromaschinenbau, insbesondere auf dem Gebiet der Serienmotoren, neue besser ausgenutzte Motoren geschaffen, die auch zum Teil in ihrer mechanischen Ausführung, insbesondere in bezug auf die Lagerung der Läufer, einen wesentlichen Fortschritt bedeuten.

Auf dem Hebezeuggebiet, insbesondere auf dem Gebiete der Bagger, sind besondere Anforderungen in bezug auf die Leistungen gestellt worden. Diese Anforderungen führen zu wesentlicher Vergrößerung der Leistung der Antriebsmotoren, für die ebenfalls neue Konstruktionen geschaffen wurden, die besonders den starken mechanischen Anforderungen Rechnung tragen.

Für die Bagger- und Abraumbetriebe in der Braunkohlenindustrie bedingten die großen Leistungen und die großen fahrbaren Längen die Anwendung wesentlich höherer Betriebspannungen als bisher. So wurden für Drehstrom Spannungen bis zu 6000 V, bei Gleichstrom Spannungen bis 1200 V angewendet. Auch für Wasserbauwerke wurden umfangreiche elektrische Antriebe ausgeführt.

Das Gebiet der elektrischen Schweißung machte im abgelaufenen Geschäftsjahre hinsichtlich technischer Entwicklung und Anwendung wesentliche Fortschritte; insbesondere wurde die elektrische Schweißung umfangreich für Eisenbahnoberbau und für den Schiffbau zur Anwendung gebracht.

Die elektrische industrielle Heizung für Glühen, Blankglühen, Trocknen und Schmelzen hat zu verschiedenen neuen Anwendungen und zu nennenswerten Ofenbauten geführt.

Auf dem Gebiete der elektrischen Gasreinigung hat sich die Anzahl der Anwendungsgebiete sehr erhöht. Im letzten Jahre wurde auch bereits eine größere Anzahl von Elektrofiltern für Gichtgasreinigung bestellt.

Die Weiterentwicklung der elektrischen Schiffshilfsmaschinen hat Anerkennung gefunden und zu neuen Anwendungen geführt.

Der Ausbau des internationalen europäischen Fernsprechnetzes über die Fernkabel hat 1927 weitere Fortschritte gemacht. So erhielt das deutsche Fernkabelnetz, das mit zur Zeit 7600 km Gesamtlänge in Europa nach Ausdehnung und Dichte weitaus an erster Stelle steht, Anschluß an die Fernkabelnetze in Österreich, Frankreich, Dänemark, Belgien, Ungarn und in der Tschechoslowakei. Der Anschluß Italiens an das deutsche Netz über Kufstein—Innsbruck steht bevor.

Die für die Fernsprechweitverbindungen erforderlichen Verstärker wurden durch eine neue Art des Dämpfungsausgleichs vervollkommnet. Hervorzuheben ist die Schaffung eines Einheitsverstärkers. Die Vierdrahtleitungen für den Weltverkehr wurden im großen Umfange mit Echosperrern ausgerüstet.

Die im C. C. I. vereinigten staatlichen Fernsprechverwaltungen haben an den zahlreichen Aufgaben des zwischenstaatlichen Fernsprechverkehrs intensiv weitergearbeitet; wichtige Beschlüsse sind in der Vollsitzung in Como im vergangenen Herbst gefaßt worden.

In der Fabrikation von Kabeln und Pupinspulen sind bedeutende Erfolge zu verzeichnen, u. a. wurde die Gleichmäßigkeit der elektrischen Eigenschaften der Kabel verbessert. Unter den im Jahre 1927 ausgelegten Fernsprechseekabeln ist das von der Felten & Guilleaume, Carlswerk A.-G. hergestellte Kabel zwischen Deutschland und Schweden hervorzuheben.

In der Fernsprech-Selbstanschlußtechnik hat die Ersetzung des Handamtsbetriebs durch den Selbstanschlußbetrieb erhebliche Fortschritte gemacht. Es konnte eine große Zahl von S. A.-Ämtern, Fernsprechämtern, Schnellverkehrsämtern, festen und Schnurverstärkerämtern dem Betrieb übergeben werden.

Parallel zu der schaltungstechnischen Entwicklung der Systeme liefen die Rationalisierungsbestrebungen. In der Fabrikation sind durch stark vermehrte Einführung der Fließfertigung, umfangreichere Verwendung maschineller Vorrichtungen usw. außerordentliche Fortschritte erzielt worden.

Auf dem Gebiete der Telegraphie ist die lebhafte technische Entwicklungsarbeit von dem Bestreben genährt worden, durch technische Fortschritte und Rationalisierung des Betriebes die z. Zt. in allen europäischen Ländern nicht befriedigende Wirtschaftlichkeit des Telegraphenbetriebs zu verbessern.

Die Unterlagerungstelegraphie, bei der auf der gleichen Kabelader telegraphiert und gesprochen wird, ist nunmehr in das Stadium praktischer Betriebserprobung getreten.

Am 1. Dezember wurde die Bildtelegraphie auf dem Fernkabel Berlin—Wien dem öffentlichen Verkehr übergeben; die Apparate arbeiten nach dem System Karolus-Siemens-Telefunken.

Hinsichtlich der Seekabeltelegraphie ist das neue Kabel Emden — Azoren der Kabelverbindung mit Amerika am 4. März 1927 in Betrieb genommen worden, so daß Telegramme zwischen New York und Emden unmittelbar ausgetauscht werden können.

Auf dem Gebiete des Funkwesens sind an Neubauten von Großstationen für den Verkehr auf langen Wellen zu erwähnen die Großstation Rom (400 kW) und eine in Angriff genommene 600 kW-Station für Japan.

Die Hauptfortschritte zeigten sich auch im vergangenen Jahre wieder auf dem Gebiete der Kurzwellentechnik und in der damit aufs engste verknüpften drahtlosen Telephonie und Bildtelegraphie, u. a. nimmt die Konstruktion der Kurzwellensender feste Formen an. Der drahtlose Überseedienst, den die Transradio A.-G. für drahtlosen Überseeverkehr versieht, hat im Jahre 1927 weitere Fortschritte gemacht. Von Deutschland aus wurden Überseelinien nach New York, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Abu Zabal, Malabar, Mukden, Osaka und den Philippinen betrieben.



Für die Zwecke der Armee und Polizei wurden für bewegliche Stationen Kleinsender mit Leistungen zwischen etwa $^1/_{10}$ und 10 W entwickelt. Auch hier hat sich die Quarzsteuerung als wertvoll erwiesen.

Bedeutende Fortschritte sind auf dem Gebiete der drahtlosen Telephonie zu verzeichnen. Dank der mit der Kristallsteuerung erreichten vollkommenen Konstanz der Welle konnten — vorläufig nur einseitig — während mehrerer Versuchstage einwandfreie drahtlose Gespräche von Berlin aus nach Buenos Aires und Rio de Janeiro geführt werden. Die Versuche zum Anschluß des deutschen Fernsprechnetzes an die funktelephonische Verbindung England—Nordamerika waren erfolgreich, so daß der unmittelbare Fernsprechverkehr zwischen Deutschland und Nordamerika demnächst aufgenommen werden kann.

Beim Bildfunk wurde durch eine wesentliche Verbesserung der Optik in den Apparaten erreicht, die kleinste Buchstabenschrift sauber zu übertragen.

Als unentbehrliches Hilfsmittel der Navigation für alle wertvolleren Schiffe wird der Funkpeiler mehr und mehr anerkannt.

Auf dem Gebiete des Rundfunks hat in Deutschland die Zahl der Teilnehmer die zweite Million überschritten. Das Rundfunksendernetz umfaßt Ende 1927 11 Haupt- und 12 Nebensender sowie den Deutschlandsender in Königswusterhausen.

Der vom Weltrundfunkverein ausgearbeitete und Ende 1926 in Kraft gesetzte Verteilungsplan der Rundfunkwellen ist im Jahre 1927 weiter vervollkommnet worden. Die Ergebnisse der kürzlich abgeschlossenen Funkkonferenz in Washington werden eine Neuregelung der Rundfunkwellenverteilung erfordern. In enger Verbindung mit der Regelung der Wellenfrage steht die Frage des Gleichwellen-Rundfunks, das Bestreben, eine Reihe verschiedener Sender auf derselben Welle zu betreiben.

Die bisher geübte rein empirische Entwicklung der Rundfunk-Empfangsgeräte beginnt einer wissenschaftlichen Durchbildung Platz zu machen, wozu die Vervollkommnung der Hochfrequenzmeßgeräte wesentlich beigetragen hat.

Die Untersuchungen zur Beseitigung von Rundfunkstörungen haben zu weiteren praktisch wertvollen Erkenntnissen geführt. Die Ursachen der durch den Straßenbahnbetrieb hervorgerufenen Störungen sind geklärt, die Mittel zur Abhilfe sind bekannt.

Auf dem Gebiete der technischen Akustik sind die Meßmethoden im Berichtsjahre wesentlich ausgebaut und dabei vereinfacht worden.

Beim Bau von Lautsprechern hat man sich von den Trichterformen immer mehr ab- und den Flächenlautsprechern zugewandt. Im Fernmeldewesen macht die Anwendung der Telephonie längs Hochspannungsleitungen beträchtliche Fortschritte. Die Hochfrequenztelephonie wird heute ganz allgemein als das betriebsicherste Verkehrsmittel für Hochspannungsnetze angesehen.

Außerordentliche Sitzung

am 3. Mai 1927 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vortrag

des Herrn Prof. Dr.-Ing. W. Rogowski, Aachen, über

„Neue Wanderwellenaufnahmen mit einer neuen Bauart des Kathodenoszillographen“

(nach gemeinsamen Versuchen mit Dipl.-Ing. Flegler und Dipl.-Ing. Tamm) und Besprechung des Vortrags.

Vorsitz: Herr Dr.-Ing. E. h. Köttgen.

Nach Begrüßung der sehr zahlreichen Versammlung durch den Vorsitzenden hält Herr Prof. Dr.-Ing. W. Rogowski den bezeichneten Vortrag[1]. Zunächst wird die vor zwei Jahren von Rogowski und Flegler aufgenommene erste Wanderwelle gezeigt. Diese Aufnahme ist die erste Kunde von der Form der Wanderwelle und von der Geschwindigkeit des Zusammenbruchs der Spannung am Funken. Mit einer verbesserten Bauart des Kathodenoszillographen werden nun neue Wanderwellenaufnahmen vorgeführt. Schaltspannung: 5000 V. Länge der Leitung nur 60 m. Die neuen Oszillogramme sind außerordentlich klar und deutlich. Sie lassen Feinheiten erkennen, die in Zeiten von einmilliardstel Sekunde und weniger vor sich gehen. Die Strichlänge, die in einmilliardstel Sekunde geschrieben ist, beträgt bis zu 1 cm, die dafür erforderliche Schreibgeschwindigkeit des Kathodenstrahls bis zu 10^4 km/s. Der Elektronenklex, der bei den früheren Aufnahmen (1925) den ersten Anstieg bis auf kleine Spuren verdeckte, ist bei den neuen Aufnahmen verschwunden.

Die neuen Aufnahmen sollen dazu beitragen, unsere Vorstellungen über Wanderwellen auf eine sichere Grundlage zu stellen und unsere Kenntnis vom Durchschlag zu bereichern.

Die Untersuchung erstreckt sich zunächst auf die Beeinflussung der Wanderwellenvorgänge durch Kondensatoren und Widerstände, die an verschiedenen Stellen der Versuchsdoppelleitung eingebaut wurden. Die Oszillogramme bestätigen hier durchaus die Theorie. Wesentlich verwickelter liegen die Verhältnisse, wenn bei Spulen auch die Vorgänge innerhalb der Wicklung in Betracht gezogen werden. Hier hat die Theorie zu keinem einheitlichen Ergebnis kommen können. Wir stehen aber jetzt am Vorabend der endgültigen Klärung durch den Versuch. Die an Spulen aufgenommenen Oszillogramme beleuchten schlagartig die kommende Entwicklung des Problems. Bei der untersuchten einlagigen Spule bildet sich bei dem ersten Spannungsstoß die Spannungsverteilung so aus, daß die ersten und letzten Windungen den Hauptteil des Stoßes auffangen, während die mittleren Windungen vollkommen geschützt sind. Allmählich bilden sich dann auch in der Mitte Spannungen aus, die bei periodischer Spannungsbeanspruchung im Resonanzfalle außerordentliche Höhen annehmen können. Hierdurch kann eine starke Gefährdung der Spulenisolation eintreten. Der Versuch gibt hier eine volle Bestätigung der von Rogowski vor etwa zehn Jahren durchgeführten theoretischen Behandlung des Spulenproblems.

Auch die Untersuchungen der Wanderwellenvorgänge in Kabeln und in der Anordnung Kabel-Freileitung und Freileitung-Kabel stimmen mit der Theorie gut überein.

Durch eine besondere Meßanordnung ist es möglich, die viel umstrittene Wanderwellenstirn bis auf Bruchteile eines Meters genau auszumessen. Es können sich bei den Einschaltspannungen der benutzten Versuchsanordnung für 5000 V noch Stirnsteilheiten von 1 ÷ 1,5 m ergeben. Genau die gleichen Angaben waren von Rogowski und Flegler bereits vor zwei Jahren für 1000 V Schaltspannung gemacht. Auch noch ein gut Stück oberhalb 5000 V muß mit ähnlich hohen Steilheiten gerechnet werden.

Die Untersuchungen des Spannungszusammenbruches am Funken erstrecken sich auf den elektrischen Durchschlag in Luft, Öl und Glimmer. Es zeigt sich, daß in allen drei Fällen beim Beginn des Durchschlags die Spannung sehr rasch absinkt, der Übergang vom guten Isolator in einen vollkommenen Leiter außerordentlich rasch vor sich geht. Ist die stoßweise an die Funkenstrecke angelegte Spannung gerade in Höhe der statischen Ansprechspannung, so ergibt sich bei Luft und homogenem Feld in vielen Fällen ein stufenweiser Zusammenbruch. Die Funkenverzögerung ist im allgemeinen um so kleiner, je höher die Überspannung ist. Ein Randüberschlag bei Glimmer zeigt ein sehr viel sanfteres Absinken der Spannung als beim Glimmerdurchschlag.

Bei der Beschreibung der benutzten Apparatur werden folgende Neuerungen mitgeteilt: Beseitigung der Wandladungen durch Metall, Beseitigung von Überstrahlung durch weite Abmessungen unter Wegfall jeglicher Elektronenreflexion, dauerndes Einschalten der Kathodenspannung unter Wegfall des früheren schlagartigen Einschaltens; die Beseitigung der Plattenschwärzung durch eine Schieberblende oder durch elektrostatische und magnetische Ablenkung und Totlaufen des Elektronenstrahls in einer besonderen Kammer; Einstellen der Vakuen mit zwei Pumpen, von denen die eine nur auf das Entladungsrohr, die andere auf das Ablenkrohr arbeitet; die Beseitigung des Flackerns der Röhre durch hochohmige, nicht veränderliche und sprühende metallische Widerstände unter Wegfall der früher benutzten Wasser- und Silitwiderstände; Ersatz dieses Metallwiderstandes durch ein Glühventil. Nicht erwähnt wird die im Arch. El. Bd. 18, S. 515 beschriebene Vorkonzentrierung des Elektronenstrahls.

Hieran schließt sich die Besprechung des Vortrages.

[1] Der Inhalt des Vortrages ist im Arch. El. Bd. 18, S. 479 und 513 veröffentlicht.



Herr **Orlich:** M. H., wenn ich als erster nach den ausgezeichneten Ausführungen des Herrn Prof. Rogowski das Wort ergreife, so tue ich das, weil, wie vielleicht manche von Ihnen wissen, ähnliche Versuche bei uns im Elektrolaboratorium der Technischen Hochschule Berlin im Gang gewesen sind. Wir haben etwa gleichzeitig mit Rogowski angefangen, ohne daß wir voneinander gewußt haben, und sind auch einigermaßen gleichzeitig mit ihm fertig geworden. Die Arbeiten sind dann von beiden Seiten unabhängig weitergeführt worden. Ich weiß also vielleicht besser als viele von Ihnen die ungeheure Arbeit zu schätzen, die Herr Prof. Rogowski in seine Arbeiten hat hineinstecken müssen, kenne die Mühen und Sorgen, die diese Arbeiten gemacht haben, und weiß auch den glänzenden Erfolg zu werten, den Sie ja alle hier gesehen haben.

Die Arbeiten an dem hiesigen Laboratorium sind von Herrn Dr. Gábor ausgeführt worden, der darüber bereits bei mehreren Gelegenheiten vorgetragen hat. Wir sind natürlich auch nicht müßig gewesen und haben inzwischen den Kathodenoszillographen angewandt, allerdings nicht auf so schöne systematische Art, wie es uns Herr Prof. Rogowski gezeigt hat, die das Herz eines jeden, der an dieser Sache herumgerechnet hat, höher schlagen läßt; sondern der Oszillograph ist hauptsächlich benutzt worden, um einmal direkt in die Praxis zu gehen. Mit Hilfe der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen unter Leitung von Herrn Prof. Matthias sind von Herrn Gabór in einer besonderen Versuchsanlage neue interessante Aufnahmen gemacht worden; um Ihnen den Geschmack an der Sache womöglich noch weiter zu stärken, möchte ich den Herrn Vorsitzenden bitten, zu erlauben, daß auch Herr Dr. Gabór über die neuen Arbeiten, die er durchgeführt hat, kurz berichtet. (Zustimmung.) Bevor das aber geschieht, möchte ich noch zum Ausdruck bringen, daß wir hier merkwürdigerweise einen Fall haben, bei dem zunächst die Theorie außerordentliches geleistet und uns jahrelang allein den Weg gewiesen hat. Aber, auch Herr Prof. Rogowski sagte es schon, die Theoretiker haben zwar Hervorragendes geleistet, haben sich aber wohl jetzt genug die Köpfe wund gerechnet, und wir können froh sein, daß wir jetzt endlich so weit sind, daß wir auch praktisch sehen und durch das Experiment prüfen können, was da eigentlich los ist. Das wird natürlich auch manche schmerzliche Enttäuschung geben; das kann man bereits heute aussprechen. Es sind z. B. mit viel Gehirnschmalz und Phantasie allerlei Schutzvorrichtungen in Hochspannungsanlagen ersonnen worden. Aber die Erklärung ihrer Wirkungsweise war eigentlich immer nur durch die Theorie gestützt, und kein Mensch wußte, wie die Sache eigentlich wirklich aussah. Wenn wir nun jetzt diese Einrichtungen durch das Experiment prüfen, so wird mancher vielleicht enttäuscht sein. Aber die Bilder, die man jetzt aufnehmen kann, werden uns natürlich auch den Weg weisen, wie wir die Geschichte besser machen können, und das ist die Hauptsache. (Lebhafter Beifall.)

Herr **Gabór:** Ich möchte zunächst Herrn Prof. Rogowski zu den glänzenden Erfolgen seiner schönen Untersuchungen beglückwünschen.

Die Entwicklung des Kathodenoszillographen für Wanderwellenaufnahmen habe ich, ungefähr gleichzeitig mit Herrn Prof. Rogowski, vor drei Jahren im Elektrotechnischen Laboratorium der Technischen Hochschule Berlin unter Leitung von Herrn Geheimrat Orlich begonnen und später als Mitarbeiter der Studiengesellschaft von Höchstspannungsanlagen unter Leitung von Herrn Prof. Matthias fortgesetzt. Diese Arbeiten sind unabhängig von den Aachener Untersuchungen geführt worden, ein Erfahrungsaustausch mit Aachen erfolgte nun auf dem Wege der Veröffentlichungen. Wir haben uns in diesen Arbeiten teilweise andere Ziele gesteckt als Herr Prof. Rogowski, die entwickelten Methoden sind auch z. T. grundsätzlich verschieden. Bevor ich auf unsere Methoden eingehe, möchte ich einige Probleme erwähnen, die in Aachen und Berlin sehr ähnliche Lösungen gefunden haben.

Ein von Herrn Prof. Rogowski erwähnter sehr wichtiger Kunstgriff ist die Verwendung des geteilten Vakuums. Um in der Entladungsröhre eine kräftige Entladung aufrechtzuerhalten, zwischen den Ablenkungsplatten dagegen jede Entladung auch bei höheren Spannungen zu vermeiden, muß man in der Entladungsröhe einen Druck von $5 \div 10 \cdot 10^{-3}$ mm QS aufrechterhalten, im übrigen Apparat einen $50 \div 100$mal tieferen Druck. Dies erreiche ich seit zwei Jahren in der Weise, daß ich bei dauernd laufender Pumpe durch ein Ventil Luft in die Entladungsröhre eintreten lasse, die nur durch Öffnungen mit hohem Strömungswiderstand mit dem Ablenkungsteil kommuniziert. Bei den hohen Saugleitungen der modernen Pumpen erreicht man mit Leichtigkeit einen Druckabfall 100 : 1.

Eine wichtige Neuerung in der neuen Bauart der von Herrn Prof. Rogowski verwendeten Oszillographen ist die möglichst weitgehende Vermeidung von Glas. Auch wir arbeiten jetzt mit einem nahezu vollständig metallischen Oszillographen. Die Verwendung von Metall beseitigt einerseits die sehr störenden Wandladungen, anderseits schützt es den Kathodenstrahl vor der direkten Einwirkung der — besonders bei Hochspannungsversuchen — sehr intensiven, elektrischen und magnetischen Felder. Wie die Abb. 1 zeigt, haben wir an unserem Kathodenoszillographen sogar die Ablenkungsröhre durch einen metallischen Trichter abgeschirmt. Ich möchte noch erwähnen, daß auch wir hohe Erregerspannungen von $60 \div 70$ kV sehr vorteilhaft zur Aufnahme besonders hochfrequenter Vorgänge gefunden haben.

Abb. 1. Kathodenoszillograph.

Ich möchte jetzt auf die von uns verwendeten Methoden etwas eingehen. Wir haben vom Kathodenoszillographen vor allem die Brauchbarkeit zur Lösung von praktischen Überspannungsschutzproblemen verlangt und die Methoden zur Wanderwellenaufnahme so ausgebildet, daß sie nicht nur im Laboratorium, sondern auch in elektrischen Anlagen, sogar für Untersuchungen während des Betriebes verwendbar sind. Zwei wichtige Vorrichtungen haben uns dies vor allem ermöglicht: Das Kipprelais und eine besondere Spanungsteilerschaltung.

Das eigentliche Problem des Wanderwellenoszillographierens ist das Herstellen einer Zeitablenkungsbewegung des Kathodenstrahles. Diese Bewegung muß etwas früher einsetzen als der oszillographierte Vorgang. Sie wird hergestellt durch einen wohlbekannten elektrischen Ausgleichvorgang. Die Gleichzeitigkeit mit der untersuchten Erscheinung kann auf verschiedene Weisen bewerkstelligt werden. McEachron bei der General Electric Co synchronisiert mit mechanischen Schaltern. Auf diese Weise kann man aber nur eine Gleichzeitigkeit bis auf etwa $^1/_{10000}$ s sicher erzielen. Besser ist die Synchronisierung auf rein elektrischem Wege. Hier sind zwei hauptsächliche Möglichkeiten vorhanden. Der eine Weg ist im wesentlichen der, daß man durch einen Schalter zwei Stromkreise schaltet. In dem einen spielt sich der zu untersuchende Vorgang ab, im anderen der wohlbekannte Ausgleichvorgang, der zur Zeitablenkung benutzt wird. Diese Methode wird, soweit ich sehen kann, bei den Rogowskischen Aufnahmen benutzt, sie wurde früher auch von mir verwandt. Der zweite, grundsätzlich verschiedene Weg ist der, daß man den untersuchten Vorgang selber zur Auslösung der Zeitablenkungsbewegung benutzt, wobei aber letztere, wenn sie überhaupt einsetzt, vom auslösenden Vorgang gänzlich unabhängig verlaufen muß. Dies wird erreicht durch das von mir entwickelte Kipprelais, das ich jetzt für die Aufnahmen ausschließlich benutze.

Das Kipprelais (Abb. 2) ist eine Schaltung von Elektronenröhren und Widerständen. Es ist ein Relais ohne Spulen und ohne mechanisch bewegte Teile. Das Prin-

zipielle daran ist, daß die Schaltung zwei elektrische Gleichgewichtszustände besitzt. Durch einen Spannungsstoß, der einen gewissen Schwellenwert überschreitet, kippt das System aus dem einen Gleichgewichtszustand in den anderen hinüber, wodurch die Zeitablenkung in Bewegung gesetzt wird. Mit anderen Worten: Das Kipprelais ist eine Schaltung, bei der man auf der einen Seite einen beliebigen zeitlichen Spannungsverlauf hineinsteckt und bei der auf der anderen Seite immer derselbe Vor-



Abb. 2. Kipprelais.

gang herauskommt. Letzteren benutzt man dann zur Zeitablenkung. Man hat noch den Vorteil, daß die Zeitbewegung völlig gleichförmig ist. (Eine Schaltung zur Erzeugung einer gleichförmigen Zeitbewegung ist zuerst von Prof. Rogowski angegeben worden, sie hat aber bei den von ihm heute gezeigten Aufnahmen keine Verwendung gefunden.)

Wie gesagt, sind wir darauf ausgegangen, Aufnahmen in Hochspannungsanlagen zu machen. Hier hat das Kipprelais ausgezeichnete Dienste geleistet. Es macht den Betrieb fast selbsttätig. Sobald im Gebäude irgendein Hochspannungsvorgang vor sich geht, setzt das Relais die Zeitablenkung des Oszillographen in Bewegung. Schon die elektromagnetischen Wellen, die von jedem Hochspannungsvorgang ausgehen, genügen zur Auslösung.

Nun müssen wir, um in einer Schaltanlage arbeiten zu können, eine Spannungsteilung anwenden. Kein Elektrizitätswerk kann gestatten, daß man einen Laboratoriumsapparat an die Betriebspannung anschließt. Die Abb. 3 zeigt eine Spannungsteilerschaltung, die ungeschwächte Sicherheit für die Anlage gewährleistet. Mit Hilfe dieser Schaltung wird die Spannung gegen Erde an einem Punkt der Anlage in beliebigem Verhältnis geteilt dem Oszillographen zugeführt, der auch einige hundert Meter vom untersuchten Punkt entfernt aufgestellt werden kann. Das ist besonders bei Hochspannungsversuchen ein großer Vorteil, weil die elektrischen, besonders aber die starken magnetischen Felder außerordentliche Störungen erzeugen, die sich in Fehlzeichnungen in den Oszillogrammen äußern. Sich allein durch Abschirmung dagegen zu schützen, ist oft kaum durchführbar.

Die Spannungsteilerschaltung arbeitet in ihrer gegenwärtigen Schaltung verzerrungsfrei bis zu Frequenzen von etwa 10 m Wellenlänge. (Eine Ausführung, bei der diese Grenze noch höher liegt, ist in Arbeit.) — Ich möchte bei dieser Gelegenheit einige Worte über die Grenzen des Oszillographierens mit dem Kathodenozsillographen sagen.

Die photographische Wirksamkeit des Kathodenstrahles gestattet die Aufnahme von Frequenzen bis zu etwa einer Milliarde Hertz, es ist durchaus denkbar, daß diese Grenze noch erhöht werden kann. Bei einer Milliarde Hertz liegt aber ungefähr die Frequenzgrenze, bis zu welcher der Kathodenstrahl die Spannung zwischen den Ablenkungsplatten noch verzerrungsfrei aufzeichnet. Man muß sich aber darüber klar sein, daß man den Kathodenoszillographen praktisch kaum bis zu dieser Grenze ausnutzen kann. Denn wenn man „Spannungen" zwischen zwei Punkten messen will, so muß man sich daran erinnern, daß ja Spannung ein elektrostatischer Begriff ist.

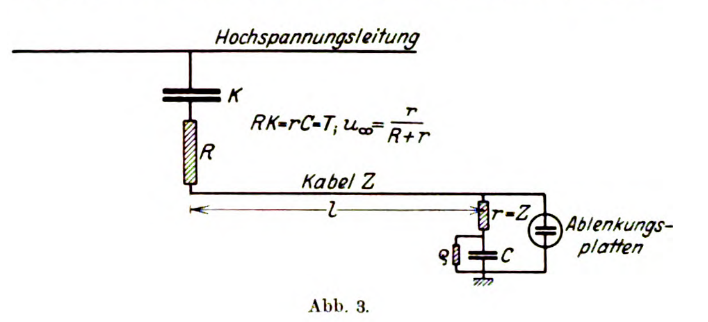


Abb. 3.

Bei zeitlich veränderlichen Vorgängen hängt die „Spannung" zwischen zwei Punkten vom Wege ab, auf welchem diese gemessen wird, also von der Lage der Meßschleife. Nur bei Planwellen besteht eine teilweise Unabhängigkeit der Spannung (d. h. des Integrales der elektrischen Feldstärke zwischen zwei Punkten) vom Integrationsweg, da bekanntlich in jeder Querschnittsebene des Parallelleitersystems eine Potentialfunktion besteht. Die Gültigkeit der Planwellentheorie hört aber auf bei Frequenzen, deren Wellenlänge in die Größenordnung der Leiterabstände fällt. Man hat also bei solchen Frequenzen unter allen Umständen eine außerordentliche Abhängigkeit der Angaben von der Anordnung der Meßleitungen, außerdem aber auch eine sehr starke Empfindlichkeit gegen minimale Änderungen der Versuchsanordnung. Darum sind Angaben über die höchsten Frequenzen und über die kürzesten Zeiten von einem Fall auf den anderen kaum

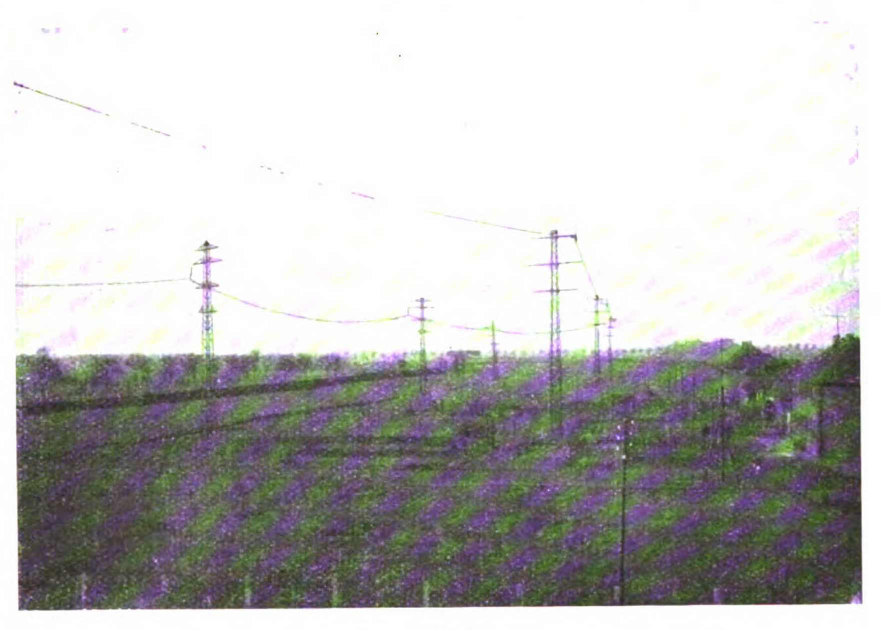


Abb. 4.

übertragbar; es ist hier sehr große Vorsicht in den Schlußfolgerungen geboten. Besonders gilt dies bei Spannungsmessungen gegen Erde, da doch „Erde" bei schnell veränderlichen Vorgängen durchaus nicht einen Punkt bedeutet. Aus diesen Gründen haben wir uns bei unseren bisherigen Messungen mit Angaben bis etwa zur zehnten Millionstel Sekunde begnügt.

Die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen hat einen Kathodenoszillographen mit Kipprelais und Spannungsteilung in der Schaltstation Friedrichsfelde der Elektrowerke A. G. aufgestellt. Die Elektrowerke A. G. haben uns für unsere Untersuchungen eine Versuchsleitung von 1 km Länge mit normaler 100 kV-Ausrüstung errichtet (Abb. 4). An diese Versuchsleitung haben wir gerade eine größere Untersuchungserie abgeschlossen, die Überspannungschutzapparate zum Gegenstand hatte. Wir haben ziemlich sämtliche Typen der heute gebräuchlichen Überspannungsableiter einer Prüfung unterzogen. Ich habe darüber auf der Nürnberger Tagung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen am 3. April einen Bericht erstattet.

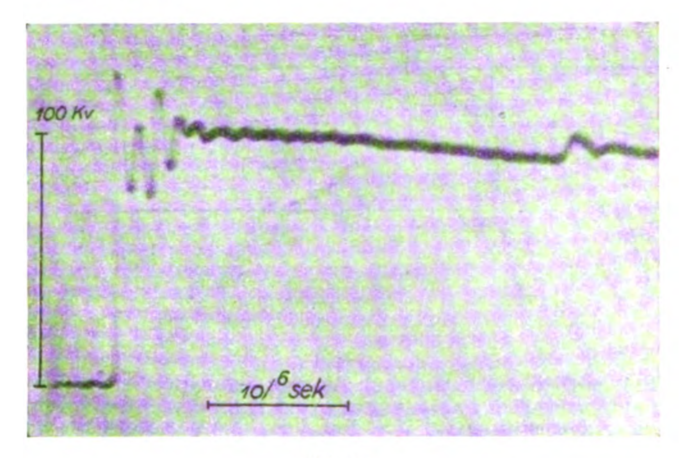


Abb. 5 a.

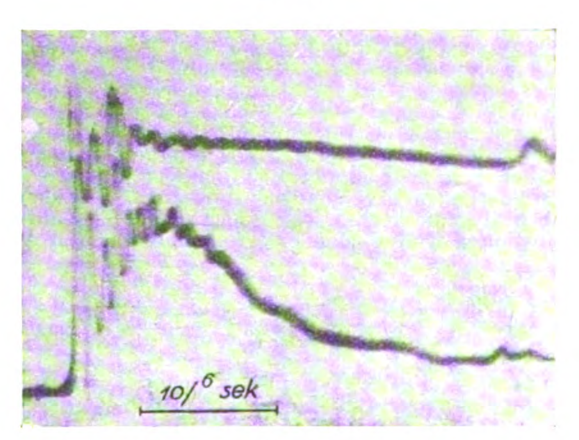
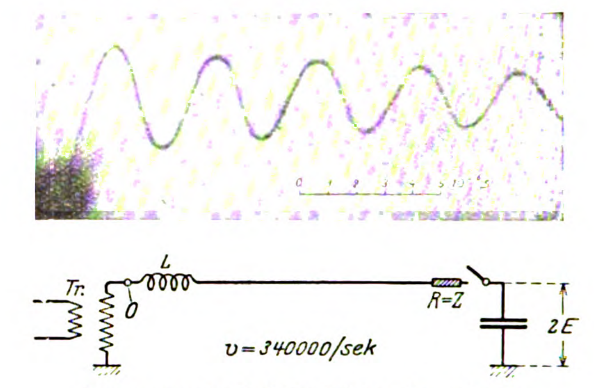


Abb. 5 b.

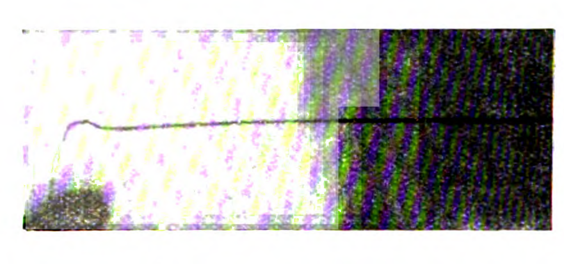
Ich möchte hier nur ein Beispiel zeigen, wie man mit dem Kathodenoszillographen Überspannungschutzapparate prüfen kann. Wir haben zur Prüfung lange Rechteckwellen verwendet. Wegen der unvermeidlichen Komplikationen der Leitungsführung in einer Schaltanlage erhält man allerdings nur in groben Umrissen eine Rechteckwelle (Abb. 5). Nimmt man die Welle einmal ohne und einmal mit Schutzapparat auf, so kann man beide Aufnahmen übereinander kopieren und erhält so ein unmittelbar anschauliches Bild der Schutzwirkung. Abb. 5 b zeigt als Beispiel das Verhalten eines Oxydfilmableiters der General Electric Co. von 35 Zellen bei einer Wanderwelle von 100 kV. Dies entspricht ungefähr einer Beanspruchung mit der 15fachen Betriebspannung. — Wegen der weiteren Resultate dieser Untersuchung verweise ich auf eine demnächst erscheinende Veröffentlichung.

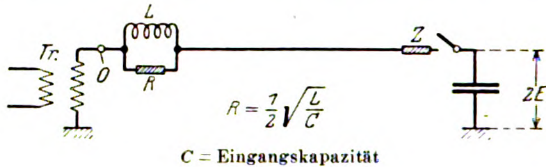
Ich möchte mir nun noch gestatten, bei dieser Gelegenheit einige Worte über den Schutz von Transformatorenwicklungen gegen steile Wanderwellen durch Drosselspulen zu sagen. Einige Ergebnisse von Untersuchungen hierüber habe ich auf der Düsseldorfer Tagung der Vereinigung der Elektrizitätswerke im Juni v. J. mitgeteilt. Die oszillographische Aufnahme hatte ergeben, daß beim Auftreffen einer langen Wanderwelle auf einen durch eine Drosselspule geschützten Transformator eine hochfrequente Schwingung entsteht, deren Spannung gegen Erde nahezu doppelt so hoch ansteigt, als wenn die Drosselspule nicht vorhanden wäre (Abb. 6). Aus diesen Aufnahmen wurde vielfach der Schluß gezogen, daß man die gefährdende Drosselspule aus den Anlagen entfernen müsse. Es ist aber durchaus nicht nötig, wegen dieser Erscheinung auf die steilheitsvermindernde Wirkung der Drosselspule zu verzichten. Ich möchte darum hier auf die Anordnungen aufmerksam machen, welche die Eingangschwingung des

Eingangschwingung bei unüberbrückter Drosselspule.



Spannungsverlauf bei überbrückter Drosselspule.

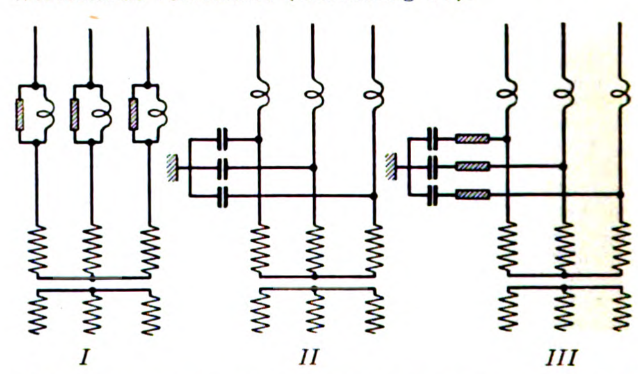




C = Eingangskapazität

Abb. 6.

Transformators ausdämpfen und doch nur abgeflachte Wellen in den Transformator eindringen lassen (Abb. 7). Die erste Anordnung ist die wohlbekannte Überbrückung der Drosselspule durch einen Ohmschen Widerstand, die zweite eine Erhöhung der „Eingangskapazität" des Transformators durch Kondensatoren. Man kann an der Größe der Kondensatoren sparen, wenn man diesen passende Widerstände vorschaltet (Anordnung IV).



I Überbrückte Drosselspule *II* Vergrößerung der Eingangskapazität *III* Kondensatoren mit Vorwiderstand

Abb. 7. Drei Anordnungen zur Ausdämpfung der Eingangsschwingung.

Diese Untersuchung war die erste, bei der der Kathodenoszillograph mitgeholfen hat, praktische Überspannungsfragen zu klären." (Beifall.)

Herr **Flegler**: Mein Vorredner, Herr Dr. Gabór, hat Ihnen soeben Mitteilung gemacht über Untersuchungen an Überspannungschutzapparaten. Auch ich hatte Gelegen-

heit, auf der Nürnberger Tagung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen zu berichten. Meine Untersuchungen erstreckten sich wie die der Studiengesellschaft auf die hauptsächlichen zur Zeit in der Praxis im Gebrauch befindlichen Apparate, wie Hörnerableiter, Schutzdrosselspulen und -kondensatoren, Glimmschutz, Blitzventil der Westinghouse Electric Company und Apparate verschiedener anderer Firmen. Meine Versuche sollten nicht nur den allgemeinen Spannungsverlauf an den Apparaten beim Auftreffen von Wanderwellen ermitteln, sondern auch die physikalische Grundlage der Wirkungsweise der verschiedenen Apparate zu klären suchen. Es wurde deshalb Wert darauf gelegt, die Vorgänge, die sich in der ersten millionstel Sekunde beim Auftreffen von Rechteckwellen abspielen, genau und einwandfrei festzustellen. Wir können uns im allgemeinen auf die Untersuchung in dieser Zeitspanne und auf diese Wellenform beschränken, da sich hieraus trotz dieser Beschränkung für alle Betriebsfälle die Folgerungen über die Wirkungsweise der verschiedenen Schutzvorrichtungen ziehen lassen. Wegen der Kürze der Zeit will ich auf meine Untersuchungen hier nicht näher eingehen, ich bin aber bereit, Interessenten meine Originaloszillogramme nach Schluß der Sitzung vorzuführen und die einzelnen Erläuterungen dazu zu geben. (Beifall.)

Herr **Harald Müller:** Meine Herren! In dem sehr interessanten Vortrag ist u. a. auch die Frage der Steilheit angeschnitten worden. Ich darf hierbei an ältere Arbeiten erinnern, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben. Die damals gemessenen Steilheiten stimmen recht gut mit den hier sich ergebenden Werten überein, wie ich an Hand eines der vorgezeigten und nochmals projizierten Oszillogramme dartun möchte.

Die vorgeführten Wanderwellen-Oszillogramme betreffen Wanderwellen auf Freileitungen, die also mit etwa Lichtgeschwindigkeit laufen. Für den Maßstab besteht also der Zusammenhang: 10^{-7} s gleich einer Länge von etwa 30 m.

Ich muß als Laie eine für die Ablesegenauigkeit genügend gewahrte Proportionalität in der Zeitablenkung voraussetzen und messe deshalb aus dem vorliegenden Oszillogramm für die auf die Stirn entfallende Länge 10 m heraus. Dieser Wert stimmt mit dem von L. Binder mittels der Schleifenmethode und auch von mir auf dem ganz anderen Wege der direkten Wellenmessung mittels eines Lochersystems gefundenen Wert in der Größenordnung recht gut überein.

Allerdings haben wir uns im wesentlichen mit Spannungen von 10 kV aufwärts befaßt, während hier nur hauptsächlich Wellenspannungen von 5 kV untersucht worden sind, so daß ein weiterer Vergleich von Ergebnissen nicht möglich ist.

Wichig ist mir die Feststellung, daß Rechteckwellen in mathematischem Sinne auch mit dem Kathodenstrahloszillographen nicht gefunden worden sind. Auch vom praktischen Standpunkt aus kann man nicht von Rechteckwellen sprechen, insbesondere nicht bei den höheren, gewöhnlich vorliegenden Zündspannungen, wobei die Wellenlängen, wie auch die oszillographischen Aufnahmen von Gabór zeigen, ein Mehrfaches des hier genannten Wertes von 10 m betragen. (Beifall.)

Vortragender: Herr Dr. Müller befindet sich in einem Irrtum. Die Rechteckwellen, die wir eben gesehen haben, haben eine Steilheit von 1 ÷ 2 m und nicht von 10 m Länge. Um dies mit Sicherheit festzustellen, habe ich eben eine Reihe von Aufnahmen gezeigt, bei denen auf der Drahtleitung bestimmte Marken abgesteckt wurden, die sich im Oszillogramm deutlich verraten[2]. Wir haben mit sehr großen Zeitablenkungen gearbeitet, so daß rd. 4 mm Länge der Abszisse im Oszillogramm einer hundertmillionstel Sekunde entsprachen. Es zeigt sich mit aller Sicherheit, daß wir bei 5000 V Schalterspannung eine Steilheit von rd. 1,5 und nicht von 10 m haben.

Herr **Matthias:** Wenn auch ich das Wort ergreife, so möchte ich es vom Standpunkt der elektrischen Hochspannungspraxis aus tun, und zwar soll es ein Wort des wärmsten Dankes sein an die Herren Wissenschaftler, die eine so außerordentlich imposante Arbeit geleistet haben: sie haben uns in dem Kathodenstrahloszillographen ein Hilfsmittel geschaffen, das in hervorragender Weise geeignet ist, endlich in der Überspannungschutzfrage, die die Praxis seit Jahrzehnten beunruhigt, Klarheit zu schaffen. Als ich vor einigen Jahren den deutschen Elektrizitätswerken den Vorschlag machte, sich der Erforschung des Gewitterproblems energisch anzunehmen und große Mittel für diesen Zweck zur Verfügung zu stellen, habe ich das mit gutem Gewissen tun können, da ich einen Einblick in die Arbeiten hatte, die an den beiden genannten Stellen in der Entwicklung waren. Es war nicht schwer für mich, zu übersehen, daß uns mit diesen Hilfsmitteln tatsächlich Wege geebnet worden sind, die auch zum Ziele führen mußten, und die von vornherein die Gewähr gaben, daß die Mittel nicht vergeblich angewandt werden. Herr Prof. Rogowski hat uns in der ersten Entwicklung einen Oszillographen seiner Bauart überlassen und damit seine Erfahrungen, die er bis dahin gemacht hatte. Herr Geheimrat Orlich hat uns, was ich mit ganz besonderem Dank anerkennen muß, nicht nur seine bisherigen Erfahrungen zur Verfügung gestellt, sondern auch seinen besten Mitarbeiter, Herrn Dr. Gabór. So waren wir in der Lage, die damals von beiden Seiten uns zuteil gewordenen Erfahrungen auszunutzen. Wir haben, wie Herr Dr. Gabór schon entwickelt hat, die Sache vom Standpunkt der Praxis aus angefaßt und wollten recht bald in die praktischen Probleme eindringen. Wir können daher nicht ein so feines und wissenschaftlich interessantes Material aufweisen, wie Herr Prof. Rogowski jetzt zum Entzücken aller, die sich mit diesen Problemen bisher rein spekulativ befaßt haben, vorlegen konnte. Aber wir haben doch recht tief schon in die Praxis hineingeschaut und haben etwas geschaffen, was den Elektrizitätswerken sehr wertvoll ist. Wir haben auch an der Entwicklung des Oszillographen weiter gearbeitet. Herr Gabór hat darüber schon einiges berichtet. Wir haben auch für unsere Gewitterbeobachtungstation jetzt einen vervollkommneten Oszillographen kurz vor der Fertigstellung, der wiederum andere Kennzeichen hat, die hier noch nicht bekanntgegeben worden sind und die wir sehr bald in die Öffentlichkeit bringen werden.

Ich möchte nicht schließen, ohne noch einen Namen zu nennen, der leider heute noch nicht genannt worden ist und der in dieser Entwicklung auch eine große Rolle spielt, der Name Norinder. Dieser schwedische Forscher, der auch auf dem Gebiete der Gewittererforschung bahnbrechend vorgegangen und für uns vorbildlich geworden ist, hat ebenfalls mit dem Kathodenoszillographen gearbeitet und Gewitteraufnahmen mit diesem Apparat gemacht. Er hat auch schon den bis zur Anode metallisch geschlossenen Aufnahmeraum angewandt. (Lebhafter Beifall.)

Vortragender: Zunächst möchte ich Herrn Geheimrat Orlich und Herrn Prof. Matthias in meinem und meiner Mitarbeiter Namen den verbindlichsten Dank für die Worte der Anerkennung aussprechen, die sie uns gezollt haben. Ich stimme mit Herrn Geheimrat Orlich darin überein, daß die vorgeführten Aufnahmen einen Triumph der Theorie bedeuten. Man muß staunen, wieviel Feinheiten das geistige Auge bereits gesehen hat von Vorgängen, die in einmilliontel Sekunde, ja in dem hundertsten und tausendsten Teil hiervon, kommen und gehen. Der Versuch wird jetzt unser Wissen bereichern. Das leibliche Auge wird in bisher ungeahnte Feinheiten blicken können. Die Theorie wird damit nicht abgesetzt werden, sondern bei der Deutung der oszillographischen Aufnahmen eine erhöhte Rolle als Führerin übernehmen können.

Das, was Herr Gabór uns vortrug, ist zum größten Teil bereits veröffentlicht.

Der Metallschutz war seinerzeit bei ihm nicht auf die Ablenkplatten ausgedehnt. Es ist erfreulich, daß auch er dazu übergegangen ist, reichlich Metall anzuwenden. Herr Gabór hat ohne Frage zuerst mit zwei Vakuen gearbeitet. Aber die feinen Abstufungen bei ihm sind bei uns ins Grobe gesteigert. Herr Gabor arbeitet mit einer einzigen Pumpe. Wir arbeiten mit zwei Pumpen. Entladungs- und Ablenkrohr erhalten ihr besonderes Vakuum von je einer Pumpe, was Vorteile mit sich bringt. Aber in Metall und Pumpen steckt nicht der wesentliche Fortschritt, den wir erzielt haben. Von größerer Wichtigkeit ist schon die Schieberblende und die dauernde Einschaltung der Kathodenspannung. Aber den Hauptkunstgriff habe ich noch nicht mitgeteilt. Ich will darüber später in der gedruckten Veröffentlichung weitere Auskunft geben[3].

Ich habe von der milliardstel Sekunde gesprochen. Das scheint so aufgefaßt worden zu sein, als ob wir auf der milliardstel Sekunde herumreiten. So ist es nicht. In gewissen Fällen ist sie von Interesse. Viele Probleme liegen bei dieser kurzen Zeitspanne, viele andere bei

[2] Vgl. die inzwischen erschienene Arbeit: Rogowski, Flegler, Tamm, Arch. El. Bd. 18, S. 502. Es sind dort die Oszillogramme 39, 40, 41 gemeint vgl. auch S. 521 Abb. 6.

[3] Vgl. die inzwischen erschienene Arbeit: Rogowski, Flegler, Tamm, Arch. El. H. 18, S. 515 und die daselbst beschriebene Vorkonzentrierung.



längeren Zeiten, sagen wir, bei einmilliontel Sekunde und darüber. Es ist natürlich von Wichtigkeit, einen Oszillographen zu haben, der das ganze Gebiet sicher überstreicht. Die von mir vorgeführten Oszillogramme beweisen, daß wir ihn haben. Selbst bei den kürzesten Zeiten arbeitet unser Oszillograph nicht mehr zufällig und unter besonders glücklichen Bedingungen, sondern mit voller Regelmäßigkeit. Das eben bezeichnete Zeitgebiet kann jetzt erst als sicher erschlossen gelten. (Lebhafter Beifall!)

Späterer Zusatz. Die von Herrn Gabór vorgeführten neuen Oszillogramme sind nicht mit seinem Apparat aufgenommen worden. Bei dem von ihm gezeigten Oszillographen, Abb. 1, entstammen das Schreibgehäuse, die Abdichtung, die Film- (Platten-) Kassette mit elektromagnetischer Betätigung, die Konzentrationsspule unserem Oszillographen, den wir vor zwei Jahren an die Studiengesellschaft geliefert haben. Dieser Apparat enthielt bereits ein Plattenpaar für die Vorablenkung. Nur der übrige Aufbau, Abb. 1, rührt von Herrn Gabór her.

Vorsitzender: M. H.! Der zahlreiche Besuch hat schon gezeigt, welches Interesse für das heute behandelte Thema besteht. Nach den Worten von Herrn Geheimrat Orlich und vor allem des Herrn Prof. Matthias kann ich kaum mehr hinzufügen, um zu kennzeichnen, welchen Wert diese Arbeiten für die Praxis, für den Betrieb unserer größten Anlagen haben. Jeder hat wohl das Gefühl, daß hier der Schleier gehoben ist von den Vorgängen, die doch immerhin geheimnisvoll waren, und gleichzeitig so gefährlich. Es ist sehr erfreulich — auch Herr Geheimrat Orlich und Herr Prof. Matthias haben schon darauf hingewiesen —, daß die theoretische Spekulation, die Vorausberechnungen sich mit den praktischen Resultaten decken, wie die heutige Vorführung der schönen Versuchsbilder gezeigt hat. Ich danke Ihnen, Herr Professor, daß Sie nach Berlin gekommen sind und uns Gelegenheit gegeben haben, diese wertvollen Arbeiten, von Ihnen persönlich vorgetragen, kennen zu lernen.

Ich schließe die Sitzung. (Lebhafter Beifall.)

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betrifft: Sonderheft Fachbericht Kiel.

Wir machen auf die Beilage in Heft 1 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Sonderheftes der Fachberichte Kiel enthält. Bestellungen erbitten wir umgehend, da die Auflagehöhe beschränkt ist. Der Versand erfolgt sofort. Verbandsmitglieder erhalten bedeutende Preisermäßigung.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg i. Pr. 13. II. 1928, abends 8 h, Physikal. Instit. d. Universität, Steindamm 6: Vortrag Obering. Ohlmüller, „Energiewirtschaft und Kraftwerksbau“.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 14. II. 1928, abds. 8 h, T. H. Hörsaal 42: Vortrag Obering. Baudisch, „Der asynchrone Betrieb mit Erregung und Drehzahlregelung“.

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 15. II. 1928, abds. 8 h, gr. Hörsaal des Elektrot. Inst. d. T. H., Militärstr. 3: Vortrag Dr. Fuchs, „Höchstspannungsfreileitungseile“.

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 17. II. 1928, abds. 8¼ h, Konzerthaus Stettin: Lichtbildervortrag Dipl.-Ing. Wengler, „Drehstrom-Fernleitungen im Sinus- und Tangensrelief nach Professor Emde“.

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Gleiwitz. 23. II. 1928, nachm. 5 h, Büchersaal der Donnersmarckhütte, Hindenburg: Lichtbildervortrag Obering. E. Alzner, „Erfahrungen und Fortschritte in der Blindleistungserzeugung“.

Dt. Beleuchtungstechn. Gesellschaft, Berlin. 9. II. 1928, nachm. 5½ h, Hörsaal d. VdI, Berlin, Friedrich-Ebert-Str. 27: a) Vortrag Dr. H. Lux, Fortschritte in der Gasbeleuchtung“; b) Vortrag F. Schuster, „Die jüngste Entwicklung der Berliner Gas-Straßenbeleuchtung“.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. Metallographische Ferienkurse unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Hanemann, Hörsaal 203 und metallogr. Laboratorium im Chemiegebäude:

1. Kurs. 5. bis 15. III. 1928, tägl. 9—11 h Vortrag, 11¼ bis 3½ h Übungen.
2. Kurs. 19. bis 24. III. 1928, tägl. 9—11 h Vortrag, 11¼ bis 3½ h Übungen.

Teilnehmerkarten 175 RM bzw. 100 RM. Anfragen und Anmeldungen sind an das Außeninstitut der T. H. Charlottenburg, Berliner Straße 171, zu richten.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

L. Gaster †. — Am 7. I. d. J. starb nach kurzer Krankheit in London Herr Leon Gaster, der bekannte englische Fachmann auf beleuchtungstechnischem Gebiete. Der Verstorbene war mit der lichttechnischen Bewegung in England von ihren ersten Anfängen an eng verwachsen. Er wurde 1872 in Bukarest geboren, wo sein Vater der holländischen diplomatischen Vertretung angehörte. Seine erste Ausbildung erhielt er in Bukarest, studierte 1891 bis 1895 auf dem Polytechnikum in Zürich, wo er unter Prof. Weber im elektrotechnischen Laboratorium arbeitete, ging dann nach England, wo er 1902 die englische Staatsangehörigkeit erwarb. Seit dieser Zeit widmete er sich in erster Linie Fragen der Beleuchtungstechnik und angrenzender Gebiete. 1905 veröffentlichte er die grundlegende Arbeit über „The Standardization of Electric Light“, welche als Vorläufer unserer heutigen Lampentypisierung betrachtet werden muß. 1906 wurde er auf Grund einer Arbeit über die Fortschritte der elektrischen Beleuchtung von der Royal Society of Arts mit der Silbernen Medaille ausgezeichnet und hielt 1909 vor der gleichen Gesellschaft eine Reihe von Vorlesungen über die hauptsächlichsten Typen der Beleuchtung. In der Zwischenzeit führten ihn zahlreiche Studienreisen in die europäischen Länder und nach Amerika. 1909 rief er mit einigen Fachgenossen die englische Beleuchtungstechnische Gesellschaft ins Leben, deren offizielles Organ die durch ihn im Jahre zuvor begründete bekannte Fachzeitschrift „The Illuminating Engineer“ wurde, deren Herausgeber er bis zu seinem Tode geblieben ist.

Zur Ausbreitung seiner Ideen hat er nicht nur oft das Wort in dieser Gesellschaft ergriffen, sondern bei zahlreichen anderen Gelegenheiten, auf Kongressen, Ausstellungen und in anderen Gesellschaften hat er Vorträge gehalten und ist durch Herausgabe lichttechnischer Werke und Flugschriften an die Öffentlichkeit getreten. Kongresse über Lichttechnik und angrenzende Wissensgebiete haben ihn im Laufe der Jahre oft ins Ausland geführt, wodurch er Beziehungen zu ausländischen Fachgenossen anknüpfen konnte, die ihm eine schnelle Information über Fortschritte der Beleuchtungstechnik in fremden Staaten ermöglichten. Er gehörte einer großen Reihe von Gesellschaften an und wirkte als geschätzter Beleuchtungsfachmann als tätiges oder als Ehrenmitglied in zahlreichen Fachausschüssen mit, die im einzelnen nicht alle aufgezählt werden können, deren Zahl aber nicht weniger als 30 beträgt. Unter anderem gehörte er dem nationalen, als englischer Vertreter ferner dem internationalen Beleuchtungsausschuß an und war Mitglied des Unterausschusses für Lampen und Armaturen im Normenausschuß. Während des Krieges war er mit Untersuchungen und Prüfungen lichttechnischer Art im Heeresinteresse beschäftigt und Beleuchtungssachverständiger in mehreren Ausschüssen.

Als Journalist in Fachkreisen besonders als Herausgeber des „Illuminating Engineer“ bekannt, war er aber weit über sein engeres Arbeitsgebiet hinaus tätig. Betrachten wir die große Zahl der Ausschüsse, in denen er seine Arbeitskraft zur Verfügung stellte, seine Tätigkeit in wissenschaftlichen Gesellschaften und auf Kongressen, seine Mitwirkung als Berater in den verschiedensten beleuchtungstechnischen Angelegenheiten und schließlich

seine ausgedehnte journalistische Tätigkeit, welcher außer seinen Beiträgen in der von ihm selbst geleiteten Zeitschrift noch mindestens 50 Veröffentlichungen, Vorträge usw. zu verdanken sind, so kann man auf ein reiches, arbeitsvolles Leben zurückblicken. Bei allen seinen Arbeiten ist aber letzten Endes das Endziel zu erkennen, nämlich für die Ausbreitung des Verständnisses von dem Nutzen guter Beleuchtung zu kämpfen.

W. Cauer. — Am 13. II. d. J. vollendet unser Mitarbeiter, der Ordinarius für Eisenbahnbetrieb an der Technischen Hochschule zu Berlin, Geheimer Baurat Dr.-Ing. e. h. Wilhelm Cauer sein 70. Lebensjahr. Zuerst im Staatseisenbahndienst, u. a. in Altona beim Bahnhofsumbau tätig, arbeitete Cauer im Ministerium der öffentlichen Arbeiten und war hierbei ein Jahr lang zur Konstruktion einer Kriegsbrücke beurlaubt, wurde 1898 Privatdozent, 1901 Dozent und Titularprofessor, 1903 etatsmäßiger Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin. Nebenamtlich wirkte er bei der Eisenbahnverwaltung zunächst im Ministerium der öffentlichen Arbeiten und dann bei der Eisenbahndirektion Berlin bis zum Jahre 1908 weiter. Prof. Cauer entfaltete auch eine überaus reiche und fruchtbare literarische Tätigkeit und hat in zahlreichen Gutachten zum erfolgreichen Bau eisenbahntechnischer Anlagen beigetragen.

Jubiläum. Auf eine fünfundzwanzigjährige Tätigkeit bei der Siemens & Halske A. G. konnte am 2. I. d. J. Herr Dipl.-Ing. Dr.-Ing. e. h. Alfred Hettler zurückblicken. Zuerst als Oberingenieur bei der Firma Mix & Genest tätig, bei der er nach der Umwandlung in eine Aktiengesellschaft Mitglied des Vorstandes wurde, trat er am 2. I. 1903 bei der Siemens & Halske A. G. ein. Nachdem er mit Erfolg eine genau arbeitende Massenfertigung von Fernsprechapparaten eingeführt hatte, wurde ihm im Jahre 1904 die Leitung der gesamten Fabrikation übertragen. Von ihm stammen die Pläne zu den Bauten des Wernerwerks, die als eine typische Form für vergrößerungsfähige Fabrikgebäude anerkannt worden sind. Im Jahre 1921 wurde er bei Siemens & Halske zum Direktor ernannt. Am 27. VI. 1923 verlieh ihm die Technische Hochschule zu Stuttgart die Würde eines Dr.-Ing e. h.

LITERATUR.

Besprechungen.

Forschungshefte der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen. H. 1, Sonderheft: Kathodenoszillograph. Herausg. i. Auftr. d. Studiengesellsch. f. Höchstspannungsanlagen e. V. u. d. Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. von Prof. A. Matthias. Mit 77 S. in 8°. Verlag der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V., Berlin 1927. Preis geh. 12 RM.

Es ist sehr zu begrüßen, daß sich die Studiengesellschaft entschlossen hat, ihre Forschungsergebnisse mehr als bisher der Allgemeinheit zugänglich zu machen, und die „Forschungshefte", dessen erstes in schöner drucktechnischer Ausstattung vorliegt, werden allgemeines Interesse finden. Die Hefte sollen in zwangloser Folge nach Bedarf erscheinen; die erforderlichen Mittel stellen der Verwaltungsrat der Studiengesellschaft und die Vereinigung der Elektrizitätswerke zur Verfügung. Das erste Heft ist ausschließlich dem Kathodenoszillographen gewidmet und enthält neben einer Einführung des Herausgebers drei Arbeiten von D. Gábor sowie eine Literaturzusammenstellung. In der ersten Arbeit wird über die Theorie, die technische Entwicklung und Anwendung des Kathodenoszillographen in der Gáborschen Bauart berichtet. Die zweite Arbeit bringt die Fortschritte in der Entwicklung des Gerätes, die dritte behandelt die im Auftrag der Studiengesellschaft in der Schaltstation Friedrichsfelde durchgeführten wertvollen Untersuchungen an Überspannungsableitern und bringt zahlreiche interessante Oszillogramme. Hervorzuheben wäre noch, daß diese Aufsätze sehr ausführlich gehalten und mit zahlreichen Abbildungen versehen sind, so daß sie eine Anleitung für Aufbau und Benutzung des Kathodenoszillographen darstellen, in der ausgesprochenen Absicht, weitere Kreise zur Verwendung dieses Gerätes anzuregen. — Nach dieser ersten Probe darf man den weiteren Forschungsheften mit Spannung entgegensehen.

G. H. Winkler.

Heinrich Hertz. Erinnerungen. Briefe. Tagebücher. Von Dr. Johanna Hertz. Mit 3 Textabb., 10 Taf., 2 Faksimiles, VI u. 263 S. in 8°. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1927. Preis geh. 10 RM, geb. 12 RM.

Selten ist das Schicksal eines Forschers so glücklich und so tragisch zugleich gewesen, wie das Schicksal des Entdeckers der elektrischen Wellen, Heinrich Hertz. Eine außerordentliche Begabung, deren Bedeutung in der glücklichen Verbindung theoretischen und experimentellen Könnens begründet liegt, führt ihn schon früh zu tiefen theoretischen Fragestellungen und überraschenden experimentellen Antworten darauf; und nichts Geringeres ist damit in seine Entdeckerhände gelegt worden als die Aufschließung einer ganz neuen Naturerscheinung. Schon in seinem 32. Lebensjahre ist er zu Weltruhm gelangt; aber dieses glänzende Leben bricht plötzlich ab — eine quälende Krankheit rafft ihn im 37. Jahre dahin.

Das neue Buch, das seine Tochter jetzt herausgibt, bringt Briefe und Tagebücher und lehrt damit einen Mann von der persönlichen Seite kennen, dessen wissenschaftliche Seite schon lange der ganzen Welt bekannt ist. Wir finden in diesen hauptsächlich an die Eltern gerichteten Briefen und den kurzen Stichwörtern der Tagebuchaufzeichnungen das Bild eines einfachen und geraden Menschen, dem ein glückliches Elternhaus den Lebensweg geebnet hat, der nach anfänglichem Schwanken in der Berufswahl — er wollte erst Bauingenieur werden — mit sicherem Instinkt den Weg seiner wissenschaftlichen Begabung geht, und dem die große Lehrerpersönlichkeit eines Helmholtz eine frühe akademische Laufbahn eröffnet. Was aber als tiefstes moralisches Gut aus diesen Zeilen herausstrahlt, das ist die rührende Bescheidenheit, mit der dieser glückliche Entdecker seine eigenen Leistungen beurteilt; und es ist der eigentümliche Reiz dieses Buches, die Arbeiten eines Heinrich Hertz aus seiner eigenen Perspektive mitschauen zu dürfen.

Wenn auch die größte wissenschaftliche Anerkennung, auch des Auslands, ihn noch in gesunden Jahren erreicht hat, so ist ihm doch nicht das Glück zuteil geworden, die ungeahnte technische Entwicklung mitzuerleben, die aus den primitiven Kondensatorentladungen und ihren winzigen Funken zu den Kilowattsendern der heutigen Zeit geführt hat. Hier war einmal die Möglichkeit gegeben, daß sich vor den Augen eines Entdeckers die Entwicklung zu technischer Auswertung vollzieht, die sonst erst Generationen für eine Entdeckung zu leisten vermögen; wäre Hertz, wie manche seiner berühmten Zeitgenossen, ein Siebziger geworden, er würde noch unter uns weilen. Ob er selbst an dieser Entwicklung aktiven Anteil genommen hätte? Wir glauben es nach Lektüre dieser persönlichen Dokumente kaum. Hertz war, so sehr ihn die technische Auswertung beglückt hätte, selbst doch eine wissenschaftliche und keine technische Natur; ihm war das Experiment stets nur ein Mittel des Begreifens, nicht des technischen Nutzens. Gerade darum ist ihm diese Entdeckung zugefallen, auf die technisches Denken nie geführt hätte. So hat er selbst vielleicht das tiefste Urteil über sich gesprochen, wenn er in seinem letzten Briefe, das nahende Ende fühlend, schreibt: „Wenn mir wirklich etwas geschieht, so sollt ihr nicht trauern, sondern sollt ein wenig stolz sein und denken, daß ich dann zu den besonders Auserwählten gehöre, die nur kurz leben und doch genug leben."

H. Reichenbach.

Théorie générale sur les courants alternatifs. Von M. E. Piernet. 2. Teil: Les Alternateurs. Mit Abb. u. 143 S. in 8°. Verlag von Gauthier-Villars et Cie., Paris 1926. Preis geh. 30 Fr.

Als zweiter Band einer allgemeinen Theorie über Wechselströme erschien nunmehr der den Synchrongeneratoren gewidmete Teil. Dem geringen Umfang des Buches entsprechend sind die vielen Einzelprobleme nur oberflächlich oder gar nicht behandelt, so daß das Werk nur als orientierendes Lehrbuch für den Beginn des Studiums in Betracht kommt. Das stellenweise reiche und gute Bildmaterial erleichtert dabei zweifellos das Eindringen in die Materie, wenn auch bei Ausführungen nur Konstruktionen der französischen Thomson-Houston berücksichtigt sind. Eine kurze Inhaltsübersicht mag den Umfang des Büchleins andeuten: Einem allgemein orientierenden Kapitel über die verschiedenen Generatorgrundtypen folgt eine Beschreibung des konstruktiven Aufbaues der Wechselpolgeneratoren und der gebräuchlichen Wicklungsarten. Die Berechnung der EMK, eine kurze Erwähnung der Leerlauf- und Kurzschlußcharakteristiken, die Definition des Spannungsabfalles, die Ableitung des Spannungsdiagrammes und eine sehr oberflächliche Behandlung der Verluste schließen sich an. Es folgt eine Anleitung zur Aus-

legung der Generatoren und einige Andeutungen über die höheren Harmonischen der Spannungskurve; eine kurze Behandlung des Parallelbetriebes bildet den Abschluß.
Hillebrand.

Pyrometers. Recent developments in pyrometric appliances and methods for calibrating temperature-measuring instruments with notes on electric furnaces. Von E. Griffiths. Mit 49 Textabb., XI u. 126 S. in 8°. Verlag von Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd., London 1926. Preis geb. 7/6 sh.

Die Unterüberschrift des kleinen Buches lautet: „Letzte Entwicklung der Pyrometrie und Verfahren der Eichung von Temperatur-Meßgeräten" mit einem Anhang über elektrische Öfen. Es ist ein kleines Werk mit 121 Oktavseiten und Angaben ausführlicherer Literatur. Es ist gedacht als Verbindungsglied zwischen den kleinen Lehrbüchern über Wärme und den ausführlichen Abhandlungen über Pyrometrie.

Das 1. Kapitel behandelt die Grundlagen der Temperaturskalen und die Temperaturfixpunkte. Das 2. Kapitel mit 27 Seiten befaßt sich mit Quecksilberthermometern, mit ihrer Eichung in verschiedenen Bädern, ferner mit der Messung von Oberflächentemperaturen durch Quecksilberthermometer, schließlich noch mit Dampfdruckthermometern. Das 3. Kapitel über thermoelektrische Pyrometer umfaßt 34 Seiten. Hier ist die knappe Behandlung des Stoffes besonders störend. Dem Abschnitt über Schutzrohre sind nur 16 Zeilen gewidmet worden, obwohl doch diese für die praktische Verwendung von größter Wichtigkeit sind. In dem Abschnitt über Instrumente fällt auf, daß der Verfasser angibt, daß in den V. S. Amerika Pyrometerinstrumente gebaut werden mit einem Widerstand von 30 Ω/mV, und daß die Drehspule mit Draht von nur 0,075 mm Dmr aus einer Aluminiumlegierung gewickelt sei. Diese hohe Empfindlichkeit sei durch Verminderung der Größe der Feder erreicht worden. Hierzu ist zu bemerken, daß derartig empfindliche Instrumente nicht nur in den V. S. Amerika, sondern lange vorher in Deutschland gebaut wurden, daß die Wicklungen niemals aus Aluminiumlegierung, sondern im Interesse des kleinen Widerstandes immer nur aus Aluminium hergestellt werden, daß eine Drahtwicklung von 0,075 mm nichts Besonderes ist und daß die Größe der Feder auf die Empfindlichkeit keinen Einfluß hat, sondern nur ihre Länge, Breite und Dicke. Auf S. 43 ist in dem knappen Abschnitt über Registrierapparate der Fallbügel falsch erklärt. Der Verfasser sagt, „daß der Fallbügel den Schreibstift längere Zeit in Berührung mit dem Papier gehalten hätte, dazu ausreichend, damit das Uhrwerk den Stift ein wenig über das Papier ziehen könne". Gerade das Gegenteil ist der Fall: die Einstellung erfolgt in den Zeiten, wo der Zeiger frei schwingen kann, der Fallbügel soll nur eine punktförmige Markierung bewirken. Die neuesten Fortschritte sind keineswegs berücksichtigt; man hätte erwarten können, daß die modernen Vielfach-Temperaturschreiber genannt werden. Das 4. Kapitel mit 18 Seiten behandelt die Widerstandsthermometer, das 5. mit 27 Seiten die optischen Pyrometer, worüber oben schon einiges gesagt ist, das letzte Kapitel mit 13 Seiten befaßt sich mit elektrischen Öfen und scheint für ein derartig kleines Werkchen entbehrlich zu sein.

Der Verfasser hat mit Vorliebe englische Firmen genau genannt, amerikanische Erzeugnisse hat er noch durch das Herkunftsland gekennzeichnet, deutsche Erzeugnisse sind überhaupt nicht erwähnt, nur im letzten Kapitel über optische Pyrometer ist eine Konstruktion der Firma Dr. R. Hase mit einer Photographie und einer Schnittzeichnung ohne Herkunftsangabe beschrieben. Diese Bevorzugung der englischen Firmen geht so weit, daß auf S. 86 eine Ausführung von Siemens Brothers (als modernes Glühfadenpyrometer) abgebildet wird, die tatsächlich nichts als eine genaue Kopie des letzten Modelles ist, das die Firma S & H im Jahre 1914 nach England lieferte, und das dort jetzt immer noch in der gleichen Weise gebaut wird, obwohl inzwischen in Deutschland diese Konstruktion schon weit verbessert ist.

Im allgemeinen ist das Buch kurz gehalten, überraschenderweise sind aber wieder einzelne Kapitel sehr ausführlich behandelt, beispielsweise die Temperaturmessung an elektrischen Maschinen mit sechs z. T. eng bedruckten Seiten, dann noch Spezialanwendungen für Widerstandsthermometer, z. B. das Fieberthermometer. Es wäre wünschenswert gewesen, den von diesen Sonderausführungen eingenommenen Raum den mehr technischen Apparaten zukommen zu lassen. Der Verfasser dieses Buches hat scheinbar gute Kenntnisse auf dem Gebiete der Temperaturmessung. Es ist nur bedauerlich, daß er den Stoff vielfach einseitig behandelt hat, so daß das Buch dem Nichtengländer nicht das sein kann, als was es gedacht ist, als ein kleines Nachschlagewerk bei Beurteilung von Fragen auf dem Gebiete der Temperaturmessung.
Keinath.

Metallographie. Ein ausführliches Lehr- und Handbuch der Konstitution und der physikal., chem. u. techn. Eigenschaft. d. Metalle u. metall. Legierungen. Von Prof. Dr. W. Guertler. 2. Bd.: Die Eigenschaften der Metalle und ihrer Legierungen. 4. Teil: Gewerbliche Metallkunde. Von M. Keinert. Mit 34 Textabb., IV u. 483 S. in 8°. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin 1926. Preis geb. 38 RM.

Der vorliegende Teil des Handbuches von W. Guertler ist ein Tabellenwerk, in dem sowohl für binäre als auch für Mehrstofflegierungen die Zusammensetzungen, Bezeichnungen, ganz kurz ihre Verwendung, in kurzen qualitativen Angaben ihre besonderen Eigenschaften und die Literaturquellen (Name und Jahr oder die Patentnummer), aus denen diese Angaben stammen, angegeben werden. In der Einleitung steht: „Die nachfolgende Zusammenstellung derjenigen Legierungen, die bislang in der Praxis Verwendung gefunden haben und (auch aus Patentschriften) bekannt geworden sind, ist zunächst mit voller Absicht unkritisch vorgenommen worden." Viele der Angaben sind deshalb unsicher und haben in erster Linie Bedeutung für patentrechtliche Fragen. Es ist zu bedauern, war bei einer solchen tabellarischen Zusammenstellung jedoch nicht zu vermeiden, daß quantitative Festigkeitsangaben fehlen. Neben diesen Tabellen, deren Hauptwert in ihrer systematischen Anordnung liegt, sind die kurzen Bemerkungen zu denselben besonders wertvoll, in denen auf Grund der Konstitutionslehre sowie zuweilen auf Grund der vorliegenden praktischen Erfahrungen an den Angaben der Tabellen in umsichtiger und lehrreicher Weise Kritik geübt wird, wobei vielfach von graphischen Darstellungen Gebrauch gemacht wird. Im Gegensatz zu den Tabellen werden die Anmerkungen den Leser über die Wahl einer Legierung für bestimmte Zwecke oft belehren können.

Wie der Verfasser selbst betont, ist das Vorliegende nur ein Anfang. Es wird sich in der Richtung zu entwickeln haben, daß die fragmentarischen Bemerkungen zu einer einheitlichen Darstellung und zum Hauptteil des Werkes gestaltet werden, während die Tabellen kritisch gesichtet und möglichst durch quantitative Angaben ergänzt werden. An Hand des Inhaltsverzeichnisses kann man sich in den systematisch geordneten Tabellen, wenn auch nicht immer in den Einzelheiten, zurechtfinden. Am Ende findet sich ein umfangreiches Register nach Verwendungszwecken. Wünschenswert wäre eine Ergänzung durch ein Register der Bestandteile und eines der Bezeichnungen (Phantasienamen) der Legierungen. Bedauerlich ist, daß die Quellenangaben (außer den Patenten) sich nur auf die Nennung des Verfassers und des Erscheinungsjahres beschränken. Ein Zurückgreifen auf die Originale, wie es z. B. bei Patentfragen oft notwendig ist, wird dadurch außerordentlich erschwert. Bekanntlich ist es beabsichtigt, den Quellennachweis für das gesamte Handbuch von Guertler zusammenzufassen, und sein Erscheinen hat schon begonnen. Es ist dringend zu hoffen, daß er bald zu Ende geführt werden kann.
G. Masing.

Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert. Von F. Klein. (Die Grundl. d. mathem. Wissenschaft. in Einzeldarstell. Bd. 24 u 25. Von R. Courant.) Teil 1 mit 48 Textabb., XIII u. 385 in 8°. Preis geh. 21 RM, geb. 22,50 RM. Teil 2 mit 7 Textabb., X u. 208 S. in 8°. Preis geh. 12 RM, geb. 13,50 RM. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927.

Unter den Veröffentlichungen der Kleinschen Vorlesungen, die in letzter Zeit erfolgt sind, verdienen diese historischen Vorlesungen besonderes Interesse, weil Klein wie kein anderer sachliches Urteil mit historischem Wissen verband. Von großem Reiz ist das Hervortreten persönlicher Beziehungen und Erinnerungen; ist doch diese Schilderung von der Entwicklung der Mathematik zugleich ein Stück eigene Lebensgeschichte des berühmten Verfassers, der selbst an der mathematischen Entwicklung einen hervorragenden Anteil hatte. Besonders der erste Band scheint mir geglückt durch seine Verbindung des Sachlichen mit dem Historischen und Biographischen. Das erste Kapitel ist der großen Mathematikerpersönlichkeit von Gauß gewidmet; das zweite behandelt in einer für uns Deutsche besonders überraschenden Weise die Entwicklung der Pariser Ecole Polytechnique,

deren strenge Disziplin und Schulung so hervorragende Resultate gezeitigt hat. Es folgen die deutschen Mathematiker, die sich um das Crellesche Journal scharen, wie Dirichlet, Jacobi u. a., die Geometer wie Staudt und Cayley, die Analytiker wie Riemann und Weierstraß; dazwischen findet sich ein für Physiker und Ingenieure besonders interessantes Kapitel über die Entwicklung der Mechanik und mathematischen Physik bis 1880, in dem die Abschnitte über Hamilton, Helmholtz, W. Thomson, Maxwell besonders reizvoll zu lesen sind.

Der zweite Band beginnt mit den Grundbegriffen der Invariantentheorie und gibt sodann eine ausführliche Übersicht der historischen Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie, die allerdings mehr den mathematischen Gewand dieser Theorie gilt als ihrem physikalischen und erkenntnistheoretischen Kern. Den Schluß bilden Ausführungen über allgemeine Riemannsche Mannigfaltigkeiten. Besonders in diesem zweiten Band, dessen fragmentarischer Charakter nicht zu verkennen ist, ist den Herausgebern eine große Arbeit zugefallen; sie haben die schwierige Aufgabe, das Buch zu einer gewissen Vollständigkeit zu bringen, ohne die persönliche Note des Autors zu zerstören, mit Takt und Geschick gelöst, soweit eine solche Danaidenarbeit überhaupt möglich ist.

H. Reichenbach.

Gebühren-Ordnung der Ingenieure und Vertragsbestimmungen, in der Fassung vom 1. Juli 1927. 2. Neudruck 1927. Herausg. v. Ausschuß f. d. Gebührenordnungen d. Architekten u. Ingenieure. Mit 18 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 0,75 RM, 50 Exempl. 32,50 RM, 100 Exempl. 60 RM.

Die neue G.-O. schließt sich in ihrer Anordnung ganz dem Aufbau der G.-O. der Architekten vom 1. VII. 1926 an, d. h. es wird zuerst die normale Gesamtgebühr behandelt, dann die Sonderfälle, die Zuschläge ergeben, dann die Teilleistungen. Alle Rechtsfragen, die früher im Teil I der G.-O. standen, sind herausgenommen, dafür sind der G.-O. gleich Bestimmungen angedruckt über das Vertragsverhältnis zwischen Auftraggeber und Ingenieur, die sich bis auf kleine Abweichungen decken mit den Vertragsbestimmungen der Architekten. Es wird aber ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß die rechtlichen Vereinbarungen — übrigens genau so wie früher, als sie in der G.-O. selbst standen — nur dann, soweit sie die sonstigen Rechtsbestimmungen ergänzen oder abändern, Rechtskraft haben, wenn der Ingenieur mit dem Auftraggeber einen Vertrag abgeschlossen hat, daß für das Bauvorhaben die G.-O. samt den Vertragsbestimmungen als integrierender Teil des Vertrages Gültigkeit haben sollen.

Die neue G.-O. hat dieselben Prozentsätze wie die G.-O. vom 10. XI. 1925, nur fällt der 15prozentige Abschlag von der Gebühr fort. In den Bauklassen sind einige kleine Verschiebungen und Ergänzungen eingetreten. Geblieben sind die Stundensätze (20 RM erste Stunde, 8 RM jede weitere Stunde) und die Reiseaufwandsentschädigungen (25 RM für den Tag ohne, 35 RM mit Übernachten). Neu ist in der G.-O., daß bei den Leistungen der Ingenieure auch die örtliche Bauleitung mit festen Prozentsätzen aufgeführt wird. Da ihre Übernahme bei den Ingenieuren nur fakultativ ist, so findet sich die örtliche Bauleitung auch unter den Nebenkosten; sie kann also wie bisher auch nach den wirklichen Aufwendungen einzeln berechnet werden. Neu ist bei den Leistungen auch ein Abschnitt mit festen Prozentsätzen nach der Rohbausumme für statische Berechnungen als Sonderleistung sowie für deren Prüfung und für die Hilfeleistung der Ingenieure bei der Oberleitung schwieriger Hochbaukonstruktionen. Auch hier ist die Übernahme nach festen Sätzen bzw. nach Zeitaufwand fakultativ.

Man hofft, daß diese Neufassung nunmehr auf längere Zeit unverändert Gültigkeit haben wird und sich dann auch den Gerichten gegenüber ebenso allgemein durchsetzt wie das bei der G.-O. von 1901 der Fall war, die fast 20 Jahre unverändert bestanden hat.

F. Eiselen.

Eingegangene Doktordissertationen.

Gustav Kubach, Messung von Koronaverlusten. T. H. Darmstadt 1927.

Erwin Reusch, Beitrag zur Berechnung von weitverzweigten Rohrsystemen mit Ring- und Querleitungen unter Anwendung der Theorie der äquivalenten Weiten. (Auszug.) T. H. Darmstadt 1927.

Alfons Schliephake, Untersuchungen an Kohlenbürsten. T. H. Darmstadt 1927.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die schweizerische Elektroindustrie im Jahr 1927. — In einem von der Dt. Allg. Zg. wiedergegebenen Bericht der A. G. Leu & Co., Zürich, wird gesagt: Allseitige Verschärfung der Konkurrenz auf dem Weltmarkte und gleichzeitiger Rückgang der Elektrisierungsaufträge durch die Bundesbahnen hatten zu Beginn des Jahres einigermaßen Bedenken für die weitere Entwicklung in der Elektrizitätsindustrie aufkommen lassen. Glücklicherweise erwiesen sich jedoch die Befürchtungen in der Folge nicht als zutreffend. Ja, es läßt sich fast für das ganze Jahr eine wesentliche Belebung des Geschäftes feststellen. Daß dabei auch der Export trotz der unverändert hohen Zollmauern des Auslandes und trotz der teuren Produktionskosten im Inland erfreulich gestiegen ist, mag neben einer staunenswerten Absatzorganisation, welche die hauptsächlichsten, für den Export arbeitenden Betriebe in allen Erdteilen unterhalten, und neben den unermüdlichen Bestrebungen zur Herabminderung der Gestehungskosten durch sparsamste Betriebsführung auch dem Umstand zu danken sein, daß sich die deutsche Konkurrenz weniger stark fühlbar machte als in den Vorjahren. Der Grund hierfür wird vorab in der Erstarkung des deutschen Binnenmarktes zu suchen sein, der einen größeren Teil der deutschen Gesamterzeugung aufnahm. Dabei konnte jedoch, wie schon in den letzten Jahren, der bessere Geschäftsgang der schweizerischen Unternehmungen vielfach nur durch Konzessionen in der Preispolitik und damit durch Schmälerung der Rendite der Unternehmungen erzielt werden. Ob die Besserung des Geschäfts in naher Zukunft weitere Fortschritte machen wird, bleibt ungewiß. Schon zeigen auch die Preise der hauptsächlichen Materialien für die Elektrizitätsindustrie infolge der größeren Nachfrage steigende Tendenz. Ihre Wirkung auf die Preise der Fertigprodukte und damit auf die weitere Entwicklung des Absatzes bleibt abzuwarten. In der elektrotechnischen Spezialindustrie ergab sich für diejenigen Zweige, die zum großen Teil für die Elektrisierung der Bundesbahnen beschäftigt waren, in den letzten Monaten ein Rückgang der inländischen Bestellungen, da das bisherige Elektrisierungsprogramm bekanntlich in absehbarer Zeit durchgeführt sein wird. Ähnliches gilt von der Telephonindustrie. Die Automatisierung der größeren städtischen Telephonnetze geht ihrem Ende entgegen; ein vollwertiger Ersatz der damit ausfallenden Aufträge konnte bis jetzt nicht gefunden werden. Andere Branchen, die ihren Absatz in erster Linie bei der Privatkundschaft suchen müssen, erfreuen sich dank günstigerer Strompreise auch der kleineren Elektrizitätswerke und dank der wachsenden Kaufkraft der Konsumenten eines gegenüber dem Vorjahr leicht vermehrten Inlandabsatzes. Die Hemmungen im Export, die wegen starker Zollbelastung mancher Länder immer noch bestehen, konnten zum Teil durch die erfolgreichen Bemühungen in der Gewinnung neuer Absatzgebiete ausgeglichen werden. Dagegen wurde der Export nach Frankreich mit dem Inkrafttreten der erhöhten Zollsätze im August stark unterbunden. Die Preise blieben in allen Branchen gedrückt, für gewisse Artikel hielt sich das Niveau sogar unter dem der Vorkriegszeit.

Die Elektrobestellungen der Handelsvertretung der UdSSR. in Deutschland 1926/27. — Die Handelsvertretung der UdSSR. in Deutschland ergänzt im 2. Dezemberheft der „Volkswirtschaft" einen früheren Bericht über ihre Tätigkeit durch einige nähere Angaben für das Wirtschaftsjahr 1926/27. Aus ihnen geht hervor, daß nach den mit 31,6 % an erster Stelle stehenden Bestellungen auf nicht elektrotechnische Maschinen und Maschinenteile diejenigen auf elektrotechnische Maschinen, Materialien und Zubehör folgen, u. zw. mit 14,2 % und einem Gesamtwert von 35,603 Mill. GRbl. Diese Bestellungssumme hat sich 1926/27 gegen das Wirtschaftsjahr 1925/26, wo sie bei einem Anteil von 5,2 % 9,8 Mill. GRbl ausmachte, also nahezu vervierfacht. Die Handelsvertretung bemerkt, daß i. a. die Aufträge der UdSSR. zu einem immer größeren Teil auf Fertigerzeugnisse für produktiven Bedarf entfallen.

Aus der Geschäftswelt. — Für das Geschäftsjahr 1926/27 schlagen als Dividende die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft bei 12,351 Mill. RM Reingewinn 8 % (7 i. V.), die Siemens & Halske A. G. bei 18,851 Mill. RM Reingewinn 12 % (10 i. V.) und die Siemens-Schuckertwerke A. G. bei 14,780 Mill. RM Reingewinn 9 % (8,5 i. V.) vor.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Die Zahlentafel zeigt, daß im Dezember 1927 die Menge der Einfuhr gegen den Vormonat (17 849 dz bzw. 3,617 Mill. RM) um 7067 dz oder 40 % zurückgegangen ist, während sich der Wert um 0,85 Mill. RM bzw. 23 % gesteigert hat. Die Ausfuhr betrug einschl. der Reparationssachlieferungen mengenmäßig um 8029 dz oder fast 7 %, wertlich um rd. 0,2

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 79.



Mill. RM mehr als im November (120 332 dz bzw. 42,392 Mill. RM). Für das g a n z e J a h r 1927 ergibt sich bei der Einfuhr eine Zunahme der Menge um 34 693 dz oder 63 % und des Wertes um 11,810 Mill. RM bzw. nahezu 55 %. Rechnet man von den in der Zahlentafel für die Ausfuhr genannten Beträgen die der Reparationsachlieferungen, welche im abgelaufenen Jahr 19 421 dz bzw. 13,424 Mill. RM ausmachten, ab, so zeigt sich, daß der reine Export gegen 1926 um

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz			Ausfuhr in dz		
		Dezember	Januar/Dezember		Dezember	Januar/Dezember	
		1927	1927	1926	1927	1927	1926
907 a	Lichtmaschinen u. Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	124	1 509	801	368*	5 034*	1 401
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	3 422	37 816	29 526	24 639*	252 176*	209 695
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	271	1 529	2 524	1 274*	15 387*	16 421
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	1 312	4 651	1 005	5 737*	52 334*	54 399
909	Kabel zur Leitung elektr. Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	3 136	22 346	7 267	44 731*	425 956*	471 273
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	—	260	111	399	3 334*	2 607
911 a	Metallfadenlampen	308	3 268	2 531	1 181*	10 257*	9 103
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	1	47	25	114	955	2 582
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	52	169	93	3	130	235
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon	93	638	650	1 172*	11 839*	16 432
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	399	2 397	1 719	5 116	35 412*	29 021
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	132	1 490	1 575	2 836*	28 210*	28 333
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	9	49	20	620	6 059	3 577
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	197	987	392	1 287*	9 066*	5 380
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	6	4	9	101	79
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektr. Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	194	3 487	607	1 458*	13 525*	10 977
912 F 1	Sicherungs- u. Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	23	188	160	1 041	9 419*	9 299
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- u. Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	904	7 069	5 049	25 690*	242 394*	197 590
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgen. 912 D)	56	679	432	1 346	13 658*	9 512
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien, Thermoelemente; Bestandteile davon	112	941	361	6 710	63 734*	53 404
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgen. 733 a)	36	397	342	6	6	6
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer od. Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	—	76	112	55	612*	492
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier od. Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	2 575	18 786*	17 935
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	10 782	89 999	55 306[9]	128 361*	1 218 378*	1 149 747
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*4 467*	*33 462*	*21 652*[9]	*42 591**	*398 716**	*352 989*
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	21	387	224	1 271	9 267	18 853
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper od. drgl., auch in Verbindung mit Platin	2	84	80	70	660	546
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	—	10	17	723	6 836	6 813
648 d	Elektroden	561	6 750	4 339	13 516	207 837*	226 539
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	10	69	536	3 697	67 238*	58 895
740 a	Glühlampenkolben	77	230	536	866	9 255	7 038
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen d. Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen d. Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	201	1 145	572	8	8	8
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	114	616	366			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	215	3 226	1 931	11 154*	99 305*	76 006

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn. — [9] Infolge nachträglicher Berichtigung der Einfuhr von Erzeugnissen der Gruppen 907 b/g, 910 a/c, 912 A 4 und 912 E geändert.

* Einschließlich der Reparationsachlieferungen.

49 210 dz oder 4 % und wertlich um 32,303 Mill. RM bzw. 9 % gewachsen ist. Der Ü b e r s c h u ß d e r A u s f u h r (ohne die Reparationsachlieferungen) stellte sich am Jahresschluß auf 1 108 958 dz bzw. 351,830 Mill. RM (1 094 441 dz bzw. 331,337 Mill. RM i. V.).

Abschluß des Heftes: 4. Februar 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Z e h m e in Berlin. — Verlag von J u l i u s S p r i n g e r in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

IEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 16. FEBRUAR 1928
–272)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang · Berlin, 16. Februar 1928 Heft 7

UMSCHAU.

Die Entwicklung der Wärmekraftwerke in Deutschland.

Der Stillstand in der Entwicklung unserer Kraftwerke während der Kriegs- und ersten Nachkriegsjahre zwang zunächst zu einer gewissen Überstürzung in der Erweiterung, die nicht immer die wünschenswerte Gründlichkeit in der Durcharbeitung der Projekte gestattete. Studienreisen nach Amerika ermöglichten es, die dort in ruhigerem Entwicklungsgang gemachten Erfahrungen kennen und verwerten zu lernen, so daß wir heute rückblickend auch von einer bedeutsamen Entwicklung des Kraftwerksbaues in Deutschland sprechen können, dessen Erfolge in dem Jahre 1926 und ganz besonders 1927 zur Reife gekommen sind. Es darf auch hier gleich bemerkt werden, daß die deutschen Fachleute sich erfreulicherweise im allgemeinen von gedankenloser Nachahmung ferngehalten, Brauchbares unseren Verhältnissen angepaßt haben, aber auch neue Wege gegangen sind.

Die Fülle der allerseits geleisteten Pionierarbeit ist so groß, daß sie in einem kurzen Aufsatz auch nicht entfernt gewürdigt werden kann, deshalb muß ich mich auf wenige Stichworte beschränken.

Brennstoffwirtschaft im Zusammenhang mit dem Zentralenbau.

1. Kohlenstaubfeuerung.

In Amerika wurde fast ausnahmslos für die größeren Elektrizitätswerke die Zentralmahlanlage bevorzugt, und auch in der größten deutschen Kohlenstaubzentrale, dem Klingenberg-Werk, wurde dieser Weg gewählt, da für die Einzelmühlen die Erfahrungen noch nicht in hinreichendem Maße festlagen. Der gleiche Weg wurde z. B. in Leipzig-Süd, Großkraftwerk Stettin und auch bei dem zur Zeit im Bau befindlichen Kraftwerk in Elbing beschritten. Mitbestimmend war hierbei wohl auch die Frage der Kohlentrocknung, für die Amerika bisher keine sehr befriedigenden Lösungen gefunden hatte, so daß man in Deutschland die in der Braunkohlenindustrie erprobten Dampftrockner in Anwendung brachte. In Industriezentralen waren bereits mehrfach die den Aufbau vereinfachenden Einzelmühlen zur Anwendung gekommen, die es gestatten, bei Steinkohle mit Abgasen oder Heißluft aus dem Kessel in der Mühle die Trocknung vorzunehmen, und nach eingehenden Vorversuchen entschloß man sich, in der Zentrale Herdecke die Erweiterung auf diese Weise auf Grund der günstigen Resultate durchzuführen, so daß anzunehmen ist, daß in Zukunft die Einzelmühle mehr Eingang finden wird.

Auch die Abscheidung des Staubes aus den Rauchgasen konnte uns Amerika nicht lehren, da gerade diese wichtige Frage des Staubkohlenkessels anfangs dort gänzlich vernachlässigt wurde. In den Leuna-Werken befinden sich heute bereits Elektrofilter für Rauchgase in größerem Ausmaße in erfolgreichem Betrieb, und es besteht damit die Möglichkeit, Staubkohlenkessel auch in der Nähe bewohnter Gegenden ohne Belästigung der Umwohner zu betreiben.

2. Schwelanlagen.

Es ist nicht zu verkennen, daß die Verbindung des Schwelbetriebes mit der Elektrizitätserzeugung besonders im Braunkohlengebiet eine Verbilligung der Energieerzeugung durch den Verkauf der Nebenprodukte bringen kann. Langjährige Arbeiten haben auch auf diesem Gebiete im vergangenen Jahre Erfolge gebracht, die zum Bau derartiger Anlagen geführt haben, so z. B.: El.-W. Wölfersheim nach dem Prinzip der Kohlenveredlungs-G. m. b. H., Grube Westeregeln nach dem Lurgi-System.

3. Feuerungen.

Hier ist für Steinkohle vor allem die Verbreiterung der Wanderroste zu erwähnen, an die man sich mit Rücksicht auf die Betriebsicherheit nur langsam herangewagt hat, und die Anlage im El.-W. München beweist, daß auch hier erfreuliche Fortschritte erzielt worden sind, wobei man sich von amerikanischen Übertreibungen ferngehalten hat. Die Steigerung der Leistung der Braunkohlenroste ermöglicht es, trotz der geringeren Verbrennungstemperatur Leistungen zu erzielen, die den Bau größerer Kesseleinheiten gestatten.

Kesselbau.

Die Klagen über eine gewisse Rückständigkeit in den Vorjahren müssen verstummen, wenn man die Erfolge des letzten Jahres betrachtet. Die Irrwege des Vieltrommel-Steilrohrkessels sind überwunden, man begnügt sich mit drei oder vier Trommeln, und der Zweitrommelkessel ist in der Entwicklung. Die Erkenntnis, daß die minderwertigen Heizflächen soviel als möglich verschwinden und durch Strahlheizflächen, vergrößerte Ekonomiser oder Lufterhitzer ersetzt werden müssen und vor allen Dingen ein klarer Wasserumlauf geschaffen werden muß, ist allgemein. Die Wichtigkeit der richtigen Bemessung der Ausdampfung aus dem Wasserspiegel, um gut trockenen Dampf zu erzielen, wird mehr und mehr erkannt. Die Verbindung von Strahlungs- und Berührungsüberhitzer ist leider durch Patentschwierigkeiten gehemmt. Anlagen bis zu 35 at begegnen nach den Erfahrungen im Klingenberg-Werk, El.-W. Charlottenburg, Herdecke und vielen anderen Ausführungen keinen Bedenken. Anfängliche Schwierigkeiten mit Armaturen dürfen als überwunden angesehen werden.

Stark umstritten ist noch die Frage des wirtschaftlichsten Druckes, und es kann hierüber auch noch keine volle Klarheit herrschen, weil noch zu wenige Anlagen mit sehr hohen Drücken ausgeführt sind. Nachdem in Amerika die Anlagen in Boston und Milwaukee bereits eine längere Betriebszeit mit Trommelkesseln von 84 bis 100 at hinter sich hatten, entschloß sich das Großkraftwerk Mannheim, 100 at-Zweitrommelkessel in Auftrag zu geben. Nach einigen Versuchen wurde im vergangenen Jahre auch die erste betriebsmäßige Bensonanlage mit 230 at für Kohlenstaub im Kabelwerk der SSW für 30 t/h und ein kleinerer Bensonkessel mit Ölfeuerung im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule für 3 t/h in Betrieb genommen. Nach dem System von **Löffler** ist eine kleinere Anlage mit Kolbenmaschine in Florisdorf bei Wien in Betrieb, und auch die größere Anlage mit Turbine in Wittkowitz ist bereits unter Dampf. Die 56 at-Anlage in Langerbrugge in Belgien, welche zunächst nur aus einer Kesselanlage mit Vorschaltturbine für 2500 kW bestand, erhält zur Zeit eine wesentliche Erweiterung, wobei besonders zu bemerken ist, daß die Kessel ihren Brennstoff aus einer direkt vor den Rosten eingebauten Schwelanlage erhalten.

Turbinenbau.

Stand das Jahr 1926 noch im Zeichen starken Widerstreites der Meinungen über die Möglichkeit der Durchführung hochwertiger Maschinen, so hat im vergangenen Jahre eine ruhigere Auffassung platzgegriffen. Fertiggestellte Anlagen haben den Beweis geliefert, daß nach Überwindung einiger Schwierigkeiten der Betrieb mit einer Temperatur von 400 °C betriebsicher durchführbar ist. Hier darf besonders die Anlage Charlottenburg der

BEWAG genannt werden und von neueren Ausführungen z. B. das oben schon erwähnte Werk Herdecke. Die Frage, ob die Aktions- oder Reaktionsbeschaufelung für den Hochdruckteil vorzuziehen ist, darf insofern als geklärt angesehen werden, als bei großem Dampfdurchsatz, wie er heute für die Elektrizitätsversorgung in öffentlichen Werken fast ausschließlich in Frage kommt, mit beiden Ausführungen sehr erfreuliche Resultate erzielt wurden, so daß die Vor- und Nachteile mehr auf konstruktivem als thermodynamischem Gebiet zu suchen sind, und man hat eingesehen, daß zum mindesten für den Großzentralenbau wichtiger als das thermodynamische System der Aufbau der Maschinen ist sowie die Frage der Grenzleistung bei 3000 Umdr./min.

Da der Wirkungsgrad vom Durchsatzvolumen, d. h. von der Schaufelhöhe stark abhängig ist, so muß man bei Steigerung des Druckes bestrebt sein, die Einheiten zu vergrößern. Auch der zunehmende Strombedarf führt zwangläufig im Interesse der Einfachheit des Betriebes zu demselben Ziel.

Man hat nun verschiedene Wege eingeschlagen. Im Klingenberg-Werk kamen Maschinen mit 1500 Umdr./min zur Aufstellung, jeder Satz mit zwei Generatoren von 44 000 kVA, wobei der Niederdruckteil ohne Zwischensteuerung seinen Dampf unmittelbar aus dem Hochdruckteil mit rd. 3 at erhält, so daß die Maschine dampftechnisch als eine Einheit anzusprechen ist. In Herdecke geht man mit einem 32 000 kVA-Generator von 3000 Umdr./min auch direkt von 33 at auf Vakuum ebenfalls in drei Zylindern. In Charlottenburg ist die Trennung der Vorschaltmaschine mit 3000 Umdr./min von 33 at auf 14 at und der Grundturbine mit 1500 Umdr./min von 14 at auf Vakuum durchgeführt, erstere leistet 7000 kW, letztere 16 000 kW; 1500 Umdr./min kamen hier nur deshalb zur Anwendung, weil diese Maschine dringend benötigt wurde und direkt greifbar war. Die Vorschaltmaschine hat noch einen zweiten Zylinder, in dem der Dampf bis auf 2,5 at für Vorwärm- und Heizzwecke expandiert. Die Ansichten sind geteilt, welche Ausführungsart die zweckentsprechendste ist. Bei sehr schwankender Belastung wird die direkte Expansion bis auf Vakuum vorteilhafter, weil das Konstanthalten eines Zwischendruckes eine, wenn auch nicht wesentliche, Verschlechterung bei geringen Belastungen bedeutet. Für gleichmäßige Belastung sind beide Ausführungen gleichwertig. Bei Erweiterung bestehender Anlagen dürfte immer die Anwendung der Vorschaltmaschine vorzuziehen sein, weil dann die Hochdruckanlage zwanglos auch auf die älteren Maschinen arbeiten kann und eine Verbindung zwischen der bestehenden Kesselanlage und der Hochdruckanlage gegeben ist. Bei höchsten Drücken wird man die Unterteilung in Vorschaltmaschine und Grundturbine gleichfalls vorziehen, weil dann auch die Vorschaltmaschine in großer Einheit ausgeführt werden kann und die Sicherheit des Betriebes erhöht wird, da die Grundturbine, also etwa zwei Drittel der Leistung, je nach dem Kesseldruck, mit reduziertem Dampf betriebsfähig bleibt, falls die mit höchstem Druck und Temperatur arbeitende Vorschaltmaschine ausfallen sollte.

Die Möglichkeit, Maschinen mit 3000 Umdr./min zur Anwendung zu bringen, die erheblich billiger als solche mit 1500 Umdr./min zu bauen sind, ist nach bisherigen Ausführungen bis zu 37 500 kVA im El.-W. Hamburg mit gutem Erfolg benutzt. Eine Steigerung bis 50 000 kVA ist in Vorbereitung und ein Versuchsgenerator mit 44 000 kVA bereits in Betrieb.

Ob man in Deutschland zu den Einheiten mit 1500 Umdr./min zurückkehren wird, die nach dem heutigen Stand der Technik bis zu Einheiten von 80÷100 000 kVA in einen Generator gebaut werden könnten, hängt erstens von den Erfahrungen ab, die man mit den Grenzturbinen von 3000 Umdr./min machen wird und zweitens von der Entwicklung des Stromabsatzes, die darüber entscheiden wird, in welchem Umfang Einheiten von solcher Größe betrieblich in Deutschland gerechtfertigt sind.

Regenerativverfahren.

Die amerikanischen Erfahrungen in der Anwendung des Regenerativverfahrens haben auch in Deutschland eine weitere Ausbildung erfahren. Die dort fast ausnahmslos angewendete Anzapfung der Hauptturbine hat den Nachteil, daß die Speisewasservorwärmung mit der Belastung schwankt, wenn nicht durch Frischdampfzugabe eine konstante Temperatur eingeregelt wird. Auch besteht immerhin die Möglichkeit, daß durch Versagen eines Kondenstopfes Wasser in die Turbine kommen kann. Dieser Gefahr wird in Amerika durch Rückschlagventile, Alarmsignale und Schwimmerregelung begegnet, wodurch die Einfachheit des Betriebes sicher nicht verbessert wird. Man suchte daher in Deutschland nach anderen Wegen. Eine Möglichkeit, die besonders auch dann von Vorteil ist, wenn eine Vorschaltturbine vor eine vorhandene nicht angezapfte Grundturbine geschaltet wird, besteht in dem Anbau des oben erwähnten Regenerativzylinders an die Vorschaltturbine (El.-W. Charlottenburg) oder in der Verwendung der Hausturbine als Anzapf-Gegendruckturbine (Großkraftwerk Klingenberg und El.-W. Elbing).

Zwischenüberhitzung.

Diese ist in der Bensonanlage im Kabelwerk der SSW zur Anwendung gekommen, und zwar mit Rückführung des Dampfes in den Kessel und auch mit Anzapfdampf zur Vorwärmung von niedergespanntem Sattdampf für die Fabrikation, der eine bestimmte Temperatur haben soll. Eine Frischdampf-Zwischenüberhitzung wird im Großkraftwerk Mannheim zur Anwendung kommen. Da bei 35 at, 400 °C und Kondensationsbetrieb die Dampffeuchtigkeit in den letzten Stufen bereits etwa 10 % beträgt, so wird sie bei höheren Drücken mehr und mehr zur Anwendung kommen, und zwar in der Hauptsache wohl mit Dampf, da diese Art in Anschaffung zwar teurer, im Betrieb aber, wenn mehrere Kessel auf eine Maschine arbeiten, sicherlich einfacher ist.

Speicherung.

War man früher der Ansicht, daß die Wärmespeicher mehr für Industriewerke mit Abdampfverwertung geeignet sind und bei reinen Kraftwerken nur in Bahnkraftwerken (Mittelsteine, Altona) Vorteile damit zu erzielen sind, so wurde durch die Zunahme der Morgen- oder Abendspitzen in den öffentlichen Elektrizitätswerken der Gedanke angeregt, auch hier Ruths-Gefällespeicher in Anwendung zu bringen. Die Nachrechnung ergab, daß bei hoher dreieckförmiger Spitze mit einer Basis bis etwa 3 h eine Verbilligung der Anlagekosten gegenüber Ausbau mit Kesselanlage erzielt werden kann. Besonders vorteilhaft hierbei ist die Möglichkeit, diese Speicheranlage als Momentanreserve zu verwenden für den Fall, daß z. B. Fernstrom oder auch eine Maschine des eigenen Werkes plötzlich ausfällt. Für Leipzig-Nord, Pforzheim und Oberlungwitz/Sa. sind zur Zeit derartige Anlagen mit 13 000, 6300 und 6000 kW im Bau.

Selbsttätige Kesselhausregelung.

Eine vollständig selbsttätig geregelte Kesselanlage dürfte, soweit mir bekannt, in Deutschland zur Zeit in einem öffentlichen Elektrizitätswerk nicht bestehen, jedoch sind bereits verschiedene Versuchsanlagen eingebaut, und es besteht großes Interesse für diese Verfeinerung des Betriebes. Verschiedene Anlagen sind im Bau, so daß Erfahrungen im praktischen Betrieb gesammelt werden können, wie weit man zweckentsprechend in diesen Punkten geht. Als einfachste Form kann die Fernsteuerung von Hand in Frage kommen, ferner die halbselbsttätige und die vollselbsttätige Steuerung. Auf alle Fälle ist zu empfehlen, bei Neubau von Kraftanlagen die Antriebsmotoren der Hilfsmaschinen so zu wählen, daß jederzeit nachträglich eine dieser Möglichkeiten zur Anwendung kommen kann. Auch die Fernsteuerung wichtiger Ventile und elektrischer Apparate findet mehr und mehr Eingang.

Hausturbinen.

Die zunehmende Zahl der Hilfsmaschinen und die Abhängigkeit der Sicherheit des ganzen Betriebes von diesen zwingt zur Trennung des Hausnetzes vom Verteilungsnetz. Bei kleinen Anlagen wird man diese Sicherung durch kleine Hilfsdampfturbinen an den hauptsächlichsten Hilfsmaschinen und durch Batterien am zweckentsprechendsten erreichen. Größere Werke sind zur Aufstellung besonderer Einheiten übergegangen. Die eine Möglichkeit ist in dem Absatz über das Regenerativverfahren erwähnt. Sie hat jedoch den Nachteil, daß die Leistung der Anzapf-Gegendruckmaschine von dem Dampfbedarf für die Vorwärmung abhängig ist. Da bei Kohlenstaubanlagen, die eine volle Ausnutzung des Regenerativverfahrens gestatten, die erzielbare Leistung meist größer ist als der Hausbedarf, so muß der Überschußstrom wieder an das Netz abgegeben werden, und dadurch ist die Sicherheit des Hausnetzes von dem Funktionieren des Schalters abhängig. Die Kuppelung der Turbine mit zwei Generatoren, von denen der eine auf das Hausnetz, der andere auf das Hauptnetz arbeitet (Kraftwerk Elbing), würde hier Abhilfe schaffen. Die in Amerika zum Teil angewendete Kuppelung der Hauptturbine mit einem Hausgenerator hat in Deutschland, soweit mir bekannt ist, noch keine Nachahmung gefunden. Die größte Sicherheit dürfte die Aufstellung einer einfachen Kondensationsturbine bieten, wobei aber bei Verwendung des Regenerativverfahrens die Hauptturbine angezapft oder der

Regenerativzylinder an einer Vorschaltturbine angebaut werden müßte.

Heizkraftwerke.

Die Entwicklung der Heizkraftwerke hat im verflossenen Jahre insofern Fortschritte gebracht, als die bestehenden Anlagen ihre Dampfabgabe erheblich vergrößert haben (Charlottenburg, Hamburg, Elberfeld) und neue Anlagen (z. B. Meißen) hinzugekommen sind. Im kommenden Jahre dürften schwebende Projekte zur Verwirklichung kommen. Wenn auch der direkte wirtschaftliche Erfolg für die Elektrizitätswerke der hohen Kosten des Leitungsnetzes wegen nicht immer dem Gewinn aus Stromvertrieb gleichkommen dürfte, so wird doch die große Bequemlichkeit für den Abnehmer sicherlich der zentralen Wärmeversorgung auch weiter eine günstige Entwicklung sichern, besonders dann, wenn es gelingt, wärmeverbrauchende Industriewerke in größerem Umfange zum Anschluß zu bewegen, weil damit der bei reiner Raumheizung ungünstige Belastungsfaktor wesentlich verbessert wird.

Anlagekosten.

Hat man früher die Anlagekosten als eine gegebene Größe angesehen, die lediglich durch die Größe der anwendbaren Einheiten verringert werden kann, so hat sich in letzter Zeit die Erkenntnis mehr und mehr Bahn gebrochen, daß nur dann das Minimum erzielt werden kann, wenn auf den Verlauf der jährlichen Belastungsdiagramme schon bei dem Bau die erforderliche Rücksicht genommen wird. Man unterscheidet Grundlastwerke, Spitzenwerke und solche für beide Zwecke. Die neueste Anlage wird mit der fortschreitenden Entwicklung der Wärmewirtschaft als Grundlast gefahren werden müssen und die Spitzen den älteren Anlagen zugewiesen werden. Geht die Entwicklung der Spitze schneller vor sich, als die Erstellung neuer Grundleistung zweckmäßig ist, so kann durch Speicherung nachgeholfen werden.

In der Literatur wurde im vergangenen Jahre mehrfach auf den Preis für 1 ausgebautes kW hingewiesen, und die Ansichten über die bei heutigem Preisstand zu erzielenden Höhen sind sehr geteilt je nach den gemachten Erfahrungen. Der Grund dieser Meinungsverschiedenheit dürfte in der Hauptsache in der Verschiedenheit der Verhältnisse liegen, und ein einwandfreier Vergleich ist nur dann möglich, wenn den Zahlenwerten Erklärungen beigegeben werden, welche Zweck, Größe, Kesseldruck, Spannung des abgegebenen Stromes, Wärmeverbrauch je kWh erkennen lassen, ferner ob die installierte Leistung mit oder ohne Eigenbedarf oder die Nutzleistung ein- oder ausschl. Reserve gemeint ist, besonders auch für welche installierte Maschinenleistung die Kesselanlage ausgebaut ist und für welchen $\cos \varphi$ der Generatoren die Turbinen mit Normal- oder Überlast gebaut sind. Ohne genaue Angaben aller dieser Verhältnisse können Vergleiche über die Baukosten neuer Werke, sofern man sich nicht mit Zahlen begnügen will, die nur eine gewisse Größenordnung darstellen, leicht zu falschen Schlüssen führen. Die besten Erfolge in der Weiterentwicklung des Dampfzentralenbaus sind da erzielt worden, wo in engem Zusammenarbeiten zwischen Stromerzeuger und Elektroindustrie die Bearbeitung des Gesamtprojektes durchgeführt wurde, und es ist zu hoffen, daß nach Ablauf dieses Jahres über neue Fortschritte berichtet werden kann. H. Gleichmann.

Dielektrische Verlustmessungen an Drehstromkabeln bei betriebsmäßiger Beanspruchung.

(Mitteilung aus der Forschungsabteilung des Kabelwerkes der Siemens-Schuckertwerke A.-G.)

Von Dr. **Elisabeth Bormann** und **Johannes Seiler**, Berlin.

Übersicht. Man geht immer mehr dazu über, elektrische Freileitungen durch Kabel zu ersetzen. Da bei der Kraftübertragung außerdem das Bestreben besteht, möglichst hohe Spannungen anzuwenden, so ist es erforderlich, Kabel zu bauen, deren Isolation diese hohen Spannungen betriebsicher aushält. Ein Kriterium hierfür ist die Größe der dielektrischen Verluste und ihre Abhängigkeit von der Spannung. Bei Einphasenkabeln macht die dielektrische Verlustmessung keine grundsätzlichen Schwierigkeiten mehr, anders bei Drehstromkabeln. Im Gegensatz nun zu der bisher geübten nur angenäherten dielektrischen Verlustmessung an Drehstromkabeln unter einphasiger Wechselspannung wird im folgenden eine Methode beschrieben, nach der die Bestimmung der dielektrischen Verluste direkt unter der wirklichen betriebsmäßigen Drehspannungs-Beanspruchung gemacht werden kann. Es sind in diesem Falle zur Erlangung eines $\operatorname{tg} \delta$-Wertes für eine bestimmte Spannung drei Brückenmessungen bzw. drei wattmetrische Messungen erforderlich. Hierbei ist die Meßapparatur samt Beobachter auf Hochspannung (in einem Faradayschen Käfig) oder die Meßapparatur samt Beobachter an Erdseite, aber der Kabelmantel und der Sternpunkt des Transformators auf Hochspannung. Bei verlegtem Kabel kommt nur die erste Schaltung in Betracht.

Vergleichende Messungen mit der Einphasen- und der hier beschriebenen Dreiphasenmethode mit der Scheringschen Hochspannungsbrücke an einem normalen verseilten Drehstromkabel zeigten das interessante Ergebnis, daß der Ionisierungspunkt bei Messung unter direkter Drehspannungs-Beanspruchung erst bei höherer Spannung gefunden wird als bei der Messung in einphasiger Ersatzschaltung; der Verlustwinkel unterhalb der Ionisierungsspannung stellt sich nach beiden Methoden als gleich hoch heraus.

Es ist bisher üblich, die dielektrischen Verluste auch bei Drehstromkabeln mit einphasiger Wechselspannung zu bestimmen. Die hierher gehörigen Wattmeter- und Brückenmethoden sind schon vielfach beschrieben[1].

In den VDE-Vorschriften werden für die einphasige Spannungsprüfung von Drehstromkabeln folgende Schaltungen vorgeschlagen: 3 Leiter gegen Blei und 2 Leiter gegen den dritten und Blei. Es wird aber auch folgende Schaltung vielfach angewendet: 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei.

Es ist klar, daß auch in den zwei letzteren Schaltungen die betriebsmäßige Drehspannungs-Beanspruchung nur unvollkommen nachgeahmt wird. Nun hängt aber der dielektrische Verlustwinkel eines Kabels im allgemeinen von der Beanspruchung (Feldstärke und Feldform) ab, hauptsächlich dann, wenn das Kabel inhomogenen Aufbau und wenn es Gaseinschlüsse hat (Ionisierungsknick). Es ist also nicht möglich, aus den in einphasigen Schaltungen gefundenen Verlusten die Betriebsverluste anzugeben. Daher wurde die im folgenden beschriebene Methode ausgearbeitet, die Verluste in betriebsmäßiger Drehstromschaltung direkt zu messen. Die Methode wurde an einem normalen Drehstromkabel erprobt und mit entsprechenden einphasigen Messungen verglichen.

1. Die einer direkten Drehstrommessung entgegenstehenden Schwierigkeiten.

Einer Verlustmessung mit hochgespanntem Drehstrom stehen zwei Hauptschwierigkeiten entgegen.

a) Die erste Schwierigkeit, mehr praktischer Art, besteht in der Notwendigkeit, bei Drehstrommessungen die Meßapparatur in die Hochspannung zu legen.

Die Apparatur zur Messung des dielektrischen Verlusts (Scheringbrücke oder Wattmeteranordnung) muß den in das Kabel fließenden Ladestrom erfassen. So kann man beim Drehstromkabel die Apparatur nicht zwischen Sternpunkt und Kabelmantel schalten, weil dort die Ladeströme nicht erfaßt werden; man muß die Apparatur an eine Transformatorklemme schalten, von der der Ladestrom ins Kabel geht.

Betrachten wir zunächst die einphasige dielektrische Verlustmessung am Einfachkabel. Abb. 1 zeigt die Schaltung dazu (es ist nur die Oberspannungswicklung des Transformators gezeichnet). Das Kabel liegt unter betriebsmäßiger Beanspruchung, d. h. das Dielektrikum steht unter dem einphasigen symmetrischen elektrischen Feld mit radial gerichteten Kraftlinien. Im allgemeinen wird die Erdseite durch den Kabelmantel festgelegt. Die Lage des Erdungspunktes hat natürlich

[1] z. B. G. B. Shanklin, Compensated Dynamometer Wattmeter Method of measuring Dielectric Energy Loss. El. Review Bd. 19, S. 842. — Semm, Verlustmessung bei Hochspannung, Arch. El. Bd. 9, S. 30. — Die Tätigkeit der Physikal.-Techn. Reichsanstalt im Jahre 1923, ETZ 1924, S. 344 (Scheringbrücke). — H. S. Hallo und G. de Zoeten, Erfahrungen mit der Brücke von Schering zur Messung der dielektrischen Verluste in Hochspannungskabeln, Tijdschrift voor Electrotechniek 1924, Nr. 2, S. 27.



auf die Form des elektrischen Feldes im Kabel keinen Einfluß. Wie man aus Abb. 1 ersieht, kommt dadurch eine Klemme der Hochspannungswicklung an Erdseite. Es ist also ohne weiteres möglich, in die Leitung von der erdseitigen Transformatorklemme zum Kabelmantel die Meßapparatur zu schalten, so daß die Apparatur vom Beobachter an der Erdseite ohne unmittelbare Gefahr bedient werden kann. Bei der Ausführung der Messung kann man entweder wie in Abb. 1 den Kabelmantel direkt oder aber über die Apparatur erden, indem man die der Apparatur anliegende Transformatorklemme erdet[2]. Der Spannungsabfall längs der Apparatur beträgt nur Bruchteile eines Volt.

Betrachten wir dagegen die dielektrische Verlustmessung unter betriebsmäßiger Drehspannungs-Beanspruchung; Abb. 2 und 3 geben die Schaltmöglichkeiten dazu (nicht besonders gezeichnet sind die selbstverständlichen zyklischen Vertauschungen). Beim Drehstromkabel liegen Kabelmantel und Sternpunkt des Transformators an Erdseite. Wollen wir daher die Meßapparatur an der Erdseite haben, so müssen wir sie an den Sternpunkt legen. Dies ist aber nur nach Abb. 3 möglich, wenn auch die am Sternpunkt vereinigten Hochspannungsspulenenden einzeln mit Klemmen herausgeführt sind.

an derselben Hochspannungsklemme liegt wie die Apparatur. Innerhalb des Käfigs bestehen nur dieselben Spannungsunterschiede wie sonst bei geerdeter Meßapparatur; das Messen im Käfig bietet nicht mehr Gefahr als sonst.

Man kann noch einen zweiten Ausweg einschlagen, der aber nur dann möglich ist, wenn man das Kabel isoliert aufstellen kann (Abb. 4). Hierbei können kurze Kabelstücke auf Stützisolatoren oder an Hängeisolatoren, größere Längen beispielsweise auf Holztrommeln mit Unterlagen aus Isolierplatten gemessen werden. In diesem Falle erdet man, wie bei der einphasigen Messung, direkt die Transformatorklemme, an der die Apparatur liegt. Kabelmantel und Sternpunkt kommen dann auf Hochspannung; die Drehfeldverteilung innerhalb des Kabels wird hierbei nicht verändert.

In beiden Schaltungen wurden Messungen ausgeführt mit praktisch übereinstimmenden Ergebnissen.

Im besonderen Fall der Messung mit einer wattmetrischen Anordnung ist es im Prinzip auch möglich, durch Hinzufügung eines hochisolierten Stromwandlers die Meßinstrumente samt Beobachter von der Hochspannung fernzuhalten[5].

Einphasen-Transf. Hochspann.-Wicklg.
Mess.-App. an Erdseite
Einfach-Kabel
E

Abb. 1. Schema zur dielektrischen Verlustmessung am Einfachkabel; Apparatur an Erdseite.

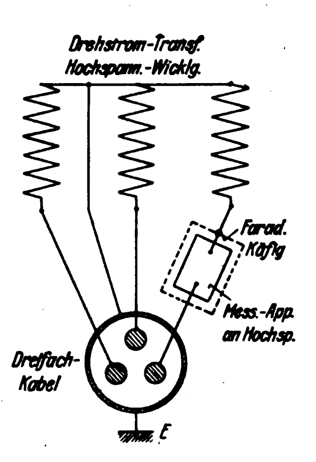
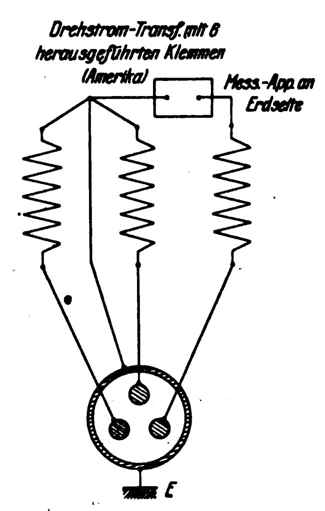
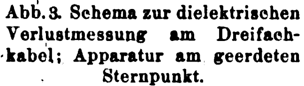


Abb. 2. Schema zur dielektrischen Verlustmessung am Dreifachkabel; Apparatur an Hochspannung.




Abb. 3. Schema zur dielektrischen Verlustmessung am Dreifachkabel; Apparatur am geerdeten Sternpunkt.

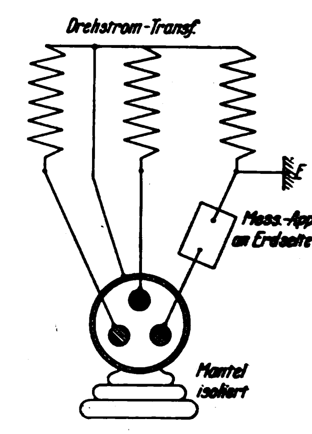


Abb. 4. Schema zur dielektrischen Verlustmessung am Dreifachkabel; Mantel und Sternpunkt isoliert auf Hochspannung, Apparatur an geerdeter Transformatorphasenklemme.

Die Schaltung nach Abb. 3 ist bei Anlagen nach amerikanischer Art, wo man häufig drei Einphasentransformatoren zum Drehstromsystem zusammenschaltet, ohne weiteres ausführbar. Und in der Tat sind die einzigen dielektrischen Verlustmessungen bei Drehstrom, die wir in der Literatur gefunden haben, von Amerikanern nach der Wattmetermethode in der Schaltung nach Abb. 3 ausgeführt worden[3,4]. Wie man sieht, liegt in diesem Falle selbst bei der Drehstrommessung die Apparatur an Erdseite, macht also in der Bedienung keine praktischen Schwierigkeiten.

In Europa können wir dagegen im allgemeinen nicht nach dieser Schaltung messen; denn Transformatoren mit sechs herausgeführten hochspannungseitigen Enden sind hier selten. Für uns besteht daher allgemein nur die Möglichkeit, beim Drehstromkabel nach Abb. 2 zu schalten. Wie man sieht, liegt die Apparatur also direkt an einer hochgespannten Transformatorklemme; der auf der Apparatur liegende Spannungsabfall ist an sich unabhängig von der absoluten Höhe der Spannung, er beträgt auch hier nur Bruchteile eines Volt wie bei der einphasigen Meßanordnung. Gefährlich ist nur die absolute Höhe der Spannung der Apparatur gegen Erde.

Um trotzdem Messungen ausführen zu können, wurde folgender Ausweg eingeschlagen. Die gesamte Meßapparatur wird in einem stabilen, engmaschigen, isoliert aufgestellten Faradayschen Käfig untergebracht, der direkt

b) Die zweite Schwierigkeit, die der Verlustmessung mit Drehstrom entgegensteht, ist prinzipieller Art; sie besteht darin, daß die im Kabel zu messenden dielektrischen Verluste im Vergleich zu den vorhandenen Scheinleistungen extrem gering sind, so daß geringe Unsymmetrien des Kabels und der Stromquelle, die bei einer normalen technischen Drehstrom-Leistungsmessung praktisch unwirksam wären, das Meßergebnis entscheidend beeinflussen. Im Prinzip ist nämlich eigentlich das unter Spannung leerlaufende Drehstromkabel eine besonders symmetrische dreiphasige Last, und nach Analogie mit normalen Drehstrom-Leistungsmessungen müßte eine Leistungsmessung gegen den Sternpunkt in einer Phase allein, mit 3 multipliziert, den Verlust im Kabel ergeben. Wie aber die ausgeführten Messungen zeigen, genügt eine Messung in einer Phase durchaus nicht, der gemessene Verlust ist mit einer sehr erheblichen Abweichung behaftet. Erst die Messung in allen 3 Phasen und die Summation der gemessenen Werte ergibt das richtige Resultat. Man muß also die bekannte Drei-Wattmeter-Methode oder eine entsprechende Brückenmethode anwenden.

Es ist vielleicht nicht ohne Wert, wenn wir, trotzdem diese Drei-Wattmeter-Methode eine an sich sehr bekannte Methode ist, ihre Ableitung für unseren besonderen Fall bringen, da sie hier auf eine quantitativ ganz andere Basis kommt als bei normalen Leistungsmessungen. Daher ist in einem Anhang die rechnerische Ableitung der Dreiphasen-Wattmeter- bzw. der Dreiphasen-Brückenmethode gegeben. Die Rechnung bietet auch das Mittel, die Grenzen abzuschätzen, von denen ab bei sehr starker Unsym-

[2] Bormann und Seiler, ETZ 1925, S. 114.

[3] E. S. Lee. Abridgement of the Use of the Dynamometer Wattmeter for measuring the dielectric power loss and power factor of the insulation of high-tension lead-covered cables. J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 45, S. 746.

[4] An dieser Stelle wird übrigens auf die grundsätzliche Möglichkeit hingewiesen, die Verluste auf der Niederspannungseite des Transformators zu messen, indem man niederspannungseitig einmal die Leistung am leerlaufenden Transformator, das andere Mal mit eingeschaltetem Kabel mißt und die Differenz bildet. Schon Lee selbst weist darauf hin, daß die Methode ungenau und daher praktisch unbrauchbar ist.

[5] Allerdings dürfte diese Messung in der Praxis auf große Schwierigkeiten stoßen, denn der Fehlwinkel eines Stromwandlers ist von der Größe des Kabelverlustwinkels selbst (etwa 20'); es wäre also nötig, daß man den Stromwandlerfehlwinkel auf mindestens 1' als Funktion der Stromstärke kennt. Die an und für sich schon vorhandenen Schwierigkeiten der Kompensation bei der Wattmetermethode würden dadurch noch wesentlich vergrößert.



metrie des Kabels oder der Spannungsquelle die Mittelbildung aus drei zusammengehörigen Messungen nicht mehr genügt; so haben wir bei einem kurzen Kabelstück (etwa 2½ m lang) von 500 µµF Drehstrom-Betriebskapazität an einem Hochspannungstransformator von nur 0,4 kVA keine brauchbaren Meßresultate erhalten.

Hier sei nur kurz darauf hingewiesen, wodurch die Abweichungen der in den einzelnen Phasen gemessenen Verluste von den wirklichen Verlusten entstehen.

Abb. 5 a gibt die schematische Darstellung eines Drehstromkabels mit seinen Teilkapazitäten. Wie man sieht, ist die Verkettung der Ladeströme eine zwiefache. Über

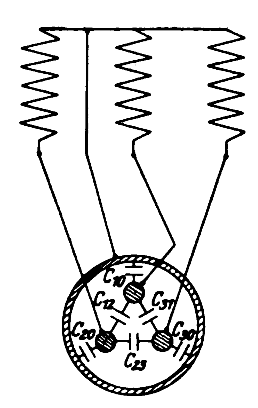


Abb. 5a. Betriebsmäßig geschaltetes Drehstromkabel mit seinen Teilkapazitäten.

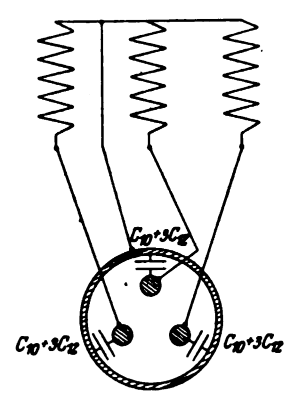


Abb. 5b. Betriebsmäßig geschaltetes symmetrisches Drehstromkabel, aufgefaßt als sterngeschaltetes System.

die Kapazitäten Leiter gegen Leiter (c_{12}, c_{23}, c_{31}) sind die Ladeströme mit den daran hängenden dielektrischen Verlustleistungen dreieckverkettet, über die Kapazitäten Leiter gegen Blei (c_{10}, c_{20}, c_{30}) sternverkettet. Ist die Spannungsquelle vollkommen symmetrisch und ist auch das Kabel ganz gleichmäßig gebaut (d. h. $c_{10} = c_{20} = c_{30}$, $c_{12} = c_{23} = c_{31}$), dann kann man sich allerdings die Kabelkapazitäten durch drei sterngeschaltete Kapazitäten von der Größe der Betriebskapazität $c_{10} + 3c_{12}$ (Abb. 5 b) oder durch drei dreieckgeschaltete Kapazitäten von der Größe eines Drittels der Betriebskapazität $\frac{c_{10}}{3} + c_{12}$ (Abb. 5 c) ersetzt denken (vgl. Rechnungsanhang); in diesem Falle wäre es nun ohne weiteres möglich, in jeder Phase für sich den richtigen dielektrischen Verlust zu messen. In Wirklichkeit aber sind sowohl die entsprechenden Teilkapazitäten des Kabels untereinander ungleich als auch die Phasenspannungen; faßt man das Kabel trotzdem als rein dreieckgeschalteten oder als rein sterngeschalteten Verbraucher auf, so erkennt man, daß diese fiktiven Kapazitäten mit zusätzlichen Phasenwinkeln behaftet sind, die von derselben Größenordnung sind wie die zu messenden Verlustwinkel.

Abb. 5c. Betriebsmäßig geschaltetes symmetrisches Drehstromkabel, aufgefaßt als dreieckgeschaltetes System.

Die Messung in einer Phase ergibt daher einen vom Kabelverlustwinkel abweichenden Wert. Die Rechnung zeigt, daß die Fälschung der Verlustwinkel durch die zusätzlichen Phasenverschiebungen herausfällt, wenn man in jeder Phase mißt und die Verluste summiert bzw. die Verlustwinkel mittelt. Eigentlich müßten die Messungen in den 3 Phasen gleichzeitig ausgeführt werden. In der Praxis wird man sie jedoch wohl immer nacheinander machen. In diesem Falle muß man die Gewißheit haben, daß während der Messungen die Meßgröße selbst sich nicht ändert und daß außerdem durch das Umlegen der Apparatur nicht neue Unsymmetrien in die Spannungsquelle hineingetragen werden. An dem uns zur Verfügung stehenden 100 kVA-Transformator haben wir in den Grenzen von 4 bis 223 m Meßlänge keinen störenden Einfluß durch das Umlegen der Apparatur festgestellt. Es ist dabei streng darauf zu achten, daß während der zusammengehörigen drei Messungen jede Kabelader an der einmal für sie gewählten Transformatorklemme liegen bleibt und daß nur die Meßapparatur von einer Phase in die andere wandert.

An dieser Stelle sei es gestattet, eine Bemerkung einzufügen, wie für uns der Entwicklungsgang der Dreiphasen-Brückenmethode gewesen ist, nach der wir hauptsächlich gemessen haben. Wir sind zwar hier in der Darstellung der dielektrischen Verlustmessungen in Dreiphasenschaltung von wattmetrischen Betrachtungen ausgegangen, da wattmetrische Dreiphasen-Leistungsmessungen allgemein bekannt sind; doch kamen wir ursprünglich bei unseren Arbeiten von der Brückenmethode her und haben auch fast nur mit dieser gearbeitet, weil sie genauer ist und bei uns die Wattmetermethode ersetzt hat. Die ersten Messungen führten wir in einer Art ineinandergeschachtelter Doppelbrücke aus, die im Prinzip ungefähr einer Zweiwattmeter-Anordnung mit gemeinsamer Stromspule entspricht. Es waren dazu zwei Vergleichs-Hochspannungskondensatoren, aber nur eine Brückenapparatur nötig. Nach einem Hinweis von H. Schering gingen wir von dieser Art Doppelbrücke zur Einfachbrückenmethode über, die im Prinzip einer Wattmetermessung gegen Sternpunkt entspricht. Die im Anhang gegebene Rechnung ist für beide Fälle prinzipiell dieselbe.

2. Dreiphasige dielektrische Verlustmessungen nach der Wattmetermethode.

Abb. 6 gibt die Schaltskizze für den zunächst vereinfacht angenommenen Fall, daß es sich um ein symmetrisches Kabel und eine symmetrische Spannungsquelle handelt. Man kann sich, wie oben gesagt, für diesen Fall das Kabel ersetzt denken durch drei sterngeschaltete Be-

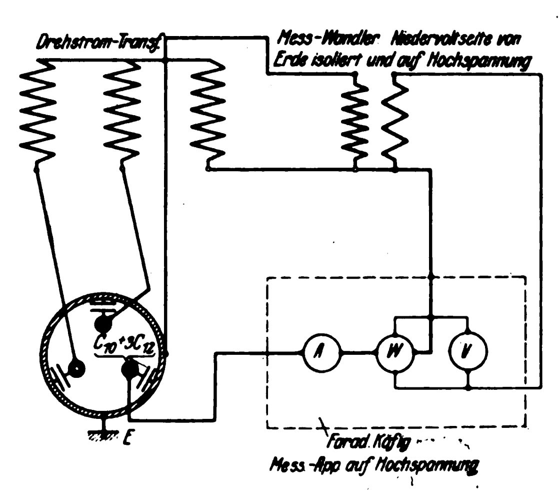


Abb. 6. Schaltung für die dreiphasige dielektrische Verlustmessung nach der Wattmetermethode.

triebskapazitäten von der Größe $c_{10} + 3\,c_{12}$. Wie Abb. 6 zeigt, mißt man in diesem Falle Strom, Spannung und Leistung an je einer der drei sterngeschalteten Betriebskapazitäten. Die Stromspule des Wattmeters sowie das Amperemeter liegen direkt an einer Transformatorklemme. Bei geerdetem Sternpunkt (geerdetem Kabelmantel) befinden sich die Meßinstrumente und der Beobachter auf Hochspannung; auch der Spannungswandler muß isoliert aufgestellt werden, da seine Niedervoltseite mit der Spannungsspule des Wattmeters einer hochgespannten Transformatorklemme anliegt. Instrumente und Beobachter werden, wie früher ausgeführt, durch einen Faradayschen Käfig geschützt. Man kann aber auch bei unveränderter Schaltung die der Apparatur anliegende Transformatorklemme erden, dann kommen Kabelmantel und Sternpunkt auf Hochspannung, das Kabel muß isoliert aufgestellt sein. Die Messung erfolgt genau wie eine einphasige wattmetrische dielektrische Verlustmessung (mit astatischem Wattmeter von großer Empfindlichkeit und besonderer Überlastbarkeit).

Besitzt der Transformator sechs herausgeführte Enden der Hochspannungswicklung, so kann man, wie unter Abschnitt 1 gemäß Abb. 3 erläutert ist, die Apparate zwischen Sternpunkt und sternseitigen Spulenanfang legen. In diesem Falle geht nicht nur die Kabelkapazität $c_{10} + 3c_{12}$ samt ihrem Verlustwinkel in die Messung ein, sondern auch die Erdkapazität und der Verlustwinkel aller hochspannungführenden Teile in der gemessenen Phase. Sie müssen bei einer gegen die gemessene Kabelkapazität in

Betracht kommenden Größe durch eine gesonderte Messung bestimmt und in Abrechnung gebracht werden; hierauf wird auch in der durch Fußnote 3 zitierten Arbeit von Lee hingewiesen.

Hat man zur Messung einen dreieckgeschalteten Transformator, so kann man das Kabel trotzdem nach Abb. 6 als einen sterngeschalteten Verbraucher auffassen und in jeder Phase messen. Der Sternpunkt wird in diesem Falle vom Kabelmantel allein gebildet; die in das Wattmeter und in das Voltmeter einzuführende Spannung ist die Spannung des Kabelmantels gegen die zugehörige Phasenklemme.

In Wirklichkeit existiert der für die Abb. 6 angegebene Idealfall der Symmetrie nicht; faßt man das Kabel als 3 sterngeschaltete Kapazitäten auf, so beobachtet man das Auftreten von zusätzlichen Verlusten mit positiven oder negativen Vorzeichen. Wie die Rechnung im Anhang zeigt, heben sich diese zusätzlichen Verluste aber bei der Messung an den drei fiktiven sterngeschalteten Kapazitäten bei der Summation auf. Wir können also die Schaltskizze Abb. 6 bestehen lassen und müssen nur die Forderung erheben, daß die Verluste in den drei Phasen zu messen und zu mitteln sind. Die Messungen in den drei Phasen können nacheinander ausgeführt werden, nur ist, wie schon oben erwähnt, darauf zu achten, daß bei den Umschaltungen jede Kabelader ihre einmal gewählte Transformatorklemme behält.

Wir haben nach der wattmetrischen Methode im Faradayschen Käfig gemäß Abb. 6 Messungen ausgeführt; da aber die Genauigkeit der Wattmetermethode bekanntlich geringer ist also die der Hochspannungs-Brückenmethode, oder umständliche Winkelkompensationen[6] am Meßwandler und Rücksicht auf die Kurvenform erfordert, so haben wir die kritischen Messungen zum Vergleich der dielektrischen Verluste bei Einphasen- und Dreiphasenschaltung mit der Scheringschen Hochspannungsbrücke gemacht.

3. Dreiphasige Verlustmessungen nach der Scheringschen Hochspannungs-Brückenmethode.

Abb. 7 gibt die Schaltskizze für den wiederum zunächst vereinfacht angenommenen Fall, daß es sich um ein symmetrisches Kabel und eine symmetrische Spannungsquelle handelt und man sich das Kabel ersetzt denken kann durch drei sterngeschaltete Betriebskapazitäten von der Größe $c_1 = c_{10} + 3\,c_{12}$. Aus der Schaltung lassen sich sofort die gewohnten Brückengleichungen ablesen:

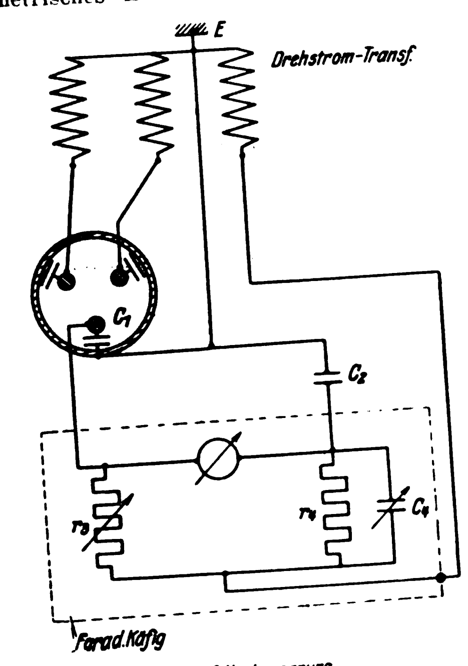


Abb. 7. Schaltung für die dreiphasige dielektrische Verlustmessung nach der Brückenmethode.

Betriebskapazität

$$C_1 = c_{10} + 3\,c_{12} = r_4 \frac{C_2}{r_3} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

Tangente des Verlustwinkels

$$\operatorname{tg} \delta = - r_4\, \omega\, C_4 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

Ganz entsprechend den unter Punkt 2 bezüglich der Wattmetermethode ausgeführten Schaltmöglichkeiten kann man auch die in Abb. 7 gezeichnete Brückenschaltung variieren; entweder sind bei geerdetem Kabelmantel und Sternpunkt Apparatur und Beobachter auf Hochspannung im Käfig, oder es wird bei isoliertem Kabelmantel und Sternpunkt eine Transformatorklemme direkt geerdet, wodurch Kabelmantel und Sternpunkt auf Hochspannung kommen. Hat man einen Transformator mit sechs herausgeführten Enden der Hochspannungswicklung, so kann man die Brücke zwischen Sternpunkt und sternpunktseitiges Spulenende legen.

Wie man aus dem Anhang sieht, genügt aber von den einfachen Gleichungen (1) und (2) nur Gl. (1) zur Bestimmung der Kapazität; bei der Bestimmung des Verlustwinkels hingegen machen sich die praktisch vorhandenen Unsymmetrien von Kabel und Drehstromquelle in der bereits bei der Wattmetermethode erörterten Weise bemerkbar. Es treten zusätzliche Phasenverschiebungen auf, so daß man den Verlustwinkel gemäß Gl. (2) aus einer einzigen Messung nicht bestimmen kann, sondern in den 3 Phasen messen und mitteln muß. Genau wie bei der Wattmetermethode ist auch hier darauf zu achten, daß jede Kabelader ihre einmal gewählte Transformatorklemme bei den Umschaltungen behält.

Nach der hier für die Brückenmethode gegebenen Schaltung (Abb. 7) haben wir an einem normalen verseilten Drehstromkabel KBA (NKB) 3 × 95 für 30 kV von 223 m Länge dielektrische Verlustmessungen in betriebsmäßiger Schaltung bei geerdetem Sternpunkt und Mantel (Apparatur und Beobachter auf Hochspannung im Käfig) ausgeführt.

Es wurde also zu einer Bestimmung des Verlustfaktors, bei einer einmal festgelegten Schaltung der Kabeladern an die Phasenklemmen des Transformators, in jeder Phase je eine Messungsreihe des Verlustwinkels in Abhängigkeit von der Spannung gemacht und für jede Spannung der Mittelwert des Verlustwinkels gebildet. Außerdem sind dieselben Messungen bei zyklischer Vertauschung der Transformatorklemmen gegenüber den Kabeladern wiederholt worden, im ganzen sind also für jede Spannung neun Bestimmungen des Verlustwinkels gebildet. Die zusätzlichen sechs Messungen wurden deshalb ausgeführt, weil die Rechnung das Mittel bietet, aus Messungen in drei zyklisch vertauschten Schaltungen den Einfluß der Unsymmetrie des Kabels bzw. der Unsymmetrie der Spannungsquelle gesondert zu erfassen.

Vergleichende Messungen bei geerdeter Phasenklemme der Hochspannungswicklung des Transformators (Kabelmantel und Sternpunkt isoliert auf Hochspannung, Apparatur und Beobachter an Erdseite) gaben dieselben Resultate.

Außerdem haben wir am selben Kabel dielektrische Verlustmessungen mit Einphasenspannung in den üblichen Schaltungen: 3 Leiter gegen Blei und 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei, ausgeführt und die Ergebnisse verglichen. (Wir beschafften uns zu den Messungen ein Kabel mit deutlich ausgeprägtem Ionisierungsknick, um feststellen zu können, in welcher Weise die Lage dieses kritischen Punktes bei Einphasen-Ersatzschaltung von der Lage bei Dreiphasenschaltung abweicht.)

Alle Messungen wurden bei 24° Raumtemperatur ausgeführt. Das Kabel hatte wie üblich Schutzspalte und Endtrichter.

Zahlentafel 1 gibt die Schaltungen bei den neun ausgeführten Messungsreihen: je drei sind zusammengehörig und werden zur Mittelbildung benutzt.

Zahlentafel 1.

Es liegen bei Messung Nr.	die Leiter			die 3 Hochsp.-Phasenklemmen d. Transf.		
	rot	blau	weiß	U	V	W
I	an App.	an V	an W	an Käfig	an blau	an weiß
II	an U	an App.	an W	an rot	an Käfig	an weiß
III	an U	an V	an App.	an rot	an blau	an Käfig
IV	an App.	an U	an V	an blau	an weiß	an Käfig
V	an W	an App.	an V	an Käfig	an weiß	an rot
VI	an W	an U	an App.	an blau	an Käfig	an rot
VII	an App.	an W	an U	an weiß	an Käfig	an blau
VIII	an V	an App.	an U	an weiß	an rot	an Käfig
IX	an V	an W	an App.	an Käfig	an rot	an blau

Zahlentafel 2 gibt die in Dreiphasenschaltung gemessenen tg δ-Werte; der Mittelwert für jede Meßspan-

---

[6] Täuber-Gretler, Ein elektrodynamisches Wattmeter zur Messung dielektrischer Verluste. Bull. SEV Bd. 18, S. 543; ETZ 1928, S. 185.

nung resultiert aus den drei zusammengehörigen Einzelmessungen I bis III, IV bis VI und VII bis IX. Entsprechend den drei Variationen der Anschaltung des Kabels an die Transformatorklemmen treten drei Gruppen solcher zusammengehöriger Messungen samt Mittelwerten auf. Als Meßspannung ist die verkettete Spannung angegeben, nicht die Phasenspannung, damit man die Resultate direkt mit den Ergebnissen der Einphasenmessungen am Drehstromkabel vergleichen kann.

Zahlentafel 2.

tg δ bei Drehspannung nach der Brückenmethode.
Schaltung 1 → 2 → 3,
223 m KBA (NKB) 3 × 95 für 30 kV,
gemessene Kapazität $c_{10} + 3\,c_{12} = 0{,}203$ μF/km.

U_v in kV	I	II	III	Mittel I b. III	IV	V	VI	Mittel IV b. VI	VII	VIII	IX	Mittel VII b. IX
10	0,0092	17	70	60	68	48	63	60	61	26	94	60
12	92	17	70	60	68	48	63	60	61	26	94	60
14	92	17	70	60	68	48	63	60	61	26	94	60
16	92	17	70	60	68	48	63	60	61	26	94	60
18	92	17	70	60	68	48	63	60	61	26	94	60
20	92	17	70	60	68	48	63	60	61	26	94	60
22	92	19	70	60	68	47	65	60	63	26	94	61
24	93	21	73	62	70	49	67	62	64	27	95	62
26	94	25	76	65	72	52	69	64	67	33	98	66
28	98	27	79	68	76	57	74	69	69	35	104	69
30	0,0105	33	84	74	80	60	78	73	73	39	109	73
32	106	37	90	78	83	64	83	77	78	45	112	78
34	114	41	95	83	90	71	89	83	84	48	120	84
36	122	51	104	92	97	83	97	92	90	59	130	93
38	136	63	126	103	109	98	109	105	104	69	146	106
40	151	76	130	119	122	115	124	120	116	80	156	118

Zahlentafeln 3 und 4 geben die mit Einphasenspannung gemessenen tg δ-Werte.

Zahlentafel 3 gibt die in der Schaltung: 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei gemessenen Werte; die Verluste wurden an jeder Kabelader gemessen und für jede Meßspannung ein Mittelwert daraus gebildet.

Zahlentafel 3.

tg δ bei Einphasenspannung nach der Brückenmethode.
Schaltung 1 → 2 + 3 + Blei,
223 m KBA (NKB) 3 × 95 für 30 kV,
gemessene Kapazität $c_{10} + 2\,c_{12} = 0{,}173$ μF/km.

U_v in kV	rot	blau	weiß	Mittelwert
10	0,0061	0,0061	0,0061	0,0061
12	61	61_5	61	61
14	61	61_5	61_5	61
16	61	61_5	61_5	61
18	61	61_5	62	61_5
20	62	62_5	63_5	62_5
22	63	65	65_5	64_5
24	66	69	70	68
26	69	71	72	71
28	71	76_5	75_5	74
30	74_5	78_5	80	78
32	79	83	86_5	83
34	83_5	88_5	92_5	88
36	89_5	93	98	94
38	96_5	0,0104	0,0104	0,0102
40	0,0106	111	111_5	110

Zahlentafel 4 gibt die in der Schaltung: 3 Leiter gegen Blei gemessenen tg δ-Werte.

Zahlentafel 4.

tg δ bei Einphasenspannung nach der Brückenmethode.
Schaltung 1 + 2 + 3 → Blei,
gemessene Kapazität $3\,c_{10} = 0{,}343$ μF/km.

U_v in kV	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
tg δ	0,0063	63	63	63	65	67	70	74	76	78	86

Wegen starken Sprühens in der Schaltung: 3 Leiter gegen Blei wurde hier nur bis 30 kV gemessen.

Die in den Zahlentafeln enthaltenen Meßergebnisse sind in den Diagrammen Abb. 8 und 9 dargestellt, und zwar als $\operatorname{tg}\delta_{\text{mittel}} = f(U)$, wobei in Abb. 8 die Mittelwerte aus den drei Gruppen in eine Kurve zusammenfallen.

Diskussion der Meßergebnisse.

Betrachten wir zunächst Zahlentafel 2, welche die bei Drehspannung gemessenen Werte tg δ angibt. Die senkrechten römisch bezifferten Reihen geben die zu je einer der 3 × 3 Schaltungen gehörigen scheinbaren Werte von tg δ in Abhängigkeit von der Spannung, die wagerechten Reihen geben die zu jeder Meßspannung gehörigen tg δ-Werte, aus denen der zur Meßspannung gehörige wahre tg δ-Wert für jede selbständige Gruppe zusammengehöriger Werte (also I ÷ III oder IV ÷ VI oder VII ÷ IX) als Mittelwert gebildet ist. Jede Messungsreihe (senkrechte Spalten) ergibt das typische Bild einer dielektrische Kabelverlustkurve mit einem Ionisierungsknick, der bei allen neun Messungsreihen übereinstimmend bei 23 kV gefunden wird.

Auffallend aber ist der große Unterschied der absoluten Höhe der scheinbaren Verlustwinkel, der sich deutlich zeigt, wenn man die in einer wagerechten Reihe zur gleichen Höhe der Meßspannung gehörigen Werte vergleicht.

Die Rechnung (im Anhang) erhebt die Forderung, daß bei Unsymmetrie von Kabel und Spannungsquelle der Mittelwert aus drei zusammengehörigen Messungen (also I ÷ III oder IV ÷ VI oder VII ÷ IX) für jede Spannung gebildet wird, da bei den Einzelmessungen scheinbare Verlustwinkel herauskommen, deren Fehleinfluß erst durch die Mittelwertbildung aufgehoben wird. Wie man sieht, stimmen bei jeder Spannung die gefundenen drei Mittelwerte gut überein; hierbei zeigt sich, daß die von der Rechnung gegebene Vorschrift, bei einer festen Schaltung in den drei Phasen zusammengehörige Werte zu messen und zu mitteln, durch das Experiment voll bestätigt wird.

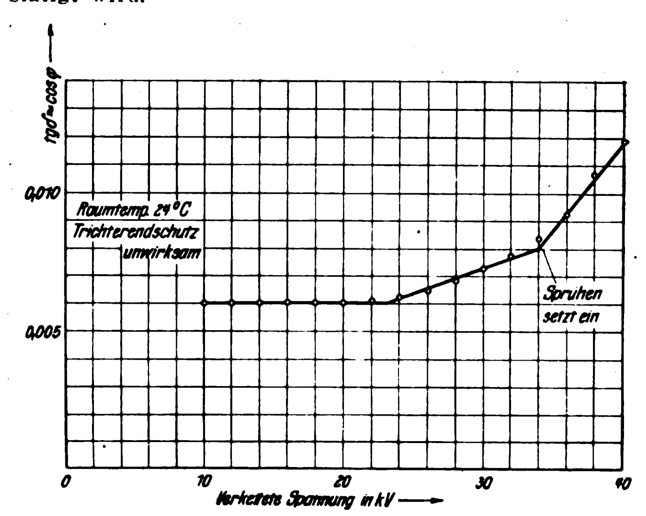


Abb. 8. Dielektrischer Verlustwinkel in Abhängigkeit von der Spannung, gemessen bei Dreiphasenschaltung am Drehstromkabel.

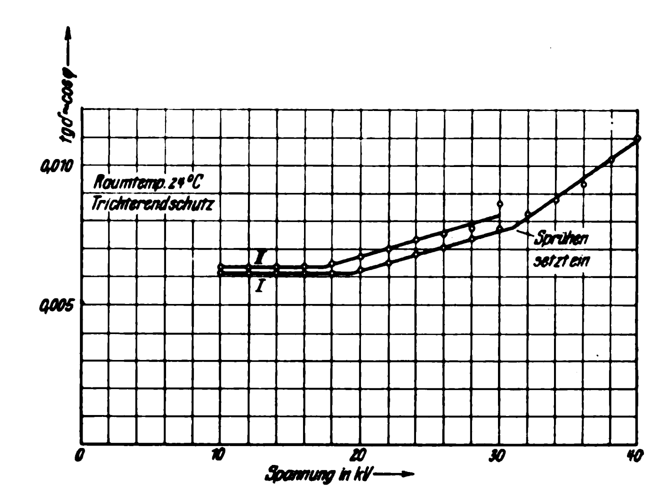


Abb. 9. Dielektrischer Verlustwinkel in Abhängigkeit von der Spannung, gemessen bei 2 einphasigen Ersatzschaltungen am Drehstromkabel: *I* 1 → 2 + 3 + Blei; *II* 1 + 2 + 3 → Blei.

Die Rechnung gestattet aber noch eine weitere Auswertung der Meßergebnisse. Ist nämlich nur das Kabel unsymmetrisch, die Spannungsquelle aber symmetrisch (gleiche Phasenspannungen), dann zeigt die Rechnung, daß auch die Mittelbildung aus den Messungen an e i n e r Transformatorklemme bei zyklisch vertauschten Kabel-



adern den richtigen Wert ergibt, also aus den Messungen I, V und IX bzw. VII, II und VI bzw. IV, VIII und III. Ist aber das Kabel symmetrisch, die Spannungsquelle dagegen unsymmetrisch, dann zeigt wieder die Rechnung, daß auch die Mittelbildung aus den Messungen an e i n e r Kabelader bei zyklisch vertauschten Transformatorklemmen den richtigen Wert ergibt, also aus den Messungen I, VII und IV bzw. V, II und VIII bzw. IX, VI und III.

Die folgende Gegenüberstellung der so gebildeten tg δ-Mittelwerte für die Meßspannung von 10 kV zeigt nun, daß wir es in unserem Falle, wie es auch allgemein sein wird, mit unsymmetrischem Kabel und unsymmetrischer Spannungsquelle zu tun haben; diese Mittelwerte sind nämlich untereinander ungleich und ungleich dem wahren tg δ-Wert:

$\overline{\operatorname{tg}\delta}_{I,V,IX} = 0{,}0078$	
$\overline{\operatorname{tg}\delta}_{VII,II,VI} = 0{,}0047$	ungleich
$\overline{\operatorname{tg}\delta}_{IV,VIII,III} = 0{,}0055$	
	Mittelwert 0,0060
$\overline{\operatorname{tg}\delta}_{I,VII,IV} = 0{,}0074$	
$\overline{\operatorname{tg}\delta}_{V,II,VIII} = 0{,}0030$	
$\overline{\operatorname{tg}\delta}_{IX,VI,III} = 0{,}0076$	

Wir haben übrigens die Beobachtung gemacht, daß die Drehstrommessungen im Käfig, was Reproduzierbarkeit und exakte Einstellung betrifft, unsere gewohnten Einphasenmessungen an Güte übertreffen. Der Grund ist wahrscheinlich die gute Abschirmung der Apparatur durch den Käfig gegen elektrische Streufelder.

In dem Diagramm Abb. 8 für die Drehstrommessungen sind die Mittelwerte von tg δ aus den je drei zusammengehörigen Messungsreihen in Abhängigkeit von der Spannung, und zwar der verketteten Spannung, in einer Verlustkurve aufgetragen. Diagramm Abb. 9 gibt zum Vergleich die entsprechenden Verlustkurven bei den Einphasenmessungen in den Schaltungen: 3 Leiter gegen Blei und 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei; bei der letzten sind die Mittelwerte aus den Messungen an den drei Adern gebildet, um einen einwandfreien Vergleich mit den Dreiphasenmessungen zu bekommen, bei denen der betriebsmäßige Verlustwinkel gemittelt über das gesamte Kabel bestimmt wird.

Bemerkenswert ist die gute Übereinstimmung des Verlustwinkels in den drei Verlustkurven vor dem Ionisierungsknick zwischen den Grenzen von tg δ = 0,0060 bis tg δ = 0,0063, die bei den in Betracht kommenden niedrigen Spannungen innerhalb der Meßgenauigkeit übereinstimmen. Dieses sehr plausible Ergebnis, daß der Verlustwinkel unterhalb des Ionisierungsknicks unabhängig ist von Beanspruchung und Feldform, bestätigt die Richtigkeit der von der Rechnung geforderten Mittelwertbildung aus den je drei weit auseinanderliegenden Einzelwerten der dreiphasigen Messung.

Betrachten wir nun die Form der Kurven, so fällt bei allen dreien im Anschluß an die horizontalen Stücke ein deutlicher Anstieg auf. Der hierdurch in der Kurve vorhandene Knickpunkt bezeichnet das Einsetzen der Ionisierungsverluste, er wird deshalb im allgemeinen Ionisierungsknick genannt. Seine Lage ist wichtig für die Betriebsicherheit eines Kabels, denn die Ionisierungsspannung soll möglichst oberhalb der Betriebspannung liegen. Zwei der Kurven zeigen dann im weiteren Verlauf einen erneuten Anstieg; die Erklärung hierfür wird weiter unten gegeben.

Die Höhe der Ionisierungsspannung ist ein Kriterium für die Brauchbarkeit des Kabels, es ist daher wichtig, den wirklichen Betriebsbedingungen des Kabels entsprechend die Ionisierungsspannung zu ermitteln, eine Forderung, der in der Dreiphasenmessung Genüge getan wird; die Kurve der Abb. 8 zeigt diese Ionisierungsspannung bei 23 kV verketteter Spannung auf.

Es ist nun interessant, zu vergleichen, welche Ionisierungsspannungen die Einphasenmessungen an demselben Drehstromkabel ergeben.

Die einphasige Messung in Schaltung: 3 Leiter gegen Blei, ist im allgemeinen nicht zur Beurteilung der Lage des Ionisierungsknicks im Betriebsfall geeignet, sie wird auch nicht dazu benutzt, da bei ihr die Feldverteilung im Kabel gänzlich anders ist als im Betriebsfall und nur Verluste Leiter gegen Blei, nicht aber die besonders wichtigen im Beilaufmaterial erfaßt werden. Die Gesamtspannung liegt bei dieser Messung zwischen Kabeladern und Bleimantel, woran im Betriebsfall nur die Sternspannung, also verkettete Spannung durch $\sqrt{3}$, liegt. Will man trotzdem den in dieser Schaltung bestimmten Ionisierungsknick mit dem in der Dreiphasenschaltung gemessenen vergleichen, so muß man die gemessene Ionisierungspannung mit $\sqrt{3}$ multiplizieren; dies würde für unser Kabel etwa $17{,}5 \times \sqrt{3} = 30{,}3$ kV ergeben. Diese Messung, die im wesentlichen nur die Lufteinschlüsse unter Blei erfaßt, ergibt also eine bedeutend höhere Ionisierungspannung als die im Betriebsfall eintretende. Aus ähnlichen Gründen ebenfalls wenig geeignet zur Beurteilung sind Einphasenmessungen, die in der zuweilen benutzten Schaltung zwei Leiter gegen den dritten und Blei gemacht werden.

Betrachten wir nunmehr die wichtigere und als Ersatz der Drehstromschaltung gedachte Einphasenmessung in Schaltung: 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei. Diese Messung erfaßt die Verluste Leiter gegen Leiter und Leiter gegen Blei, aber unter einer anderen Feldform als im Betriebsfall. Die zwischen Leiter und Leiter bei dieser Messung angelegte Einphasenspannung entspricht der verketteten Spannung bei Drehstrombetrieb; nun liegt aber auch dieselbe Spannung auf Leiter gegen Blei, also gegen Blei um das $\sqrt{3}$fache zu hoch gegenüber dem Betriebsfall; trotzdem setzt man bei der Beurteilung der Meßergebnisse dieser Einphasenmessung in Schaltung: 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei die angelegte Spannung stillschweigend gleich der verketteten Spannung, da die Verluste Leiter gegen Leiter die kritischeren sind. Aus diesem Grunde haben wir in dem Diagramm Abb. 8 für die Drehstromschaltung die verkettete Spannung auf der Abszisse angeschrieben und vergleichen die bei der Messung 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei angelegte Einphasenspannung mit der verketteten Spannung.

Wie man aus dem Diagramm Abb. 9 für die Einphasenmessungen sieht, beträgt die bei der Schaltung: 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei gemessene Ionisierungsspannung 19,5 kV, sie liegt also wesentlich niedriger als die unter der Betriebsbeanspruchung gemessene von 23 kV.

Dieses Verhältnis der Ionisierungsspannungen wird man nicht ohne weiteres verallgemeinern und auf andere Kabel anwenden dürfen, weil infolge der abweichenden Feldverteilung das Verhältnis der Ionisierungsspannungen davon abhängen wird, an welchen Stellen die die Ionisierung hervorrufende Luft in jedem Falle sich befindet. Vielleicht wird es aber trotzdem rein experimentell möglich sein, durch viele vergleichende Messungen einen im allgemeinen zutreffenden Faktor für das Verhältnis der Ionisierungsspannungen zu bestimmen, da es wahrscheinlich ist, daß die Lufteinschlüsse gleicher oder ähnlicher Kabeltypen an denselben Stellen auftreten.

Betrachten wir die Kurve: 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei und die Kurve für die Dreiphasenmessung, so bemerken wir noch außer dem Ionisierungsknick an jeder Kurve einen weiteren Knick bei einer höheren Spannung. Es wäre möglich, daß es sich hierbei um das Ansprechen der Ionisierung an einem weiteren Herd handelt; wir vermuten jedoch eher, daß das ungefähr gleichzeitig hörbar einsetzende Sprühen der Kabelenden diesen erneuten Verlustanstieg bewirkt, denn in beiden Schaltungen wirkt der Endschutz nur unvollkommen bzw. gar nicht. Bei der Schaltung: 1 Leiter gegen die beiden anderen und Blei nämlich gehen die Sprühverluste zwischen den Kabelenden in die Messung ein, während die Verluste gegen den Endschutztrichter nicht mit gemessen werden. Bei der Dreiphasenmessung gehen die gesamten Verluste an den Kabelenden auf alle Fälle in die Messung ein; der Schutztrichter wurde daher direkt mit dem Kabelmantel verbunden. Leiterschutzhüllen, die im Prinzip auch bei der Dreiphasenschaltung anwendbar wären (sie müßten jeweils direkt an die zugehörige Transformatorklemme gelegt werden), wurden wegen ihrer Kompliziertheit nicht angewendet.

Es ist ferner interessant, die in den verschiedenen Schaltungen gemessenen Kapazitätswerte zu vergleichen. Wie man aus den Zahlentafeln sieht, wurde in der Drehstromschaltung die Betriebskapazität $c_{10} + 3\,c_{12} = 0{,}203$ μF/km, in den Einphasenmessungen die Kapazität $c_{10} + 2\,c_{12} = 0{,}173$ μF/km und $3\,c_{10} = 0{,}343$ μF/km gefunden. Aus den beiden Einphasenmessungen läßt sich daher die Betriebskapazität $c_{10} + 3\,c_{12} = 0{,}203$ μF/km berechnen in Übereinstimmung mit der in Drehstromschaltung direkt bestimmten.

In der gemäß Fußnote 3 zitierten Arbeit von Lee, welche die von den Amerikanern am Sternpunkt ausgeführten wattmetrischen Dreiphasenmessungen des dielektrischen Verlustes enthält, findet er, daß es besser sei, die Dreiphasenverluste aus Einphasenmessungen zu berechnen, als sie direkt zu messen. Er sagt (in Übersetzung): „Die Methode, den dielektrischen Verlust (im Drehstromkreis) aus Messungen im Einphasenkreis zu berechnen, hat den Vorteil der einfacheren Einphasenmessung, die im Endergebnis größere Genauigkeit zuläßt. Ihr Nachteil liegt in der Ungewißheit, ob die Rechnung die resultierenden Erscheinungen im Kabel richtig wiedergibt. Kontrollmessungen nach der Einphasen- und Dreiphasenmethode zeigen im allgemeinen gute Übereinstimmung, da keine von beiden beständig niedrigere oder höhere Werte liefert."

Lee kommt also hier zu einer wesentlich ungünstigeren Beurteilung der direkten Dreiphasenmessung als wir bei unseren Messungen nach der Brückenmethode. Er findet, daß die direkte Dreiphasenmethode verhältnismäßig ungenau sei und keine systematischen Unterschiede gegenüber den Ergebnissen der Einphasenmessung zeige. Der Grund zu dieser Meinung ist wohl die Ungenauigkeit der wattmetrischen Methode an sich, nach der die Amerikaner arbeiteten. Auch sagt er nichts davon, ob bei diesen Messungen die Fehleinflüsse der einzelnen Phasen aufeinander durch eine methodische Mittelwertbildung herausgebracht wurden.

Anwendungsmöglichkeiten der Dreiphasenmethode.

Die Anwendung der Dreiphasenmethode bei der dielektrischen Verlustmessung ist für normale Drehstromkabel durch das Vorhergehende im wesentlichen gegeben. Es hat sich gezeigt, daß sie für die Beurteilung der Betriebsicherheit eines Drehstromkabels wichtige Aufschlüsse gibt und daß die in Einphasenmessungen gefundenen Ionisierungsspannungen nicht mit der betriebsmäßigen Ionisierungsspannung übereinstimmen.

Bei Verlustmessungen an verlegten Drehstromkabeln erscheint es aber auch aus meßtechnischen Gründen allein vorteilhaft, die Einphasenmessung zu vermeiden und die Dreiphasenmessung anzuwenden, selbst wenn es sich um adermetallisierte Kabel etwa vom H-Typ oder um Einleiterkabel handelt, die ein Drehstromsystem bilden, wo an sich die Einphasenmessung auch schon die Verluste unter der betriebsmäßigen Feldform erfaßt.

Zunächst erspart man sich durch die direkte Dreiphasenmessung die Umschaltung des Drehstromtransformators zu einem Einphasentransformator, die bei Messungen an verlegten Kabeln im allgemeinen nicht umgangen werden kann, wie sogleich des näheren ausgeführt werden wird.

Bei diesen Messungen mit Kabelmantel auf Erdpotential liegt nämlich der Erdungspunkt der Apparatur nicht direkt an einer Transformatorklemme, sondern innerhalb der Meßanordnung, so daß die Erdkapazitäten aller Hochspannung führenden Teile mit in die Messung eingehen[7]. Würde man also die Meßspannung einer Hochspannungsphase eines primär dreiphasig angeschlossenen Transformators entnehmen, der also auch hochspannungsseitig dreiphasig erregt wird, so würde man folgende Verhältnisse bekommen. Eine der drei Hochspannungsklemmen des Transformators liegt über Apparatur auf Erdpotential, die zweite speist, hochgespannt, die Meßapparatur, die dritte liegt frei auf Hochspannung, gegenüber der zweiten um 120° phasenverschoben. Es würden dann nicht nur die an der zweiten Hochspannungsklemme hängenden Erdkapazitäten mit in die Messung eingehen, sondern auch die an der dritten mit ihrer Phasenverschiebung von 120°, wodurch die Messung des kleinen Verlustwinkels im allgemeinen stark gefälscht würde, wenn es sich nicht um Kabellängen von wenigstens 10 km handelt.

Es ist also bei Einphasenmessungen am verlegten Kabel im allgemeinen nötig, den Drehstromtransformator auch primär nur einphasig anzuschalten; bei unzugänglicher Dreieckschaltung des Transformators ergeben sich hieraus Schwierigkeiten.

Außerdem kann sich bei Messungen an größeren Kabelstrecken mit Rücksicht auf einen Drehstromgenerator die Notwendigkeit ergeben, das Drehstromsystem mit allen drei Phasen anzuschließen und also auch dreiphasig zu messen, um den Drehstromgenerator nicht unter zu hohe schiefe Last zu bringen und den Gefahren des inversen Feldes auszusetzen.

Die Dreiphasenmessungen an adermetallisierten Drehstromkabeln bzw. an Drehstromsystemen aus Einfachkabeln vereinfachen sich, da man es hier mit einem wirklich rein sterngeschalteten Verbraucher zu tun hat; jede Messung gibt also die Kapazität und den Verlustwinkel der jeweils an die Apparatur geschalteten Ader.

[7] Bormann u. Seiler, ETZ 1925, S. 114.

Rechnungsanhang.

Im folgenden werden die Strom-, Spannungs- und Kapazitätsverhältnisse in einem an Drehspannung gelegten Dreifachkabel beschrieben, zunächst unter der Annahme, daß man es mit dem Idealfall vollkommener Symmetrie von Kabel und Drehspannungsquelle zu tun hat, und weiter unter der Annahme kleiner Abweichungen von dieser Symmetrie. Es wird sich zeigen, daß diese Abweichungen Phasenverschiebungen zwischen den Ladeströmen einer Phase und den zugehörigen Phasenspannungen erzeugen und dadurch bei der Messung veränderte Verluste vortäuschen. Aus den Ausdrücken für die Ladeströme wird sich aber ohne weiteres ergeben, daß bei der wattmetrischen Messung der Verluste in jeder Phase und ihrer Summierung der Einfluß der Unsymmetrie herausfällt.

Da für die Brückenmessungen die Sachlage nicht so ohne weiteres zu überblicken ist, werden außerdem die Brückengleichungen für die Dreiphasenbrücke abgeleitet. Es wird sich auch hier wieder zeigen, daß bei einer Messung des Verlustwinkels in den drei Phasen und der Mittelbildung daraus der Einfluß der Unsymmetrien herausfällt. Außerdem erkennt man aus den Brückengleichungen die Möglichkeit, den Einfluß der Unsymmetrie von Kabel und Spannungsquelle zu trennen.

Zur Darstellung wurde die symbolische Methode gewählt, die gültig ist, solange man es mit linearen Beziehungen zwischen Strömen und Spannungen zu tun hat. Sämtliche Ströme, Spannungen, Widerstände, Kapazitäten[8] wurden als Vektoren aufgefaßt, zwischen denen bestimmte Phasenverschiebungen bestehen, und als solche mit deutschen Buchstaben bezeichnet. Bei der Auswertung der Gleichungen wurden sie dann durch komplexe Zahlen bzw. durch die entsprechenden $e^{i\varphi}$-Funktionen ersetzt.

1. Stromspannungs- und Kapazitätsverhältnisse in einem an Drehspannung gelegten Dreifachkabel. Dreiphasenverlustmessung mit dem Wattmeter.

Wir betrachten zunächst den Fall eines symmetrischen Kabels und einer symmetrischen Drehstromquelle. Abb. 5a aus dem Text gibt das schematische Bild. Bei einer symmetrischen Drehstromquelle sind sämtliche Phasenspannungen gleich groß und genau um 120° gegeneinander verschoben. Es ist also:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E}_1 &= E\,e^{i\omega t} \\ \mathfrak{E}_2 &= E\,e^{i(\omega t+120^\circ)} = E\,e^{i\omega t}\left(-\frac{1}{2}+\frac{i\sqrt{3}}{2}\right) \\ \mathfrak{E}_3 &= E\,e^{i(\omega t+240^\circ)} = E\,e^{i\omega t}\left(-\frac{1}{2}-\frac{i\sqrt{3}}{2}\right) \end{aligned}\right\} \quad . \quad (1)$$

Bei einem symmetrischen Kabel sind die Leiter/Leiterbzw. Leiter/Blei-Kapazitäten untereinander gleich. Es ist also

$$\mathfrak{c}_{12} = \mathfrak{c}_{23} = \mathfrak{c}_{31}, \qquad \mathfrak{c}_{10} = \mathfrak{c}_{20} = \mathfrak{c}_{30}.$$

Es ergibt sich daraus der Ladestrom für eine Ader

$$\mathfrak{J}_1 = (\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_2)\,\omega\,\mathfrak{c}_{12} + (\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_3)\,\omega\,\mathfrak{c}_{31} + \mathfrak{E}_1\,\omega\,\mathfrak{c}_{10}.$$

Durch Einsetzen der komplexen Ausdrücke für die Phasenspannungen aus den Gleichungen (1) erhält man:

$$\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{E}_1\,\omega\,(3\,\mathfrak{c}_{12} + \mathfrak{c}_{10})$$

und entsprechend für die anderen Ladeströme:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{J}_2 &= \mathfrak{E}_2\,\omega\,(3\,\mathfrak{c}_{12} + \mathfrak{c}_{10}) \\ \mathfrak{J}_3 &= \mathfrak{E}_3\,\omega\,(3\,\mathfrak{c}_{12} + \mathfrak{c}_{10}) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

[8] Eigentlich müßte man nicht den Kapazitäten, sondern ihren zugehörigen Leitwerten die Phasenverschiebung zuordnen, weil die Phasenverschiebungen frequenzabhängig sind; da wir es aber durch die ganze Rechnung mit konstanter Frequenz zu tun haben, ist diese vereinfachte Schreibweise erlaubt.

Man kann sich also das Kabel durch drei sterngeschaltete Kapazitäten von der Größe der Betriebskapazität $3\,c_{12} + c_{10}$ ersetzt denken.

Ganz entsprechend ergibt die Umformung des Ausdrucks für den Ladestrom:

$$\mathfrak{J}_1 = (\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_2)\,\omega\left(c_{12} + \frac{c_{10}}{3}\right) + (\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_3)\,\omega\left(c_{12} + \frac{c_{10}}{3}\right),$$

daß man sich das Kabel durch drei dreieckgeschaltete Kapazitäten von der Größe eines Drittels der Betriebskapazität ersetzt denken kann. Im Falle eines symmetrischen Kabels und einer symmetrischen Drehstromquelle wäre es also möglich, an jeder der drei sterngeschalteten Betriebskapazitäten für sich den richtigen Kabelverlust zu bestimmen.

Die Messungen zeigen nun, daß dies bei einem wirklichen Kabel nicht der Fall ist. Es wird daher im folgenden zunächst der Einfluß der Unsymmetrie des Kabels bei symmetrischer Drehstromquelle auf die Verhältnisse im Kabel untersucht.

Da das Kabel unsymmetrisch ist, sind seine Teilkapazitäten untereinander ungleich. Immerhin sollen die Abweichungen so klein sein, daß sie an und für sich bei der Bestimmung der Kapazität vernachlässigbar sind, also beispielsweise die Größenordnung von 1 % nicht überschreiten, wie es auch praktisch der Fall ist.

Man erhält dann für die Ladeströme:

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{J}_1 &= \mathfrak{E}_1\,\omega\left[3\,\frac{c_{12}+c_{31}}{2} + c_{10} + \frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{12}-c_{31})\right]\\
\mathfrak{J}_2 &= \mathfrak{E}_2\,\omega\left[3\,\frac{c_{23}+c_{12}}{2} + c_{20} + \frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{23}-c_{12})\right]\\
\mathfrak{J}_3 &= \mathfrak{E}_3\,\omega\left[3\,\frac{c_{31}+c_{23}}{2} + c_{30} + \frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{31}-c_{23})\right]
\end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \quad (3)$$

Aus den Gleichungen (3) erkennt man, daß neben dem normalen Ladestrom über die Betriebskapazität (praktisch gleich $3\,c_{12} + c_{10}$), an dem eine Phasenverschiebung entsprechend dem Kabelverlustfaktor hängt, noch ein zweiter Strom fließt, der gegenüber dem Ladestrom um 90° phasenverschoben ist; dieser ist also mit der Phasenspannung praktisch in Phase und erhöht je nach seinem Vorzeichen die Verluste oder vermindert sie. Beträgt die prozentuale Abweichung der Kapazitäten gegenüber der Betriebskapazität 1 %, so beträgt auch dieser zusätzliche Verlustfaktor ungefähr 1 %, ist also von der Größenordnung wie der Kabelverlustfaktor selbst. Es ist klar, daß man in diesem Falle bei einer Verlustmessung in einer Phase einen falschen Wert bekommen wird.

Aus den Stromgleichungen (3) kann man nun leicht erkennen, daß man bei einer wattmetrischen Verlustmessung in allen drei Phasen und Summation der Verluste den richtigen Wert erhält. Zu diesem Zweck zerlegen wir die Ströme in ihren reellen und ihren imaginären Teil und multiplizieren den reellen Teil mit der Spannung. Besteht im Kabel die Phasenverschiebung φ, so daß

$$3\,c_{12} + c_{10} = (3\,c_{12} + c_{10})\,e^{-i\varphi}, \quad (\varphi \approx 90°),$$

so erhält man die gemessenen Leistungen in den drei Phasen:

$$\left.\begin{aligned}
A_1 &= \underbrace{\left(\frac{E}{\sqrt{2}}\right)^2\omega\left(3\,\frac{c_{12}+c_{31}}{2} + c_{10}\right)\cos\varphi}_{\text{Kabelverlust}}
+ \underbrace{\left(\frac{E}{\sqrt{2}}\right)^2\omega\,\frac{\sqrt{3}}{2}(c_{12}-c_{31})}_{\text{Scheinverlust}}\\
A_2 &= \underbrace{\left(\frac{E}{\sqrt{2}}\right)^2\omega\left(3\,\frac{c_{23}+c_{12}}{2} + c_{20}\right)\cos\varphi}_{\text{Kabelverlust}}
+ \underbrace{\left(\frac{E}{\sqrt{2}}\right)^2\omega\,\frac{\sqrt{3}}{2}(c_{23}-c_{12})}_{\text{Scheinverlust}}\\
A_3 &= \underbrace{\left(\frac{E}{\sqrt{2}}\right)^2\omega\left(3\,\frac{c_{31}+c_{23}}{2} + c_{30}\right)\cos\varphi}_{\text{Kabelverlust}}
+ \underbrace{\left(\frac{E}{\sqrt{2}}\right)^2\omega\,\frac{\sqrt{3}}{2}(c_{31}-c_{23})}_{\text{Scheinverlust}}
\end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \quad (4)$$

Bei der Summation heben sich die Scheinverluste auf, so daß man den Gesamtverlust des Kabels richtig erhält.

Wir wollen jetzt den Fall betrachten, daß ebenso wie bei dem Kabel auch eine Unsymmetrie bei der Spannungsquelle besteht. Die einzelnen Phasenspannungen sind dann nicht genau gleich groß*. Wir drücken das folgendermaßen aus:

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{E}_1 &= E\,(1 + a_1)\,e^{i\omega t}\\
\mathfrak{E}_2 &= E\,(1 + a_2)\,e^{i(\omega t + 120°)}\\
\mathfrak{E}_3 &= E\,(1 + a_3)\,e^{i(\omega t + 240°)}
\end{aligned}\right\}, \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

a_1, a_2 und a_3 sind wieder kleine Größen, die gegen 1 vernachlässigt werden können und nur bei den Phasenverschiebungen eine Rolle spielen. Außerdem müssen wir die Annahme machen, daß sie so klein sind, daß quadratische Glieder von ihnen auch bei der Phasenverschiebung vernachlässigt werden können. Tun wir das, so erhalten wir nach einigen Umformungen folgende Ausdrücke für den Ladestrom:

$$\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{E}_1\,\omega\left\{3\,\frac{c_{12}+c_{31}}{2} + c_{10} + \frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{12}-c_{31}) + \frac{i\sqrt{3}}{2}\left(c_{12}\,[a_2 - a_1] - c_{31}\,[a_3 - a_1]\right)\right\}.$$

Zu dem imaginären Glied $\frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{12} - c_{31})$, das wir schon im Falle alleiniger Unsymmetrie des Kabels hatten, tritt also noch ein zweites Glied, das die Unsymmetrien von Kabel und Spannungsquelle enthält:

$$\frac{i\sqrt{3}}{2}\left(c_{12}\,[a_2 - a_1] - c_{31}\,[a_3 - a_1]\right).$$

Dieses zweite Glied können wir noch vereinfachen. In diesem Glied werden nämlich die Korrektionsglieder a der Phasenspannungen mit den Teilkapazitäten c_{12} bzw. c_{31} multipliziert, also streng genommen nicht mit denselben Größen. Da wir aber angenommen haben, daß wir Produkte von Korrektionsgliedern vernachlässigen können, dürfen wir in diesem Glied die Teilkapazitäten als gleichgroß annehmen. Wir erhalten also für die Ladeströme:

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{J}_1 &= \mathfrak{E}_1\,\omega\left\{3\,\frac{c_{12}+c_{31}}{2} + c_{10} + \frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{12}-c_{31}) + \frac{i\sqrt{3}}{2}\,c_{12}\,(a_2 - a_3)\right\}\\
\mathfrak{J}_2 &= \mathfrak{E}_2\,\omega\left\{3\,\frac{c_{23}+c_{12}}{2} + c_{20} + \frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{23}-c_{12}) + \frac{i\sqrt{3}}{2}\,c_{12}\,(a_3 - a_1)\right\}\\
\mathfrak{J}_3 &= \mathfrak{E}_3\,\omega\left\{3\,\frac{c_{31}+c_{23}}{2} + c_{30} + \frac{i\sqrt{3}}{2}(c_{31}-c_{23}) + \frac{i\sqrt{3}}{2}\,c_{12}\,(a_1 - a_2)\right\}
\end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \quad (6)$$

Ganz analog wie früher sieht man aus diesen Stromgleichungen (6), daß sich bei einer wattmetrischen Verlustmessung die Scheinverluste bei Messung in jeder Phase und Summierung der Verluste aufheben.

Da sich für Brückenmessungen dieselbe Erkenntnis nicht so ohne weiteres aus den Gleichungen (6) ablesen läßt, sollen im folgenden noch die Brückengleichungen für die Dreiphasenverlustmessung abgeleitet werden.

2. Dreiphasenverlustmessung mit der Brücke.

Wir wollen sofort annehmen, daß wir es mit einem unsymmetrischen Kabel und einer unsymmetrischen Spannungsquelle zu tun haben. Abb. 10 gibt die Schaltskizze. Bei abgeglichener Brücke besteht an beiden Klemmen des Galvanometers die Span-

* Selbstverständlich bestehen im allgemeinen nicht nur zwischen den absoluten Höhen der Phasenspannungen Unterschiede, sondern es stimmen auch die Phasenverschiebungen von je 120° nicht vollkommen. Da aber die Berücksichtigung dieser Unterschiede rechnerisch ganz analog verläuft und zu demselben Resultat führt, lassen wir sie hier außer acht.

nung $\mathfrak{V}$. Durch die einzelnen Brückenarme fließen dann folgende Ströme:

$$\left.\begin{aligned} i_1 &= (\mathfrak{V} - \mathfrak{E}_2)\,\omega\,c_{12} + (\mathfrak{V} - \mathfrak{E}_3)\,\omega\,c_{31} + \mathfrak{V}\,\omega\,c_{10} \\ i_2 &= \mathfrak{V}\,\omega\,\mathfrak{C}_2 \\ i_3 &= \frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{V}}{r_3} \\ i_4 &= \frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{V}}{r_4} \end{aligned}\right\} \quad . . (7)$$

Aus der Gleichsetzung:

$$i_1 = i_3 \text{ und } i_2 = i_4$$

erhalten wir nach einigen Umformungen:

$$c_{12}\,\frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_2}{\mathfrak{E}_1} + c_{31}\,\frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_3}{\mathfrak{E}_1} + c_{10} = \frac{r_4\,\mathfrak{C}_2}{r_3} \quad . . . (8)$$

Man sieht aus der Gl. (8) wieder, wie bei der Dreiphasenbrücke für Messung in einer Phase auch die anderen Phasenspannungen maßgebend sind.

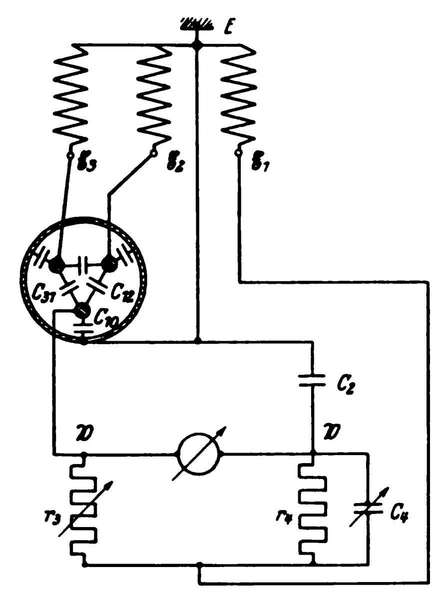


Abb. 10. Dreiphasen-Brückenmethode.

Für den Fall eines symmetrischen Kabels und einer symmetrischen Spannungsquelle ergibt sich aus Gl. (8) die bekannte Brückengleichung:

$$3\,c_{12} + c_{10} = \frac{r_4\,\mathfrak{C}_2}{r_3} \quad . . . . (9)$$

Da $r_4 = r_4' e^{i\varphi_4}$, wobei $\operatorname{tg}\varphi_4 = -r_4\,\omega\,C_4$ ist, und der Luftkondensator den Phasenwinkel 90° hat, nämlich

$$\mathfrak{C}_2 = C_2\,e^{-i\cdot 90^\circ};$$

da ferner das Kabel den Verlustwinkel δ hat, nämlich

$$3\,c_{12} + c_{10} = (3\,c_{12} + c_{10})\,e^{-i(90^\circ - \delta)},$$

so erhält man:

$$(3\,c_{12} + c_{10})\,e^{-i(90^\circ - \delta)} = \frac{r_4\,C_2}{r_3}\,e^{i(\varphi_4 - 90^\circ)}$$

$$\left.\begin{aligned} 3\,c_{12} + c_{10} &= \frac{r_4\,C_2}{r_3} \\ \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}\varphi_4 &= -r_4\,\omega\,C_4 \end{aligned}\right\} \quad . . . . . (9')$$

Gl. (9') ist die bekannte Regel für die Auswertung der Messungen an der Scheringschen Hochspannungsbrücke für Einphasenmessung. Man sieht also auch bei der Dreiphasenbrücke, daß man bei symmetrischem Kabel und symmetrischer Drehstromquelle jede der drei sterngeschalteten Betriebskapazitäten für sich richtig messen kann.

Wir wollen jetzt den allgemeinen Fall völliger Unsymmetrie betrachten. Wir messen dann in allen drei Phasen und erhalten bei jeder Messung eine neue Einstellung von r_3 und C_4; durch zyklische Vertauschung der Indices erhalten wir die zugehörigen Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} c_{12}\,\frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_2}{\mathfrak{E}_1} + c_{31}\,\frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_3}{\mathfrak{E}_1} + c_{10} &= \frac{r_4\,\mathfrak{C}_2}{r_3} \\ c_{23}\,\frac{\mathfrak{E}_2 - \mathfrak{E}_3}{\mathfrak{E}_2} + c_{12}\,\frac{\mathfrak{E}_2 - \mathfrak{E}_1}{\mathfrak{E}_2} + c_{20} &= \frac{r_4'\,\mathfrak{C}_2}{r_3} \\ c_{31}\,\frac{\mathfrak{E}_3 - \mathfrak{E}_1}{\mathfrak{E}_3} + c_{23}\,\frac{\mathfrak{E}_3 - \mathfrak{E}_2}{\mathfrak{E}_3} + c_{30} &= \frac{r_4''\,\mathfrak{C}_2}{r_3''} \end{aligned}\right\} . \quad (10)$$

Die Gl. (10) entsprechen genau den früher aufgestellten Stromgleichungen (6). Summieren wir die Gleichungen, so erhalten wir bei derselben Vernachlässigung der Korrektionsgrößen zweiter Ordnung wie früher:

$$3\,(c_{12} + c_{23} + c_{31}) + c_{10} + c_{20} + c_{30} = \sum_1^3 \frac{r_4\,\mathfrak{C}_2}{r_3},$$

oder angenähert:

$$3\,c_{12} + c_{10} = \frac{1}{3} \sum_1^3 \frac{r_4\,\mathfrak{C}_2}{r_3} \quad . . . . . . (11)$$

Man wertet die Gleichung wie oben aus und bekommt:

$$\left.\begin{aligned} 3\,c_{12} + c_{10} &= r_4\,C_2 \cdot \frac{1}{3} \sum_1^3 \frac{1}{r_3} \\ \operatorname{tg}\delta &= -r_4\,\omega \sum_1^3 \frac{C_4}{r_3} \Big/ \sum_1^3 \frac{1}{r_3} \end{aligned}\right\} . . \quad (12)$$

Da bei nicht allzu großer Unsymmetrie die Einstellung von r_3 in den drei Schaltungen praktisch konstant ist, vereinfachen sich die Brückengleichungen zu:

$$\left.\begin{aligned} 3\,c_{12} + c_{10} &= \frac{r_4\,C_2}{r_3} \\ \operatorname{tg}\delta &= -r_4\,\omega \cdot \frac{1}{3} \sum_1^3 C_4 \end{aligned}\right\} . . . . \quad (12')$$

Gl. (12') sind die Brückengleichungen für die Dreiphasenbrücke. Sie besagen, daß man bei konstanter Anschaltung des Kabels an den Transformator in allen drei Phasen messen und die gemessenen Verlustwinkel mitteln muß, während zur Kapazitätsbestimmung eine Messung genügt.

Mit Hilfe der Grundgleichung (8) ist es auch möglich, den Einfluß der Unsymmetrie von Kabel und Spannungsquelle getrennt festzustellen.

Mißt man nämlich an ein und demselben Leiter und vertauscht dabei die Transformatorklemmen zyklisch, so erhält man folgende zugehörige Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} c_{12}\,\frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_2}{\mathfrak{E}_1} + c_{31}\,\frac{\mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_3}{\mathfrak{E}_1} + c_{10} &= \frac{r_4\,\mathfrak{C}_2}{r_3} \\ c_{12}\,\frac{\mathfrak{E}_2 - \mathfrak{E}_3}{\mathfrak{E}_2} + c_{31}\,\frac{\mathfrak{E}_2 - \mathfrak{E}_1}{\mathfrak{E}_2} + c_{10} &= \frac{r_4'\,\mathfrak{C}_2}{r_3'} \\ c_{12}\,\frac{\mathfrak{E}_3 - \mathfrak{E}_1}{\mathfrak{E}_3} + c_{31}\,\frac{\mathfrak{E}_3 - \mathfrak{E}_2}{\mathfrak{E}_3} + c_{10} &= \frac{r_4''\,\mathfrak{C}_2}{r_3''} \end{aligned}\right\} . \quad (13)$$

Die Summation der Gleichungen gibt bei Gleichheit der Teilkapazitäten $c_{12} = c_{31}$ auch bei Unsymmetrie der Spannungsquelle den richtigen Mittelwert für die Ader. Gemessene Abweichungen kommen daher auf das Konto der Unsymmetrie des Kabels.

Umgekehrt erfassen drei Messungen an einer festgehaltenen Transformatorklemme bei zyklisch vertauschten Kabeladern die Unsymmetrie der Spannungsquelle.

Sämtliche Gleichungen gelten, wie schon oben erwähnt, nur für den Fall, daß das Produkt der Korrektionglieder vernachlässigt werden kann. Betrüge z. B. die Abweichung der Teilkapazitäten untereinander 5 %, so wären die quadratischen Glieder von der Größenordnung ¼ % und bei $\operatorname{tg}\delta$ von beispielsweise 0,01 nicht vernachlässigbar, analog bei ungleichen Phasenspannungen.

Der elektrotechnische Unterricht an den Höheren Maschinenbauschulen in Preußen*.

Von Oberstudienrat Dipl.-Ing. E. Kosack, Magdeburg.

Übersicht. Organisation, Lehrweise und Ziele der Höheren Maschinenbauschulen in Preußen. Die Elektrotechnik findet im Unterricht die ihrer Bedeutung entsprechende Berücksichtigung. Die Ausbildung wird wesentlich unterstützt durch die reichhaltigen Sammlungen und durch zweckmäßig eingerichtete Laboratorien. Als Beispiel wird das elektrotechnische Laboratorium der Maschinenbauschulen in Magdeburg kurz beschrieben.

Die Höheren Maschinenbauschulen wollen ihre Besucher für die mittlere technische Laufbahn vorbereiten, ihnen also diejenige fachliche Ausbildung vermitteln, welche sie befähigt, im Konstruktionsbüro und im Betriebe als Techniker und Ingenieur tätig zu sein. Für die Aufnahme in die Anstalt wird das Zeugnis der Obersekundareife einer höheren Lehranstalt, das Abgangszeugnis einer vollgültigen Mittelschule bei „guten" Leistungen in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächern oder das Bestehen einer besonderen Aufnahmeprüfung verlangt. In den erstgenannten Fällen muß eine mindestens zweijährige, im letzteren Falle eine mindestens dreijährige Werkstattpraxis dem Besuch der Schule vorangegangen sein. Die Ausbildung an der Höheren Maschinenbauschule dauert 5 Semester. Nach den ersten 3 Semestern findet eine verschärfte Versetzungsprüfung statt, eine Art von Vorexamen. Am Schluß des 5. Semesters wird die Abschlußprüfung abgehalten. Mit dem Abgangszeugnis sind gewisse Berechtigungen des Inhabers für die Laufbahn bei der Reichseisenbahn-Verwaltung, bei der Post- und Telegraphen-Verwaltung, beim Patentamt usw. verbunden.

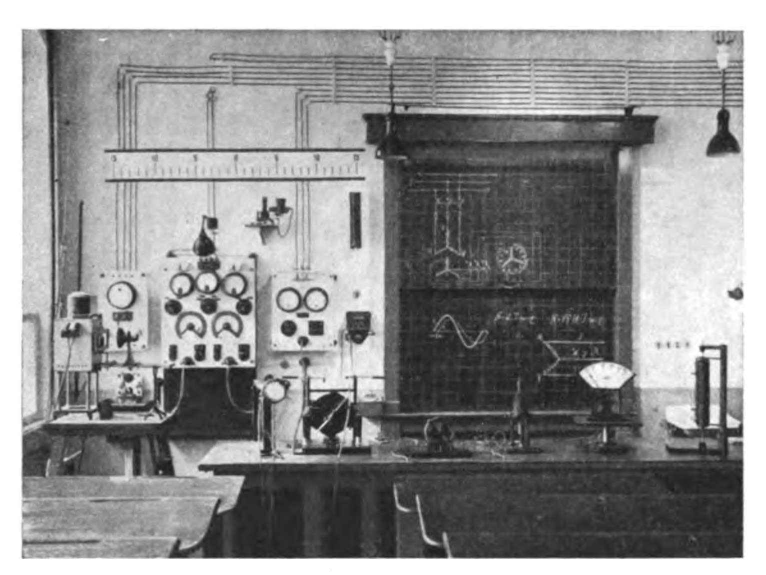


Abb. 1. Hörsaal für Elektrotechnik der Maschinenbauschulen zu Magdeburg.

Es bestehen zur Zeit in Preußen 11 Höhere Maschinenbauschulen[1], die über das ganze Land verteilt sind, sich aber naturgemäß hauptsächlich in den Industriegegenden befinden. Von der Errichtung eigener elektrotechnischer Unterrichtsanstalten oder besonderer elektrotechnischer Abteilungen an den Maschinenbauschulen ist in Preußen Abstand genommen worden. Es ist dabei von der Auffassung ausgegangen, daß es vor allem notwendig ist, den Besuchern eine möglichst umfassende technische Allgemeinbildung auf allen maschinen- und elektrotechnischen Gebieten zu geben. Von einer Spezialisierung soll dagegen abgesehen werden. Nach diesen Grundsätzen ausgebildete junge Leute haben im allgemeinen eine viel größere Aussicht, in der Praxis unterzukommen, als Spezialisten, und in der Tat werden die Höheren Maschinenbauschüler nach bestandenem Examen von der Privatindustrie — soweit dies bei der jeweiligen Konjunktur möglich ist — willig aufgenommen. Sie finden in den Fabriken der verschiedensten Art Beschäftigung und bringen es zum großen Teil zu angesehenen und verantwortungsvollen Stellungen. Daß sie auch in elektrotechnischen Fabriken und Betrieben gern genommen werden, geht daraus hervor, daß z. B. nach einer an der Höheren Maschinenbauschule in Magdeburg aufgestellten Statistik der Nachkriegszeit ungefähr 20 % der Absolventen in der Elektroindustrie Unterkommen gefunden haben. Der Erfolg hat also dem oben angeführten Standpunkt recht gegeben, und auch die Deutsche Reichseisenbahn-Gesellschaft, in deren Betriebe doch die Elektrotechnik — ganz abgesehen vom elektrischen Vollbahnbetrieb — sicherlich keine untergeordnete Rolle spielt, hat sich dem angeschlossen, indem sie im allgemeinen Leute mit guter technischer Allgemeinbildung verlangt und auf eine besondere elektrotechnische Ausbildung verzichtet, wobei sie allerdings eine entsprechend weitgehende Berücksichtigung der Elektrotechnik im Unterricht voraussetzt. Abweichend von dem soeben dargelegten Standpunkt in Preußen befinden sich in einigen anderen Ländern staatliche Lehranstalten mit besonderen elektrotechnischen Abteilungen, so z. B. in Hamburg, Bayern und Sachsen. Auch die Beuthschule der Stadt Berlin hat eine Abteilung für Elektrotechnik. Es ist nicht zu bezweifeln, daß die Industrie auch für die Absolventen dieser Anstalten aufnahmefähig ist, und daß sich diese in der Praxis aufs beste bewähren.



Abb. 2. Sammlungsraum für Elektrotechnik.

Daß die Elektrotechnik im Unterrichtsplan der Höheren Maschinenbauschulen den ihrer Bedeutung entsprechenden Anteil hat, braucht wohl kaum betont zu werden. Der Unterricht in der Elektrotechnik erstreckte sich bisher über die drei letzten Semester und gliedert sich in den theoretischen Unterricht, die Zeichenübungen und den Laboratoriumsunterricht. Für den theoretischen Teil

* Unserem Wunsche, zu der Arbeit des Herrn Dr.-Ing. Heinrich, Wismar. „Über die laboratoriumstechnische Ausbildung von Elektroingenieuren an höheren technischen Lehranstalten" in der ETZ 1927, S. 689, aus den Kreisen der höheren technischen Lehranstalten eine Darlegung der Lehrweise und Ziele dieser Anstalten zu erhalten, hat nunmehr Herr Oberstudienrat Dipl.-Ing. E. Kosack, Magdeburg, in entgegenkommender Weise entsprochen. Der Leser der Ausführungen des Herrn Kosack wird in der Lage sein, sich über die Bedeutung und den Wert der betreffenden Lehranstalten ein zuverlässiges Bild zu machen. D. S.

[1] Nämlich in Aachen, Altona, Breslau, Dortmund, Elberfeld, Frankfurt a. M., Hagen, Kiel, Köln, Magdeburg und Stettin.

waren 10 Wochenstunden vorgesehen, doch ist in dem jetzt in Kraft tretenden neuen Lehrplan der starken Entwicklung der Elektrotechnik noch mehr Rechnung getragen worden, und es ist eine Erhöhung der Wochenstundenzahl auf 16 vorgenommen worden, die sich nunmehr über vier Semester verteilen. Damit ist die Elektrotechnik in die



Abb. 3. Meßsaal 1.

Reihe der mit den meisten Stunden bedachten Hauptfächer eingerückt. Das Ziel des Unterrichts ist, die Hörer so weit zu fördern, daß sie den elektrischen Maschinen und Einrichtungen volles Verständnis entgegenbringen, namentlich auch nach der betriebstechnischen Seite hin, daß sie das Zusammenwirken aller Teile einer elektrischen Zentrale, einer Transformatoren- oder Umformerstation verstehen, daß sie Leitungsnetze berechnen können, und daß sie die verschiedensten Anwendungsgebiete des elektrischen Stromes, besonders auch die elektromotorischen Antriebe, beherrschen. In allen Fällen sollen hierbei auch die wirtschaftlichen Momente nicht vernachlässigt werden. Nachrechnungen ausgeführter Maschinen können in den Unterricht einbezogen werden, dagegen ist die Ausbildung von Berechnungsingenieuren nicht beabsichtigt. Die Fernmeldetechnik soll in ihren Grundlagen gebracht werden. Wo irgend angängig, soll der Versuch im Unterricht mitsprechen und dieser mit Hilfe der umfangreichen elektrotechnischen Sammlungen lebendig gestaltet werden. Daß die Vorschriften des VDE in allen Teilen des Unterrichts volle Berücksichtigung finden, ist selbstverständlich.

Der Unterricht findet im letzten Semester durch zeichnerische Übungen mit zwei Wochenstunden eine Ergänzung, die für konstruktive Übungen verwendet oder auch auch zum Entwerfen von Schaltplänen nutzbar gemacht werden können. Wenn die Zeit für solche Übungen auch nicht gerade reichlich bemessen ist, so muß doch berücksichtigt werden, daß, wenn diese aufgenommen werden, die Schüler bereits eine weitgehende konstruktive Ausbildung in den verschiedensten maschinentechnischen Fächern genossen haben, und daß ihnen das rein Zeichnerische kaum noch Schwierigkeiten bereitet.

Besonderes Gewicht wird schließlich auf die Laboratoriumsübungen gelegt, für die in den beiden letzten Semestern je zwei Wochenstunden zur Verfügung stehen. Hier wird in kleineren Gruppen gearbeitet. Von den einfachsten Messungen der elektrischen Grundgrößen ausgehend, wird den Schülern Gelegenheit gegeben, die Meßinstrumente und Hilfsapparate selber in die Hand zu nehmen. Es wird Wert darauf gelegt, daß die verschiedensten Meßinstrumentensysteme benutzt werden, Feinmeß- und Betriebsgeräte, je nach dem Verwendungszweck, damit die Schüler sich mit deren Eigenheiten und ihrem Anwendungsbereich vertraut machen können. Auch bietet sich den Übenden beim Laboratoriumsunterricht Gelegenheit, ihre Kenntnis der früher gelernten Gesetze des elektrischen Stromes zu vertiefen, indem sie sich selber durch das Experiment von deren Richtigkeit überzeugen können. Später kommen Untersuchungen an den Maschinen hinzu. Hier handelt es sich darum, die Betriebseigenschaften der verschiedenen Maschinen zu studieren, ihre charakteristischen Kurven aufzunehmen, Wirkungsgradbestimmungen vorzunehmen, Fehler aufzufinden usw. Auch Licht- und Beleuchtungsmessungen werden in die Laboratoriumsübungen eingestreut. Über die ausgeführten Versuche hat jeder Teilnehmer ein Protokoll zu führen, und die Versuchsergebnisse sind, wo es angängig ist, in Kurven zusammenzutragen. Von Zeit zu Zeit werden die Versuche an Hand der Protokolle von dem betreffenden Fachlehrer zusammenfassend besprochen und kritisiert. Eine wertvolle Ergänzung des Unterrichts bilden auch die gelegentlich unter Führung des Lehrers vorgenommenen Besichtigungen von Elektrizitätswerken und industriellen Anlagen.

Es sei hier noch ein Wort über die Lehrkräfte gestattet. Ehe diese in das Lehramt berufen werden, müssen sie nach abgeschlossener Hochschulbildung noch eine **m i n d e s t e n s** dreijährige Praxis ausgeübt haben. Der Lehrberuf erfordert in besonders hohem Maße Neigung und Begabung. Diese muß in einer meist zweijährigen Probezeit nachgewiesen werden. Innerhalb des festgelegten Lehrplanes bietet sich dem Lehrer noch genügend Spielraum, um seine eigenen Methoden und Ansichten zur Geltung zu bringen und somit dem Unterricht seine persönliche Note aufzudrücken. Auch den örtlichen Verhältnissen kann bis zu einem gewissen Grade Rechnung getragen werden. Die Tätigkeit des Lehrers erstreckt sich aber auch auf die Fürsorge für das ihm anvertraute Laboratorium, die viel Zeit erfordert, ihm aber auch mancherlei Anregung bringt. Persönliche Fühlungnahme mit der Industrie, die in der Regel schon durch die Zugehörigkeit zu den technischen Vereinen aufrechterhalten wird, dient wesentlich dazu, den Lehrer über die Bedürfnisse der



Abb 4. Lichtsaal.

Praxis ständig auf dem laufenden zu halten. Von Zeit zu Zeit wird den Fachlehrern auch durch Studienreisen die Möglichkeit geboten, ihr Gesichtsfeld zu erweitern. Sehr anregend wirken schließlich die gelegentlich eingerichteten Fortbildungskurse, wie ein solcher z. B. im Sommer 1927 in vorbildlicher Weise mit Unterstützung der Direktion der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft abgehalten wurde, um den Lehrern einen Überblick über die Verwendung der Elektrizität in den Betrieben der Reichsbahn zu geben.

Das Vorhandensein einer neuzeitlichen Lehrmittelsammlung sowie vor allem eines gut eingerichteten Laboratoriums ist eine besonders wichtige Voraussetzung für einen fruchtbringenden Unterricht. In dieser Beziehung ist seitens der Stadtverwaltungen, welche in der Regel das Schulgebäude zu errichten haben, sowie des Ministeriums

für Handel und Gewerbe, dem die Fachschulen unterstellt sind, und das die Mittel für ihre innere Einrichtung bereitstellt, alles Erforderliche geschehen, und wenn auch bei der gespannten Finanzlage des Staates in den letzten Jahren mancher Wunsch zurückgestellt werden mußte, so hat es doch im allgemeinen am Notwendigsten nicht gefehlt. Im wesentlichen sind die Laboratorien der verschiedenen Schulen nach den gleichen Gesichtspunkten errichtet worden, wenn auch im einzelnen, je nach den örtlichen Verhältnissen, sich mancherlei Verschiedenheiten ergeben. Als Beispiel möge nunmehr eine kurze Beschreibung der elektrischen Anlagen und des Laboratoriums der Staatl. Vereinigten Maschinenbauschulen in Magdeburg gegeben werden.

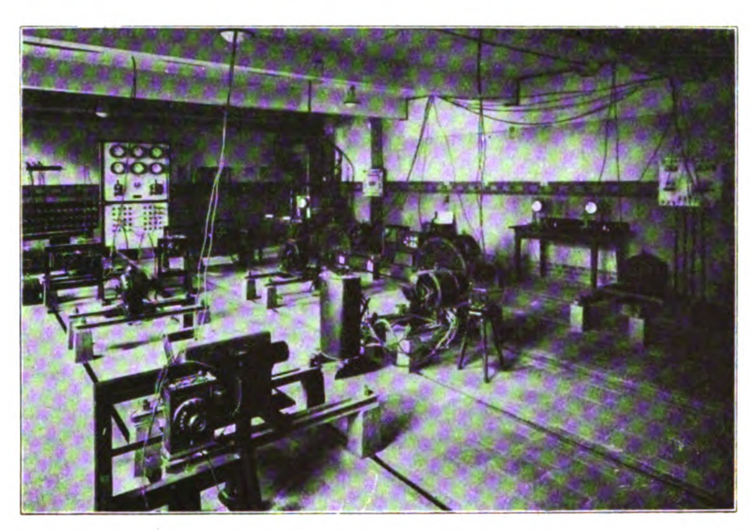


Abb. 5. Dynamoraum 1 mit Verteilungstafel.

Da ist zunächst der im Erdgeschoß des Gebäudes liegende elektrotechnische Hörsaal (Abb. 1) zu nennen, der mit allen Einrichtungen zum Experimentieren versehen ist. Der Versuchstrom kann unmittelbar vom Experimentiertisch abgenommen werden. Die Verdunklungsvorrichtung wird elektrisch angetrieben. Ein Projektionsapparat steht, ständig betriebsbereit, zur Verfügung. Dem Hörsaal schließen sich das Vorbereitungszimmer und der Sammlungsraum (Abb. 2) an. In letzterem sind nicht nur die elektrophysikalischen Apparate aufgenommen, sondern er enthält auch eine umfangreiche Sammlung von elektrischen Installationsartikeln und Hochspannungsapparaten sowie eine durch ihre Vollständigkeit bemerkenswerte Zusammenstellung von Porzellanisolatoren. Weiter folgen die beiden Meßsäle (Abb. 3), in denen die Anfänger in die praktische Meßkunde eingeführt werden sollen, und in denen u. a. auch ein Präzisions-Kompensationsapparat sowie eine Magnetisierungsschaltung zur Aufnahme von Hysteresisschleifen zur Verfügung steht. Zwischen den Meßsälen befindet sich das Photometrierzimmer, das eine Ergänzung in dem vom Städt. El.-W. zu Magdeburg eingerichteten Lichtsaal (Abb. 4) findet, in welchem die verschiedensten elektrischen Beleuchtungsarten vorgeführt und Beleuchtungsmessungen vorgenommen werden können. Unter den Meßsälen liegen im Kellergeschoß die beiden für Maschinenuntersuchungen dienenden Dynamoräume (Abb. 5 u. 6) sowie ein Raum für elektrochemische Versuche. Das ganze Laboratorium wird durchzogen von einem Gleichstromnetz für 110 V und einem Drehstromnetz für 125 V Spannung, und in jedem Raum können diese Stromarten kleinen Versuchstafeln entnommen werden. Außerdem ist durch eine Stöpseleinrichtung dafür gesorgt, daß den Laboratoriumsmaschinen entnommener Strom in bequemer Weise jeder anderen Stelle des Laboratoriums zugeführt werden kann. In den Dynamoräumen sind für Versuchszwecke sechs Gleichstrommaschinen, sieben Wechselstrom- und Drehstrommaschinen, drei Umformer und Gleichrichter und fünf Transformatoren aufgestellt. Die Maschinen können auf einer rostähnlichen Anordnung jederzeit umgestellt und beliebig miteinander in Verbindung gebracht werden. Auch eine kleine Hochspannungsanlage, mit allen Sicherheitsvorkehrungen versehen, ist vorhanden, um Durchschlags- und andere Hochspannungsversuche vornehmen zu können. Die Leistung der einzelnen Maschinen ist auf ungefähr 4 kW begrenzt. Doch stehen für die Untersuchungen auch die größeren Maschinen der eigenen elektrischen Betriebszentrale zur Verfügung, welche das Gebäude der Maschinenbauschulen mit elektrischem Strom für Beleuchtungs- und Kraftzwecke versorgt: eine durch eine Dampfmaschine angetriebene Gleichstrommaschine für eine Leistung von 27 kW sowie ein Drehstrom-Gleichstromumformer für 36 kW, dazu eine Akkumulatorenbatterie neuester Art mit 540 Ah Kapazität. Der Betrieb der Stromerzeugungstation wie auch der zugehörigen Dampfmaschinen- und Kesselanlage wird nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten geführt. Alle notwendigen Kontrollanlagen sind eingebaut, und die Meßergebnisse werden ständig aufgezeichnet. So findet der Lernende Gelegenheit, Einblick in einen wirklichen, wenn auch in seiner Leistung beschränkten Zentralenbetrieb zu gewinnen.

Der vorstehende kurze Bericht dürfte zeigen, daß die Höheren Maschinenbauschulen Preußens, was ihre Lehrweise und ihre Einrichtungen betrifft, sich auch in elektrotechnischer Beziehung zeitgemäß entwickelt haben. Daß sie ihren Aufgaben voll gerecht geworden sind, wird durch den starken Besuch dieser Anstalten und die Urteile der Praxis erwiesen. Daß sie mit dieser in dauernder Verbindung bleiben, wird u. a. dadurch gewährleistet, daß in dem Kuratorium jeder Schule sich auch ein Vertreter der Industrie befindet.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß bei der Mehrzahl der Anstalten neben der Höheren Maschinenbauschule noch als zweite Abteilung eine „Maschinenbauschule" vorgesehen ist, an der die Ausbildungsdauer auf vier Semester beschränkt ist. Für die Aufnahme genügt hier eine gute Volkschulbildung, doch muß eine Werkstattpraxis von mindestens vier Jahren nachgewiesen werden. Dem elektrotechnischen Unterricht wird auch in dieser Abteilung die größte Aufmerksamkeit gewidmet, doch tritt unter entsprechender Beschränkung des Lehrstoffes die Theorie gegenüber den praktischen Anforderungen mehr in den Hintergrund. Auch ein großer Teil der Absolventen dieser Abteilung findet in elektrischen Betrieben Stellung; so sind allein im E. W. der Stadt Magdeburg zur Zeit 19 Techniker beschäftigt, die aus der Maschinenbauschule in Magdeburg hervorgegangen sind.

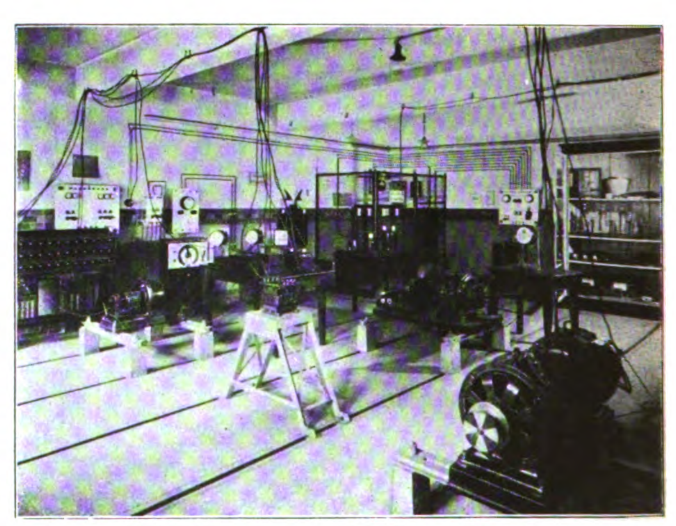


Abb. 6. Dynamoraum 2 mit Hochspannungsanlage.

Zur Frage der Definition des Leistungsfaktors.

Von **Kurt Emil Müller**, Berlin.

Übersicht. Zur Beurteilung der Ausnutzung eines Netzes durch einen Verbraucher mit beliebiger Stromform wird außer dem bisherigen Leistungsfaktor noch ein zweiter aus der Blindleistung errechneter Leistungsfaktor definiert. Beide Faktoren ergeben eindeutige Grenzen für die Bewertung des Verbrauchers und gestatten die Angabe der Wirk-, Blind- und Verzerrungsleistung aus der Scheinleistung.

Die wertvollen Ausführungen von A. Fraenckel[1] über die Arbeiten von C. Budeanu in Nr. 2 des Inst. Nat. Roumain pour l'étude de l'amenagement et de l'utilisation des sources d'énergie und Nr. 4 des Inst. Nat. Roumain, Bukarest 1927, über die Blindleistung und Scheinleistung bei mehrwelligen Wechselströmen geben die Veranlassung zur Mitteilung einiger Überlegungen über den Leistungsfaktor, welche in dem in Vorbereitung befindlichen Buche des Verfassers „Der Quecksilberdampfgleichrichter", Bd. 2 (Verlag Julius Springer) zur Durchführung gelangen und welche durch die bekannte Arbeit von M. Schenkel[2] ihre erste Anregung erhalten haben.

Wir betrachten ein Einphasennetz, welches einem Verbraucher bei einer momentanen Spannung e mit dem Effektivwert E und bei einem momentanen Strom i mit dem Effektivwert J die Wirkleistung N zuführt. Der normal definierte Leistungfaktor

$$\lambda = \frac{N}{E J},$$

welcher eine Funktion der Belastung ist, möge mit abnehmender Belastung gegen den Nullwert λ_0 konvergieren. Ferner nennen wir zwei wesentliche Sätze, aus denen alle weiteren bekannten Sätze hervorgehen[3]:

I. Es ist $\lambda \leq 1$ und dann und nur dann $= 1$, wenn e und i die gleiche Form haben, also $\frac{e}{i} =$ konst ist. (Beweis mit Hilfe der Schwarzschen Ungleichung.)

II. Nur dann, wenn e und i rein sinusförmig (einwellig) sind, ist $\lambda = \cos\varphi$, worin φ die Phasendifferenz zwischen e und i vorstellt.

Um aus λ, welches definitionsgemäß nur ein Maß für die elektrische Überbeanspruchung der Anlage sein kann, mehr herauszulesen, etwa noch die Blindleistung zu beurteilen, hat man einige formale Operationen vorgenommen, von denen zunächst die bekannteste genannt sei, die von Krijger[4]. Dieser schreibt

$$\lambda = \lambda_0 \cos\psi$$

und nennt den Faktor λ_0, welcher nach dem oben Gesagten den Leistungsfaktor bei Leerlauf darstellt, den Verzerrungsfaktor und $\cos\psi$ den Verschiebungsfaktor. In dem in seiner Arbeit angeführten Falle, welcher für e reine Sinusform voraussetzt, und sich insbesondere auf Gleichrichter bezieht, soll dann $E J \sin\psi$ die Blindleistung repräsentieren. Es läßt sich indessen zeigen, daß dies nicht zutrifft, schon allein deshalb nicht, weil $\cos\psi > 1$ werden kann. Eine weitere Zerlegung in einen Verzerrungs- und einen Verschiebungsfaktor enthält ein Aufsatz von C. Brynhildsen und E. Kern über Großgleichrichter der BBC in den BBC-Mitt. Baden, Bd. 14, H. 5÷8. Dort ist der Verzerrungsfaktor das Verhältnis des Effektivwertes der Grundwelle von i zum Effektivwerte von i und der Verschiebungsfaktor das Verhältnis des Effektivwertes der Wattkomponente der Grundwelle von i zum Effektivwerte der Grundwelle von i. Auch diese Faktorenzerlegung ist nicht einwandfrei, da der so definierte Verzerrungsfaktor von der Belastung nicht unabhängig ist und der Verschiebungsfaktor kein Maß für die Blindleistung darstellt. Wenn jedoch die Komponenten λ_0 und $\cos\psi$ keine eindeutige physikalische Bedeutung haben, ist ihre Einführung unzweckmäßig.

Tatsache ist nun, insbesondere bei Gleichrichtern, daß die Einschätzung eines Verbrauchers lediglich nach dem Werte von λ zu Unrecht erfolgt, da Überbeanspruchungen elektrischer und magnetischer Art auftreten. Dieser Umstand führte zur Definition von zwei verschiedenen Leistungsfaktoren, welche alle Diskussionen über die Stromberechnung von seiten der Erzeuger in bemerkenswerter Weise eingrenzen und den Vergleich der Wirkleistung, der Scheinleistung, Blindleistung und der neuerdings definierten Verzerrungsleistung übersichtlich machen. Die beiden Faktoren, welche wir Leistungsfaktor erster und zweiter Art nennen wollen, sind auch der Messung zugänglich. Wir setzen im folgenden die Spannung e noch sinusförmig voraus; die Möglichkeit einer Verallgemeinerung für beliebige Spannungsformen soll hier noch nicht diskutiert werden.

1. Der Leistungsfaktor erster und zweiter Art.

a) Der Leistungsfaktor erster Art ist der bisher gebräuchliche, also $\lambda = \frac{N}{E J}$, wir schreiben ihn, da $e = E\sqrt{2} \times \sin x$ mit $x = \omega t$ und damit

$$N = \frac{E\sqrt{2}}{\pi}\int_0^\pi i \sin x \, d x = E J_1 \cos\varphi_1$$

ist, in der Form

$$\lambda = \frac{J_1}{J}\cos\varphi_1, \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

darin ist J_1 der Effektivwert der Grundwelle von i und φ_1 deren Phasendifferenz gegenüber e.

b) Der Leistungsfaktor zweiter Art entsteht aus der an sich bekannten Definition der Blindleistung N_B, welche wir analog dem vorigen Ausdruck schreiben

$$N_B = \frac{E\sqrt{2}}{\pi}\int_0^\pi i \cos x \, d x = E J_1 \sin\varphi_1.$$

Der Wert des Integrales ist absolut zu nehmen. Dividieren wir diese Blindleistung durch die Scheinleistung $E J$ und setzen den Quotienten gleich $\sin\Phi$, so ergibt sich der Leistungsfaktor zweiter Art

$$\cos\Phi = \sqrt{1 - \left(\frac{J_1}{J}\sin\varphi_1\right)^2}. \quad \dots \dots \quad (2)$$

Wir zeigen zunächst eine Eigenschaft von λ und $\cos\Phi$. Es ist nämlich allgemein

$$\lambda \leq \cos\Phi \leq 1, \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

und zwar gilt das erste Gleichheitszeichen für sinusförmigen Verlauf von i. Für gewöhnliche Verhältnisse sind die beiden Leistungsfaktoren also einander gleich. Der Beweis für die obige Bedingung ergibt sich durch den Nachweis von $\lambda^2 < \cos^2\Phi$; dafür läßt sich aber schreiben

$$\left(\frac{J_1}{J}\right)^2 \cos^2\varphi_1 - 1 + \left(\frac{J_1}{J}\right)^2 \sin^2\varphi_1 \leq 0.$$

Diese Bedingung zieht nach sich, daß $\frac{J_1}{J} < 1$ sein muß; das ist aber der Fall, denn es ist $J^2 = J_1^2 + J_2^2 + \dots$, wenn $J_2, \dots$ die Effektivwerte der Oberwellen von i bedeuten.

Die Leistungsfaktoren λ und $\cos\Phi$ setzen für die Bewertung des Verbrauchers eine obere und untere Grenze; $\cos\Phi$ ist die obere, λ die untere. Sie liefern ferner folgende Zusammenhänge: Es ist

die Scheinleistung $N_s = E J$,
die Wirkleistung $N = E J \lambda$,
die Blindleistung $N_B = E J \sin\Phi$,
die Verzerrungsleistung $N_V = E J \sqrt{\cos^2\Phi - \lambda^2}$.

Die letzte Behauptung ergibt sich ohne weiteres aus der Definitionsgleichung

$$N_s = \sqrt{N^2 + N_B^2 + N_V^2}$$

der Verzerrungsleistung. Wir erwähnen noch den Sonderfall, daß der Verlauf des Stromes i symmetrisch ist (Fehlen

[1] ETZ 1928, S. 97.
[2] ETZ 1925, S. 1369 u. 1399.
[3] Vgl. K. E. Müller, „Der Quecksilberdampfgleichrichter" Bd. 1, S. 34 u. 52, Verlag Julius Springer, Berlin.
[4] ETZ 1925, S. 48.

aller geradzahligen Oberwellen). Dann ist die Blindleistung null ($\cos \Phi = 1$) und die Verzerrungsleistung $N_V = E J \sqrt{1 - \lambda^2}$.

2. Die Messung der beiden Leistungsfaktoren[5].

Die Messung von λ ist bekannt. Man mißt N mit einem Wattmeter und ferner E und J und bildet $\lambda = \frac{N}{E J}$; die Messung von λ mit einem $\cos \varphi$-Instrument hat allgemein keinen Sinn. Auch die Messung des zweiten Leistungsfaktors $\cos \Phi$ ist allgemein mit einem $\cos \varphi$-Instrument unmöglich. Dagegen mißt man die Blindleistung N_B mit einem Blindleistungswattmeter (Elektrodynamometer, an dessen Spannungsspule die gegenüber e um 90° voreilende Spannung angelegt ist). Dann ist $\sin \Phi = \frac{N_B}{E J}$ und damit auch $\cos \Phi$ bekannt. Bei unseren Voraussetzungen ergeben übrigens auch Induktionswattmeter richtige Meßwerte.

[5] Vgl. Schenkel, Fußnote 2.

3. Mathematische Zusatzbemerkung.

Definiert man die beiden Leistungsfaktoren in der Integralform durch

$$\lambda^2 = \frac{2}{\pi} \frac{\left(\int i \sin x \, \mathrm{d}x\right)^2}{\int i^2 \, \mathrm{d}x},$$

$$\cos^2 \Phi = 1 - \frac{2}{\pi} \frac{\left(\int i \cos x \, \mathrm{d}x\right)^2}{\int i^2 \, \mathrm{d}x}$$

so erkennt man, daß die Beweisführung der Ungleichung (3) auf den Beweis der Ungleichung

$$\left(\int i \sin x \, \mathrm{d}x\right)^2 + \left(\int i \cos x \, \mathrm{d}x\right)^2 \leq \frac{\pi}{2} \int i^2 \, \mathrm{d}x$$

mit den gleichen Integralgrenzen $0, \pi$ aller Integrale hinausläuft.

Löschkammerformen und ihre Wirkung.

Von Ing. **P. Bendmann**, Frankfurt a. M.

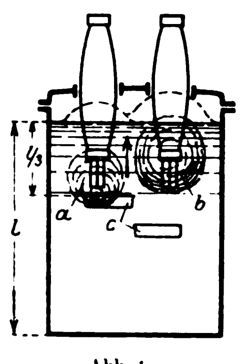
Übersicht. Es wird unter Berücksichtigung physikalischer Vorgänge die Wertigkeit eines Ölschalters in bezug auf seine Schaltleistung bei verschiedenen Konstruktionsformen besprochen. Im besonderen wird erwähnt, wie Druck, Schaltgeschwindigkeit, Löschkammer- und Kontaktformen, Elastizität des Kessels und dynamische Wirkung den Schaltvorgang beeinflussen.

Bekanntlich bestehen über den zweckmäßigen Bau von Ölschaltern zur Erzielung hoher Schaltleistungen noch stark differenzierte Ansichten[1]. Im besonderen sind die Mittel hierzu noch sehr verschieden, und zwar sowohl für Höchstspannung- als auch für Mittelspannungschalter. Vielfachunterbrechung, Löschkammer, mehr oder weniger tiefe Schaltfunkenlage unter dem Ölspiegel, druckfester, elastischer oder unelastischer Kessel, kleines oder großes Luftkissen über dem Ölspiegel, werden auf Grund vorgenommener Versuche empfohlen oder abgelehnt. Einigkeit besteht darüber, daß möglichst große Schaltleistung, zweckmäßiger Einbau und Sicherung gegen Explosionsgefahr die Hauptgesichtspunkte sind, die den Konstrukteur beim Entwerfen von Ölschaltern leiten müssen.

Schalter ohne Löschkammer haben bei Belastungsversuchen, wie aus Literatur und Vorträgen hervorgeht, vielfach widersprechende Leistungsresultate ergeben, während bei solchen mit Löschkammern die Versuche einheitlicher in günstigem Sinne ausfielen. Da die Löschkammer mit ihren Eigenschaften gewissermaßen ein kleiner Ölschalter im Ölschalter ist, kann man nicht gut Betrachtungen über deren Zweckform anstellen, ohne vorher kurz auf einige Eigentümlichkeiten des Normal-Ölschalters ohne Löschkammer hinzuweisen, denn die physikalischen Vorgänge müssen gleichartige sein. Bei diesen Betrachtungen läßt sich auch Aufschluß darüber geben, warum die Leistungen der Schalter ohne Löschkammern manchmal gute sind.

Die Abb. 1 und 2 zeigen im Prinzip normale Ölschalter, und zwar zeigt Abb. 1 einen Schalter mit unnachgiebigem Rundkessel; der Schalter nach Abb. 2 hingegen besitzt einen elastischen Kessel (gegebenenfalls mit Lufttaschen), so daß das durch den Ausschaltvorgang verdrängte Öl nach allen Richtungen ausweichen kann.

Bei Abb. 1 liegt der Abschaltlichtbogen im oberen Drittel des Ölkessels, während er bei Abb. 2 im unteren Drittel liegt. Bei einem Schalter nach Abb. 2 ist die Zündungsgefahr des explosiblen Gemisches über dem Ölspiegel durch aufsteigende heiße Gasblasen, Metallspritzer usw. geringer als nach Ausbildung gemäß Abb. 1. Jedoch scheint der Schalter nach Abb. 1 andere Vorteile zu haben, wie sich aus folgender Überlegung ergibt: Bei dem Kontakt a der Abb. 1 ist der Moment der Kontaktöffnung gezeigt. Die dabei entstehende Gasblase findet, da der Kessel unnachgiebig ist, nach den Seiten und unten vollen Widerstand, während sie sich nach oben durch Hochschleudern einer verhältnismäßig geringen Ölmenge sofort ausdehnen und expandieren kann. Die Unterkante der Gasblase kann also dem ausschaltenden Messer c nicht folgen; das Messer taucht somit bei seiner Abwärtsbewegung in frische und unvergaste Ölschichten, bis die Durchschlagfestigkeit des zwischen die Kontakte tretenden Öles beim Nulldurchgang eine Rückzündung verhindert.



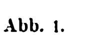


Abb. 1.

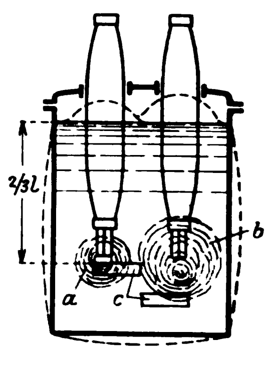


Abb. 2.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse bei dem Schalter nach Abb. 2. Hier kann die entstehende Gasblase, wie bei Kontakt a gezeigt ist, infolge der Nachgiebigkeit der Kesselwandungen das Öl nach allen Seiten, also auch nach unten fortdrücken und die Gasblase wird, da die Ölschicht $\frac{2}{3}\,l$ beträgt, zunächst dem Kontaktmesser c folgen, bis die Nachgiebigkeit des Öles nach unten aufhört. Dann erst kommt das Messer c in unvergaste Ölschichten und die Löschung kann wie nach Abb. 1 erfolgen. Daß der Ausschaltvorgang bei Ausführung nach Abb. 2, bei welchem die Gasblase dem Messer folgt, somit u. U. länger dauert, ist ohne weiteres verständlich.

In Abb. 1 und 2 sind jedoch Grenzfälle skizziert. Zwischenwerte ergeben sich, wenn Funkenlage und Nachgiebigkeit des Öles in verschiedenen Richtungen verschiedene Werte annehmen. Ein Optimum ergibt sich, wenn der Lichtbogen so lange von der Gasblase umhüllt bleibt, bis der Nulldurchgang erfolgt. In diesem Augenblick kann das Messer, ohne daß große Gasentwicklung zu befürchten wäre, in frisches Öl eintauchen.

[1] P. Bendmann, Vergleichende Betrachtungen über die Schaltwertigkeit der gebräuchlichsten Ölschalterkonstruktionen, ETZ 1923, S. 235. — J. Biermanns, Überströme in Hochspannungsanlagen, S. 386, Verl. Jul. Springer 1926 — Biermanns, Ölschaltversuche, ETZ 1927, S. 1137, — G. Brühlmann, Die Vorgänge im Ölschalter, ETZ 1925, S. 1961. — E. König, Höchstspannungsschaltgeräte, El. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 921. — O. Neumann, Untersuchungen von Ölschaltern mit einem 26 700 kVA-Generator, Elektro-Journ. Bd. 4, S. 337. — Roth, Hochspannungstechnik. Verl. Jul. Springer, 1927. — K. Trott, Hochleistungs-Ölschalter mit Vorkompressor, Helios Bd. 26, H. 12. — F. Weickert, Höchstspannungsschaltanlage, Elektro-Journ. Bd. 6, S. 267. — Bull. SEV. Bd. 16, S. 341, Bericht über die Diskussionsversammlung des SEV über „Ölschalterfragen“ am 3. IV 1925 in der T. H., Zürich.

Aus vorstehenden Erklärungen geht eindeutig hervor, daß der Konstrukteur in bezug auf die Schaltleistung sein Hauptaugenmerk auf die Ausdehnungswiderstände der Gasblase zu richten hat.

Wie bekannt, erlischt der Lichtbogen zwischen den Kontakten endgültig, sobald die wiederkehrende Spannung die Zündspannung nicht mehr erreicht. Die Durchschlagfestigkeit des Isolieröls ist jedoch, wie experimentell festgestellt wurde[2], von der Temperatur und namentlich von dem Druck, unter dem es steht, außerordentlich abhängig. Nach Friese steigt bei Zunahme des Druckes um 1 at die Durchschlagfestigkeit um 90 kV/cm. Diesen großen Einfluß des Druckes auf die Durchschlagfestigkeit muß der Konstrukteur zur Steigerung der Schaltleistung unbedingt ausnutzen. Am zweckmäßigsten geschieht dies dadurch, daß man die Kontaktstelle mit einer Druck- oder Löschkammer umgibt. Der Zweck der Löschkammer ist mithin die Einengung der Unterbrechungstelle auf einen kleinen Raum, damit durch die sich beim Abschalten bildende Gasblase ein Druck von mehreren Atmosphären auf das Öl zwischen den sich trennenden Kontakten erzeugt wird. Dieser Druck müßte nun vor allen Dingen möglichst die nicht mit Gas durchsetzten Ölschichten zwischen den Abschaltkontakten treffen. Es muß deshalb auch bei der Löschkammer, wenn sie in vollkommenster Weise ihren Zweck erfüllen soll, dafür gesorgt werden, daß die sich bildende Gasblase bereits nach dem ersten Nulldurchgang dem sich nach unten bewegenden Kontakt nicht mehr folgt.

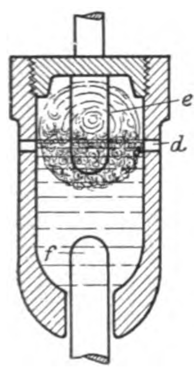


Abb. 3.

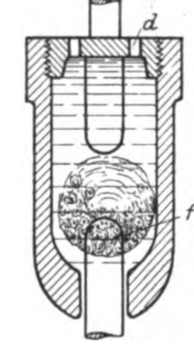


Abb. 4.

Abb. 3 zeigt eine Ausführungsform der Löschkammer in vorbezeichnetem Sinne, analog Abb. 1, während Abb. 4 eine solche analog dem Ölschalter nach Abb. 2 darstellt. Die Löschkammer der Abb. 3 ist durch die Anbringung der Öffnungen *d* so ausgebildet, daß sie einer Taucherglocke ähnelt und immer ein Rest Gas in dem Raum verbleibt. Der Ölstand in der Löschkammer schneidet also ungefähr mit der Oberkante der Löcher *d* ab. Entwickelt sich nun durch die sich trennenden Kontakte die Ausschaltgasblase, so kann diese zum größten Teil in den Gasraum *e* expandieren. Die Ölschicht zwischen den sich trennenden Kontakten bleibt dadurch, daß sich die Blase nur um ein Geringes nach unten bewegt, homogen. Der gleichzeitig durch die Gasblase auftretende Druck erhöht die Durchschlagfestigkeit dieser Ölschicht schon bei 2 ÷ 5 at derart, daß die Spannung des nächsten Wechsels diese Schicht nicht mehr durchschlagen kann, womit der Ausschaltvorgang endgültig beendet ist. Ganz anders verhält es sich bei der Löschkammer nach Abb. 4. Hier sind die Gasabzugslöcher *d* in üblicher Weise an der obersten Stelle der Löschkammer vorgesehen, so daß dieselbe vollkommen mit Öl gefüllt ist. Abgesehen von der geringen Abströmungsmöglichkeit des Öles durch die Löcher *d* und der damit in dieser Richtung verbundenen Expansion, kann hier die Schaltausdehnung nur in Richtung des Ausschaltkontaktes *f* erfolgen. Gewiß wird sich hier die Drucksteigerung etwas schneller vollziehen als in der Löschkammer nach Abb. 3. Der Druck wird aber hier niemals homogene Ölschichten treffen, sondern auf das zwischen den Kontakten sich bildende Gasölgemisch ausgeübt werden, dessen Durchschlagfestigkeit natürlich viel geringer ist als die einer homogenen Ölschicht.

[2] Kock, ETZ 1915, S. 85 u. 99.

Wenn nun Versuche zeigten[3], daß auch bestehende Löschkammerformen nach Abb. 4, bei denen man ein Gasölgemisch zwischen den sich trennenden Kontakten voraussetzen muß, gute Eigenschaften haben, ist man genötigt, hierfür das mit großem Druck zusammengepreßte Gasölgemisch als Ursache anzunehmen. Es sind bei Versuchen in der Nähe der Kontakte starke Drucksteigerungen gemessen worden. Diese Drucksteigerungen, die namentlich in dem Löschkammermund vorhanden sind, dürften die alleinige Ursache für die gute Löschwirkung seitheriger Löschkammerformen sein. Auch das Gasölgemisch wird durch den Druck von vielen Atmosphären so durchschlagfest, daß sich eine gute Löschwirkung ergibt.

Hiermit ist noch nicht erwiesen, daß befriedigende Versuchsergebnisse bereits die Gewähr für zweckmäßigste Konstruktionsform in sich schließen. Die stetige Änderung sowie die jetzt noch bestehende Grundverschiedenheit in den Formen der Ölschalter sollte ein Anlaß sein, daß Konstruktionen und Versuchen die sorgfältigste Überlegung vorausgeht. Die Überlegung zeigt aber, daß die als vollkommen angesehene Löschkammer (Abb. 4) trotz der festgestellten guten Wirkung m. E. den Nachteil aufweist, daß sich die bildende Abschaltgasblase dem Ausschaltkontakt folgt.

Die in Abb. 3 und 4 dargestellten Formen werden in ihrer Wirksamkeit natürlich je nach Wahl von Sitz und Größe der Austrittslöcher, Kontaktlage und -form sowie Schaltgeschwindigkeit verschieden sein.

Für die Zweckform einer Lichtbogenlöschung durch Öl, sei es mit oder ohne Löschkammer, erscheint es erforderlich dafür zu sorgen, daß eine Druckerhöhung auf eine möglichst homogene, d. h. nicht von Gas durchsetzte Ölschicht zwischen den sich trennenden Kontakten erfolgt. Inwieweit dies bei bisher üblichen Löschkammern oder löschkammerähnlichen Gebilden wahrscheinlich ist, soll nachstehend an Hand von Vergleichsskizzen gezeigt werden.

In den Skizzen, Abb. 5 ÷ 10, sind drei Schalterstellungen (*a, b, c*) mit den mutmaßlichen Gasbildungen schematisch dargestellt. Selbstverständlich erheben die Skizzen keinen Anspruch auf Genauigkeit. Sie sollen lediglich dazu dienen, den Ausschaltvorgang bei den verschiedenen Kontakt- und Löschkammerformen in den drei gezeigten Stufen zu besprechen. Allgemein bedeuten: *g* Gasblasen, *h* die Löschkammerverlängerung, *i* den Lichtbogen, *k* den feststehenden Kontakt, *l* die Löschkammer, *m* den obersten spannungsführenden Kontaktteil, *n* den durch aufsteigende Gasblasen überbrückbaren Weg zwischen Ölspiegel und oberstem Kontaktteil, *o* die Ölstandslinie, *p* das Preßgemisch von Gas und Öl.

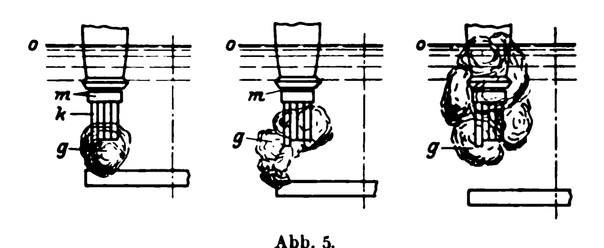


Abb. 5.

Die Betrachtungen zeigen, daß die zur Löschwirkung wichtige Grundforderung, zwischen den sich trennenden Kontakten eine möglichst homogene und nicht von Gas durchsetzte Ölschicht zu bekommen, bei Ausführung ohne Löschkammern nur nach Abb. 5 erzielt wird. Es ist deshalb verständlich, daß manche Konstrukteure, auf Grund von Überlegungen und Versuchen an dieser Kontaktform für Ölschalter festhalten, obgleich dieselbe die große Gefahr der Zündung des explosiblen Gases über dem Ölspiegel durch Metallspritzer und heiße Gasblasen mit sich bringt. Es dürfte kaum ein nennenswerter Druck durch die entstehende Schaltgasblase erzeugt werden, weil die verhältnismäßig geringe Ölsäule über der Gassäule leicht fortgedrückt werden kann.

Die Formen der Löschkammern nach Abb. 6, 7 und 8 haben untereinander keinen wesentlich verschiedenen Einfluß auf die Schaltleistung. Die so nötige Druckerhöhung auf das Gasölgemisch wird hier keine wesentliche sein. Man müßte hier gerade für starke Druckerhöhung zur Verdichtung des sich in der Kontaktbahn

[3] Biermanns, ETZ 1927, S. 1137.

entwickelnden Gasölgemisches besorgt sein. Durch tiefe Lage des Abschaltfunkens könnte dies einigermaßen erzielt werden.

Anders verhält es sich mit den Löschkammerformen nach Abb. 9 und 10 mit tiefer Kontaktlage in der Löschkammer und großer gepreßter Gasölsäule innerhalb der Löschkammer. Würde man unter Vermeidung einer Strudelbewegung hinter dem ausschaltenden Kontakt die Geschwindigkeit so weit steigern können, daß die sich bildende und expandierende Gasblase dem Kontakt nicht folgt, so wäre innerhalb der Löschkammer zwischen den Kontakten mit gepreßtem, homogenem Öl und einer Gasölsäule zu rechnen. Das Hinzukommen des homogenen Öles in diesem Falle müßte die Löschwirkung in außerordentlich günstigem Sinne beeinflussen, weil die Durchschlagfestigkeit des Gasölgemisches im Verhältnis zum homogenen Öl als gering zu bezeichnen ist. Alle Löschkammerformen nach Abb. 6÷10 vermeiden Metallspritzer in das Gasluftkissen über dem Ölspiegel und bewirken weiter, daß die aufsteigenden Schaltgase in möglichst gekühltem Zustande an den Ölspiegel steigen. Eine Überbrückungsgefahr zwischen Polteilen und Erde ist durch Kontaktummantelung nach Abb. 10 ausgeschlossen.

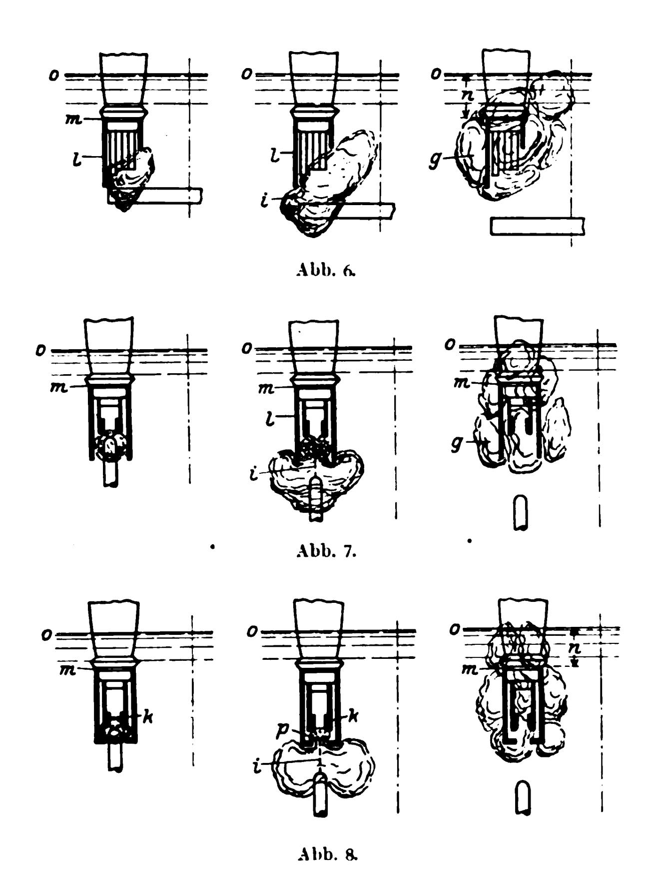


Abb. 6.

Abb. 7.

Abb. 8.

Aus Versuchen und vorstehenden Betrachtungen geht hervor, daß nur wenige Millimeter unvergasten homogenen Öles zwischen den Kontakten erforderlich sind, um einen Stromfluß in dem Stromkreis zu verhindern. Die großen Ausschaltwege und Ausschaltgeschwindigkeiten, die allgemein gewählt werden, sind mithin nur deshalb erforderliche Maßnahmen, weil die Lichtbogenwirkung beim Ausschaltvorgang uns hindert, homogenes Öl zwischen die Kontakte zu bringen. Inwieweit und warum zu große Ausschaltgeschwindigkeiten aber auch schädlich werden können, sei durch Betrachtungen des Vorganges innerhalb eines Wechsels erörtert.

Unter Voraussetzung einer gewissen Ausschaltgeschwindigkeit und Abschaltleistung sei z. B. eine Lichtbogenlänge bei zweifacher Unterbrechung innerhalb eines Wechsels ($^1/_{100}$ s) von $2 \times 2{,}5$ cm $= 5$ cm angenommen. Nehmen wir diesen Lichtbogen mit seinen eventuell geteilten Stromfäden je nach Stromstärke, Masseträgheit des Öles, Druck auf den Lichtbogen zu rd. 1 cm Dmr. an, so ergibt sich eine mit dem Öl in Berührung kommende Mantelfläche des Lichtbogenstabes von $d \cdot \pi \cdot 1$ oder $1 \cdot 3{,}14 \cdot 5 \approx 15$ cm². Entsprechend dieser Manteloberfläche und der Lichtbogen-Temperatur wird im Verlauf eines Wechsels eine gewisse Menge Öl verdampft. Steigern wir die Ausschaltgeschwindigkeit in der Zeit eines Wechsels durch größere mechanische Beschleunigung oder durch Vielfach-Unterbrechung auf das drei- oder fünffache, so wird logischerweise die drei- bis fünffache Ölvergasung stattfinden. Natürlich ist hierbei vorausgesetzt, daß Ölgas-Kompressionen innerhalb des Wechsels den Lichtbogenstab nicht unterbrechen konnten, sondern daß derselbe die drei- bis fünffache Länge annahm.

Eine Möglichkeit hierfür ist durch Steigerung von Schaltgeschwindigkeit und Wahl von Vielfach-Unterbrechung sehr wohl gegeben, doch würde die damit verbundene mögliche Unterbrechung im Maximum des Stromes schädliche Überspannungen hervorbringen. Anders verhält es sich, wenn Ausschaltgeschwindigkeit und Löschwirkung so zusammenfallen, daß beim ersten Stromwechsel die Unterbrechung erfolgt. Der weitere Ausschaltweg und die weitere Ausschaltgeschwindigkeit würden dann nur Totlauf nach dem Abschaltvorgang bedeuten und somit keine Lichtbogenverlängerung und keine schädliche Wirkung durch größere Ölvergasung ergeben können.

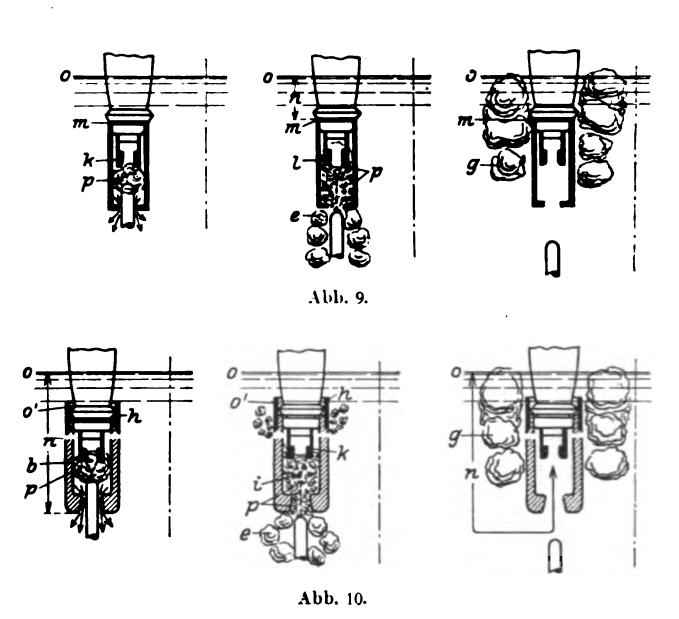


Abb. 9.

Abb. 10.

Eine ähnlich schädliche Wirkung, wie die zu große Ausschaltgeschwindigkeit, kann die dynamische Wirkung auf den Lichtbogen oder auch Ölspülung auf denselben hervorbringen. Wir haben uns vorzustellen, daß bei den eingangs angenommenen 2 je 2,5 cm langen Lichtbogenstäben durch den einseitigen Druck des dynamischen Feldes oder der Ölbewegung eine Verzerrung oder Ausbiegung erfolgt, die den Lichtbogen oder die ihn umhüllende Gasblase innerhalb des Wechsels auf ein Vielfaches verlängern kann und somit eine vergrößerte ölberührte Oberfläche des Lichtbogenstabes gegeben wird. Daß damit auch entsprechend größere Ölvergasung verbunden ist, ist ohne weiteres verständlich.

Es ist wenig einleuchtend, daß führende Techniker neuerdings die Behauptung aufstellen, daß **nur durch Schaltversuche** mit sehr großen Leistungen die Zweckform für Ölschalter gefunden werden kann. Für den Konstrukteur sollte in erster Linie logische Entwicklung auf Grund physikalisch festliegender Unterlagen, die aus Modellversuchen abgeleitet werden können, Richtlinie sein. Grobe Versuche mit rein äußerlicher Beobachtung der Vorgänge können wohl einen Unterschied zwischen verschiedenen Schaltertypen erkennen lassen, doch lassen sich aus ihnen keine Gesetzmäßigkeiten ableiten, die zur Weiterentwicklung des Schaltproblems erforderlich sind. Beim Ölschalter sind mithin Eigenschaften, welche die Schaltleistung beeinflussen, zunächst zu klären und dann erst getrennt die Gründe der Explosionen in Schaltern, Schalterzellen und Schalthäusern zu behandeln.

RUNDSCHAU.

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrische Reichsbahnen in Schlesien. — Am 28. I. ist die bisher noch mit Dampf betriebene Reststrecke Breslau—Königszelt der Bahnlinie Breslau—Hirschberg—Görlitz dem elektrischen Betriebe übergeben worden. Damit ist der Schlußstein in den Bau des elektrischen Betriebes auf den schlesischen Gebirgsbahnen eingefügt worden.

Als im Jahre 1911 mit der Einrichtung elektrischen Betriebes auf den schlesischen Gebirgsbahnen begonnen wurde, beschränkte man die neue Betriebsart auf die Teilstrecke Lauban — Königszelt, die die schwierigsten Streckenverhältnisse aufwies, und ihre südlichen Anschlußlinien Niedersalzbrunn—Halbstadt, Ruhbank—Liebau und Hirschberg—Schreiberhau—Polaun. Die Inbetriebnahme dieser Strecken ging infolge des Krieges und der schwierigen Verhältnisse der Nachkriegszeit nur langsam vonstatten. 1914 wurde die Strecke Niedersalzbrunn—Halbstadt dem elektrischen Betrieb übergeben, im Winter 1916/17 die Strecke Königszelt—Dittersbach—Gottesberg. Erst 1920 konnte auf der Strecke Gottesberg—Hirschberg der elektrische Betrieb eröffnet werden. Dann kamen 1921 die Strecken Ruhbank—Liebau, 1922 Hirschberg—Lauban und im Frühjahr 1923 Hirschberg—Polaun hinzu. Bald nach der Aufnahme des elektrischen Betriebes tauchte der Wunsch auf, auch die Strecken Breslau—Königszelt und Lauban—Görlitz in den elektrischen Betrieb einzubeziehen, weil sowohl Königszelt wie Lauban früher keine Lokomotiv-Wechselbahnhöfe gewesen waren und daher betriebliche Schwierigkeiten entstanden. Lauban—Görlitz konnte noch im Herbst 1923 in den elektrischen Betrieb einbezogen werden. Jetzt endlich konnte auch das Reststück Breslau—Königszelt dem elektrischen Betriebe übergeben werden. Die elektrischen Reichsbahnen in Schlesien umfassen damit jetzt die 208 km lange Strecke Breslau—Hirschberg—Görlitz—Schlauroth, die 35 km lange Strecke Niedersalzbrunn—Halbstadt, die 16 km lange Strecke Ruhbank—Liebau und die 52 km lange Strecke Hirschberg—Polaun, zusammen 311 km. Im Frühjahr d. J. werden noch drei weitere Strecken hinzukommen: die 22 km lange Strecke Lauban—Kohlfurt, die 11 km lange Strecke Lauban—Marklissa und die 7 km lange Strecke Groß-Mochbern—Mochbern—Breslau Freiburger Bahnhof, so daß dann ein betrieblich zusammenhängendes Netz (351 km) einheitlich elektrisch betrieben werden wird. Die Strecke Breslau—Königszelt wird aus dem von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft erworbenen Kraftwerk Mittelsteine mit Strom versorgt. Es ist der Bau eines neuen Unterwerks bei Breslau geplant, das über eine 80 kV-Fernleitung mit dem Unterwerk Niedersalzbrunn verbunden wird. Diese Fernleitung ist bisher nur bis zur Hälfte ausgebaut und wird mit 15 kV als Speiseleitung für die Fahrleitung betrieben. Das Unterwerk Niedersalzbrunn speist also mit Hilfe dieser Speiseleitung die Fahrleitung bis zu dem 68 km entfernten Breslau. *sb*

Fahrscheindrucker für Straßenbahnen. — Für die Verausgabung der Fahrscheine auf der Straßenbahn und dem Omnibus werden den Schaffnern fertig vorgedruckte, also Geldwert besitzende Fahrscheinhefte ausgehändigt. Dieses System, das ständig vorrätig zu haltende Fahrscheinbestände bedingt, hat mancherlei Nachteile. Dies gilt auch für die bisher bei den Berliner Verkehrsunternehmungen übliche Fahrscheinentwertung, die einen erheblichen Zeitaufwand erfordert. Um die Innehaltung der Tarifbestimmungen seitens der Fahrgäste möglichst sicherzustellen, muß der Fahrschein viermal gelocht werden, nämlich: Ausgabemonat, Tag, Zeit (Stunde) und Linie (zusammen mit Fahrtrichtung und Streckenabschnitt).

Alle diese Schwierigkeiten können vermieden werden, wenn man dazu übergeht, die Fahrscheine erst im Augenblick ihrer Verausgabung durch den Schaffner selbst drucken zu lassen. An einen derartigen Druckapparat müssen aber besondere Anforderungen gestellt werden, da der Schaffner die Druckvorrichtung während seiner Dienstzeit ständig bei sich führen muß. Erste Voraussetzung sind ein möglichst geringes Gewicht und leichte Bedienbarkeit. Der Druckvorgang selbst muß das Lochen des Fahrscheines überflüssig machen und trotzdem schneller vor sich gehen als dieses. Die verschiedenen wechselnden Angaben müssen ohne Zeitverlust vom Schaffner während der Fahrt leicht und sicher eingestellt werden können.

Der hier beschriebene Fahrscheindrucker der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft wurde zusammen mit zwei anderen Konstruktionen im Herbst 1927 von der Berliner Straßenbahn in Probebetrieb genommen und hat sich gut bewährt. Er wird an einem Riemen über dem Nacken auf der Brust getragen (Abb. 1). Sein Gewicht beträgt mit der Papierrolle, die für 450 Fahrscheine ausreicht, 1,75 kg. Die Kurbel, die zum Drucken eines Fahrscheines einmal im Uhrzeigersinn herumgedreht werden muß, befindet sich an der rechten Seite des Druckers. Sie wird nach einmaliger Umdrehung in der Grundstellung arretiert. Der fertige Fahrschein wird an einem gezähnten Messer entlang abgerissen.



Abb. 1. Schaffner mit AEG-Fahrscheindrucker.

Der Fahrschein des AEG-Druckers besitzt Querformat. Unter den Tarifbestimmungen befindet sich die sogenannte Kontrolleiste (Buchstaben a—m), die bei Antritt der zweiten Fahrt entwertet wird. Die untere Reihe enthält die restlichen, veränderlichen Angaben, und zwar von links nach rechts in folgender Reihe (vgl. Abb. 2 und 3):

1. Liniennummer (177).
2. Fahrtrichtung (S, N).
3. Kalendertag (258 = 15. Sept., 259 = 16. Sept.).
4. Streckenabschnitt (c, b).
5. Zeitangabe (15⁰, 12½).
6. Fahrschein für Erwachsene (Erw.) oder Schüler (ein liegendes S).
7. laufende Fahrscheinnummer.

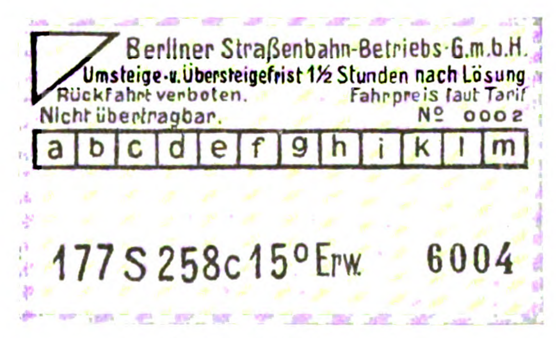


Abb. 2. Fahrschein für Erwachsene.

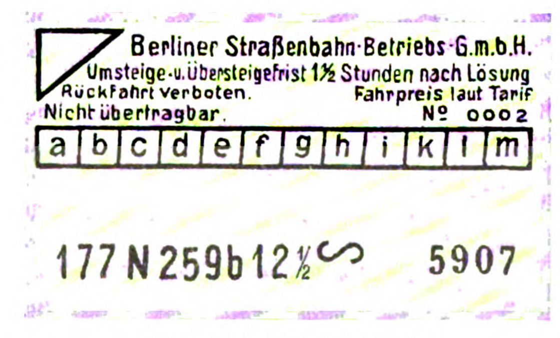


Abb. 3. Fahrschein für Schüler.



Die für diesen veränderlichen Aufdruck erforderlichen Typenräder sind in der Druckwalze, die in Abb. 4 dargestellt ist, deutlich zu erkennen. Die Einstellung dieser Typenräder, die für die Angaben 1 bis 6 erforderlich ist, erfolgt auf verschiedene Art:

Die Liniennummer und der Kalendertag (Angabe 1 und 3), die nur selten bzw. einmal am Tag geändert zu werden brauchen, stellt der Schaffner vor Dienstantritt mit dem Griffel direkt an den Typenrädern ein. Die Angaben 2, 4 und 5 (Fahrtrichtung, Streckenabschnitt und Zeitangabe) müssen während der Fahrt von dem Schaffner schnell und sicher eingestellt werden können. Dies geschieht durch außen am Apparat angebrachte Stellräder bzw. Stellmuttern, die den entsprechenden Aufdruck tragen und durch eine kleine Drehung sofort in die richtige Lage zu bringen sind. Der nächste Fahrschein trägt bereits die eben eingestellte Angabe.

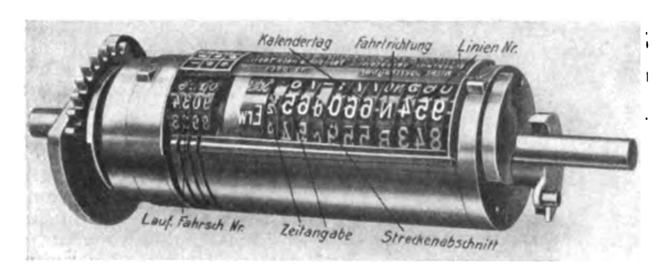


Abb. 4. Druckwalze des AEG-Fahrscheindruckers.

Besonders günstig ist die für den Druck des Schülerfahrscheins (Angabe 6) getroffene Anordnung einer Schülertaste. In diesem Fall braucht die Schülertaste vor dem Kurbeln nur niedergedrückt und wieder losgelassen zu werden. Ist der Schülerfahrschein gedruckt, so kehrt die Taste selbsttätig in die Grundstellung zurück und beim nächsten Umlegen der Kurbel entsteht wieder ein Fahrschein für Erwachsene, falls die Taste nicht erneut niedergedrückt worden ist. Auf diese Weise wird die irrtümliche Verausgabung von (billigeren) Schülerfahrscheinen mit Sicherheit vermieden.

Für die Abrechnung besitzt der Fahrscheindrucker 3 getrennte Zählwerke, und zwar je eins für die Schüler- und Erwachsenen-Fahrscheine und einen Gesamtzähler, dessen Ziffernstand mit demjenigen des druckenden Nummerwerkes übereinstimmt. Sämtliche Zählwerke sind so eingebaut, daß unbefugte Eingriffe ausgeschlossen sind. Mit Hilfe der Zählwerke vollzieht sich die Abrechnung in einfachster Weise, denn es braucht nur der Zählerstand bei Dienstantritt und Dienstschluß abgelesen und eingetragen zu werden. Der Gesamtzähler bietet eine Gegenkontrolle für den Schaffner, denn die Zahl der im ganzen ausgegebenen Fahrscheine muß der Summe der ausgegebenen Fahrscheine für Schüler und Erwachsene entsprechen. Außerdem dient der Gesamtzähler zur Kontrolle des druckenden Nummerwerkes, das bei jeder Kurbeldrehung selbsttätig um eine Einheit fortgeschaltet wird.

Im übrigen bietet die Handhabung und Instandhaltung des Apparates keine besonderen Schwierigkeiten. Das Einlegen einer neuen Papierrolle geht in einigen Augenblicken vor sich, da der Papierstreifen nicht eingefädelt zu werden braucht, sondern nur über eine Gegendruckwalze gelegt wird. Die Farbwalze, die im allgemeinen für mehrere Tage ausreicht, kann durch eine im Apparat angebrachte Öffnung leicht herausgezogen und nachgefärbt werden. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Über neue eisenlose elektrodynamische Präzisions-Leistungsmesser hoher Empfindlichkeit. — W. Geyger beschreibt die von ihm bei Hartmann & Braun ausgebildeten neuen eisenlosen elektrodynamischen Präzisions-Leistungsmesser (Type EAw), welche ein hochempfindliches astatisch aufgebautes Meßwerk (Bandaufhängung des beweglichen Systems) besitzen und bei mechanisch günstigem Aufbau (Konstruktion des Meßwerkgestelles aus Widerstandsmetall) einen verschwindend kleinen Eigenphasenfehler haben. Die Instrumente sind für Wechselstrom-Leistungsmessungen bei großer Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung (z. B. Verlustmessungen an Transformatoren und Kabeln) besonders geeignet. Das aus Widerstandsmetall gegossene Meßwerkgestell zeichnet sich durch große mechanische Festigkeit und Wärmebeständigkeit aus; seine einzelnen Bestandteile sind so geformt, daß das Auftreten von Wirbelströmen in praktisch ausreichendem Maße verhindert wird und durch isolierende Zwischenstücke voneinander elektrisch getrennt, um Wirbelstrombahnen zu vermeiden. Die feststehende Hauptstromspule besteht aus zwei gleichartigen, nebeneinander angeordneten Teilen, die zwecks Erzielung zweier im Verhältnis 1 : 2 stehender Strommeßbereiche mittels eines Laschenschalters in Reihe oder parallel geschaltet werden können. Durch eine besondere Wicklungsart der Hauptstromspule (Wicklung aus verdrillten, seideumsponnenen dünnen Kupferdrähten) wird eine weitgehende Unterteilung ihrer einzelnen Stromleiter erzielt und hierdurch das Auftreten von Wirbelströmen und Skineffekt in denselben verhindert. Die Hauptstromspule, welche für Nennstromstärken 0,05 ÷ 2 A hergestellt wird, darf dauernd mit dem 10fachen Wert des Nennstromes belastet werden. Die beiden Drehspulen sind gleichartig beschaffen und derart in Reihe geschaltet, daß die vom Hauptstrome ausgeübten Drehmomente sich addieren, während die von einem äußeren homogenen Fremdfelde hervorgerufenen Drehmomente sich aufheben. Durch geeignete Dimensionierung der rechteckig geformten Meßwerkspulen ist ein praktisch linearer Skalenverlauf erreicht.

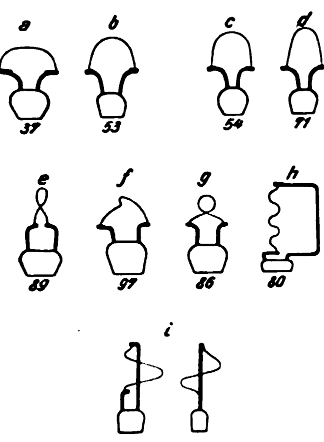
Um beim praktischen Gebrauch die Instrumente und Vorwiderstände beliebig vertauschen zu können, sind die einzelnen Spannungspfadwiderstände und der Drehspulstrom auf runde Werte gebracht, und zwar beträgt für die Nennspannung 150 V der Gesamtwiderstand des Spannungspfads 10 000 Ω, der Drehspulstrom 0,015 A. Der Spannungspfad darf aber mit 0,03 A, entsprechend dem 2fachen Wert der Nennspannung, dauernd belastet werden. Der im Instrument eingebaute Spannungspfad ist normalerweise für die Nennspannungen 30, 75 und 150 V eingerichtet, ist jedoch auch für andere Nennspannungen bis herab zu 15 V ausführbar. Durch Vorschaltung getrennter, phasenfehlerfreier Vorwiderstände können höhere Spannungsmeßbereiche (bis etwa 6000 V) geschaffen werden.

Bei der — dauernd zulässigen — Belastung des Instrumentes mit dem 10fachen Nennstrom und der 2fachen Nennspannung wird bei $\cos \varphi = 0{,}05$ der Endausschlag erreicht. Die durch die Induktivität der Drehspulen hervorgerufene Phasenabweichung des Spannungspfads ist durch einen Hilfskondensator kompensiert, der einen Teil des Vorwiderstandes überbrückt. Durch diesen Kondensator wird auch der Wechselinduktionsfehler auf ein Minimum herabgedrückt. Die Instrumente sind daher auch für Messungen bei höheren Frequenzen (bis etwa 1000 Hz) brauchbar. Der Gesamtphasenfehler des Instrumentes beträgt bei 50 Hz höchstens 0,1 Winkelminute, der Temperatureinfluß im ungünstigsten Falle (für den 30 V-Meßbereich) für 10° Temperaturänderung ¼ %. Das Instrument entspricht den Bestimmungen der vom VDE aufgestellten „Regeln für Meßgeräte", und zwar bezüglich der Fehlergrößen den Bedingungen für „Feinmeßgeräte 1. Klasse" (Klassenzeichen „E"). Bei der Ausbildung der beschriebenen Instrumente war es notwendig, den Wirbelstromphasenfehler unter verschiedenen Versuchsbedingungen direkt zu messen. Die hierzu benutzte Kompensationsschaltung, die Daten der Meßanordnung und ihre Empfindlichkeit werden behandelt. Es ergab sich, daß der Wirbelstromphasenfehler nach diesem Verfahren bei 50 Hz auf 0,1 Winkelminute genau gemessen werden kann. (W. Geyger, Arch. El. Bd. 19, H. 2, S. 132.)

Eine große Schleudergrube der General Electric Co. — Die General Electric Co. hat, um die Rotoren von Wasserkraftgeneratoren, die manchmal eine Größe bis zu 12,2 m Dmr. und ein Gewicht von 450 t haben, bei Durchgangsgeschwindigkeit (zweifach normal) prüfen zu können, in ihrer Fabrik in Schenectady eine Schleudergrube erbaut. Die Grube selbst ist eine kreisförmige Kammer mit einer Tiefe von etwas über 10 m, umgeben von zwei konzentrischen Mauern von schwerem Eisenbeton, zwischen denen sich ein Polster von weichem Sand befindet. Die Grube wird bedeckt von einer Eisenbetonplatte, die 2,5 m stark ist und um die Krempe zwei ringförmige Tragbalken von je 75 cm Tiefe aufweist. Die ganze Grube befindet sich in einem weiten Gebäude aus Eisenkonstruktion und Mauerwerk, das auf freiem Felde, mehrere 100 m vom nächsten Fabrikgebäude entfernt, steht. (Power Bd. 66, S. 499.) *Ha.*

Beleuchtung.

Englische Vorschläge zur Verbesserung der elektrischen Grubenlampen. — Der englische Ausschuß zur Erforschung industrieller Ermüdung hat, wie C. Kindermann und H. Burghard im „Glückauf" berichten, eine Reihe von Untersuchungen an elektrischen Grubenlampen angestellt. Je nachdem der Glühdraht der Lampe parallel oder senkrecht zur Bildebene verläuft, ergeben sich erhebliche Verschiedenheiten in der Lichtverteilung. In manchen Ländern wird verlangt, daß die Lichtstärke des Glühdrahtes im Mittel über den ganzen Lichtkreis während der Dauer von 9 Brennstunden nicht unter 1 NK sinkt. Der Umstand, daß die Leuchtkraft während der Schicht mehr oder weniger stark abfällt, dürfe aber keinesfalls die Einführung lichtstarker Birnen verhindern. Auch die Form des Glühdrahtes sei von Einfluß auf die Lichtverteilung. — Unter Tage kann man die Lampe natürlich nicht für jeden Handgriff so drehen und aufhängen, daß die Breitseite des Glühdrahtes auf das Blickziel weist. Praktisch wechselt die Beleuchtung, je nach der Stellung des Glühdrahtes, etwa im Verhältnis 2 : 1. Dies Verhältnis läßt sich aber wirksam verkleinern durch überhöhte und scharf gebogene Drähte, für die in Abb. 5 einige



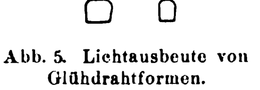


Abb. 5. Lichtausbeute von Glühdrahtformen.

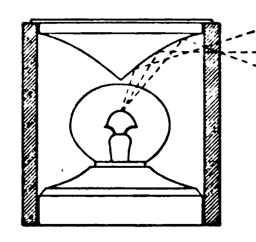


Abb. 6. Lampe mit Reflektor.

Formen mit Angabe der Lichtausbeute bei Senkrechtstellung wiedergegeben sind, wobei in Parallelstellung eine Lichtausbeute von 100 angenommen wurde. Die früher übliche Form *h* wird nicht empfohlen, weil Drahthalter und Gestellstäbe scharfe und breite Schatten werfen. Dagegen scheine die Spiralenform *i* die gleichmäßigste Lichtverteilung zu ergeben. Da für den arbeitenden Mann fast nur das wagerecht ausgestrahlte Licht ausgenutzt wird, kommt es darauf an, die vom Glühdraht oben und unten ausgesandte Lichtmenge (zusammen etwa ebensoviel wie die horizontale Strahlung) mittels geeigneter Reflektoren in eine horizontale Strahlung zu verwandeln. Man setzte in die Lampe konische Metallflächen ein, die nach zwei sich durchdringenden Parabeln geschliffen waren (Abb. 6). Anstatt der Überglocke erhält die Lampe dann einen Zylinder. Zur Erhellung eines genügend breiten Bandes des Kohlenstoßes verläuft die Spitze des Reflektors nach einer Hyperbel und am Rand nach einer Ellipse, so daß die völlige Parallelrichtung der Lichtstrahlen durch eine geringe Divergenz ersetzt wird. Ein Metallkragen, dessen Rand zur Verkleinerung des Bogenschattens der Lampe abgeschrägt ist, dient als Unterreflektor. Durch die Reflektoren wird die mittlere horizontale Lichtstärke der Lampe um 40 ÷ 50 % gesteigert. Die Unterkante des oberen Reflektors soll nicht mehr als 1 mm von der Birne abstehen.

Da bei der gewöhnlichen Reflexion durch Absorption und Zerstreuung mehr Licht verloren geht als bei der vollständigen Reflexion, lag es nahe, die Reflexion in das Innere des Überglases zu verlegen. An der konischen Vertiefung der Überglocke (Abb. 7) werden rd. 90 % des auffallenden Lichtes zurückgestrahlt. Bei der Form *a* ist die Lichtstärke im oberen Drittel des Lichtstreifens um 60, im mittleren um 20 und im unteren nur um 10 % gesteigert. Abschrägung des oberen Randes nach Form *b* führt das Licht nach dem mittleren Drittel zusammen, wo die Erhöhung dann 45 % gegenüber der gewöhnlichen Überglocke beträgt. Die flachere Form *c* sendet mehr Licht dicht unter die Mitte des erhellten Streifens, zeigt aber geringere Totalreflexion. Diese Steigerungen der nutzbaren Leuchtkraft seien nicht zu unterschätzen. Die dazu erforderliche konische Überglocke nebst Unterreflektor aus Blech oder Porzellan lassen sich auch nachträglich leicht anbringen. Die erstgenannte mit runden Innenwinkeln und einer Glasstärke von 6 mm unten, 18 mm oben sei haltbarer als die jetzt verwandten Glocken.

Wird das Auge im Zustande der Dunkelanpassung von der Strahlung des weißglühenden Lampendrahtes für 1 ÷ 2 s getroffen, so bleibt ein Nachbild zurück, dessen Dauer von Farmer an zahlreichen Bergleuten untersucht worden ist. Man sieht rd. 30 s lang ein wirkliches und dann ein oder mehrere negative Nachbilder, wobei es gleichgültig ist, ob das Auge von vorn oder von der Seite getroffen wird. Um festzustellen, wie weit durch Nachbilder die Sehschärfe beeinflußt wird, wurden ebenfalls Versuche angestellt, auf Grund deren der englische Nystagmus-Ausschuß empfohlen hat, die Überglocken wenigstens oben zu mattieren, damit die besonders unangenehme Blendung bei der Anfahrt vermieden wird, wo noch keine Dunkelanpassung des Auges vorhanden ist. Auch bei stärkster Mattierung der Lampe scheint der Glühdraht noch durch die Lampe hindurch, so daß die Helligkeit der Glocke in der Mitte größer ist als am Rande.

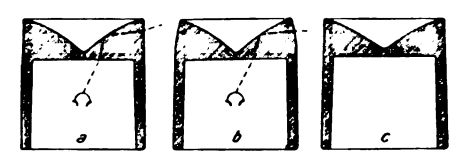


Abb. 7. Überglocken mit totaler Reflexion.

Eine Erkrankung, die fast nur bei den Bergleuten vorkommt, ist das sogenannte Augenzittern, bei dem es sich um eine funktionelle Störung des Nervensystems zu handeln scheint, die durch das unzureichende Licht der Lampe entsteht und bei der Umstände, wie Nervenschwäche, erbliche Belastung, Nachtblindheit, ungenügender Aufenthalt in Sonne und Tageslicht, Trunksucht usw. nur nebenbei mitwirken. Zur Vermeidung sei die Einführung lichtstarker Lampen nötig, durch die bereits vorhandene Krankheiten zur Heilung gelangen können. Hartnäckige Fälle von Augenzittern könnten allerdings auch durch bestes elektrisches Licht nicht geheilt werden. Auf jeden Fall sei das Augenzittern in Amerika, dank des zehnmal helleren Gesichtsfeldes, eine unbekannte Erscheinung geblieben. (C. Kindermann u. K. Burghard, Glückauf, Bd. 63, S. 1389.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Raumstrahlung von Horizontalantennen[1]. — Eines der interessantesten Probleme der Kurzwellentechnik ist die Verwendung horizontaler Antennen und horizontaler Polarisationen am Sender. Besonders auffallend ist hier die Erscheinung, daß, wenn ein horizontal polarisierter Strahl ausgesendet wird, man diesen Strahl dann nicht als horizontal polarisierten, sondern als vertikal polarisierten empfangen muß, daß man, obwohl mit horizontalen Antennen gesendet wird, mit vertikalen Antennen empfangen muß. Es tritt hier also in ganz großem Stil eine Drehung der Polarisationsebene auf, ähnlich wie wir sie aus der Optik kennen. Wird abwechselnd mit einem horizontalen und einem vertikalen Dipol gesendet, so sind in geringen Entfernungen zwischen beiden Antennen Unterschiede vorhanden. Mit zunehmender Entfernung werden die beiden Strahlungen gleichwertig. Für die Ausstrahlung mit horizontalen Kurzwellenantennen gilt in der gleichen Weise, wie für die Ausstrahlung mit vertikalen Antennen: Es muß eine möglichst konzentrierte Strahlung vom Sender ausgehen. Man muß „Strahlwerfer" verwenden. Die Konzentration der Strahlung im Horizontalkreis in einer bestimmten Richtung wird erreicht durch Kombination von mehreren gleichphasig schwingenden, horizontalen Antennen in einer Linie. Je größer die Zahl dieser Antennen ist, desto größer ist die Konzentration. Durch das Nebeneinanderarbeiten der Antennen wird gewissermaßen die Strahlung in einer Scheibe konzentriert. Die Zusammenfassung der Strahlung dieser Scheibe zu einem Strahl, der dann in beliebiger Richtung nach oben gerichtet werden kann, erfolgt durch ein um die horizontalen Antennen gebautes parabolisches Reflektorsystem. Ursprünglich wurde dieser Reflektor aus Kupferblech gemacht. Später wurde das Blech ersetzt durch Reflektordrähte; ihre Länge entspricht etwa einer halben Welle der ausgesendeten Strahlung.

[1] Vgl. a. Fachberichtheft der XXXII. Jahresvers. des VDE, Kiel 1927 S. 94.



Ein solcher Strahlwerfer mit horizontaler Polarisation wurde mit einem vertikalen in der Fernwirkung verglichen. Die Sendewelle war 15 m. Beide Strahlwerfer hatten 8 Antennen. Es zeigte sich hier, daß beim Empfang in Buenos Aires der horizontale Strahlwerfer dem vertikalen überlegen war. Es wurde nun versucht, den günstigsten Winkel für die Ausstrahlung zu bestimmen. Damit die Versuchsanordnung nicht zu groß und teuer wird, wurde der Strahlwerfer für eine möglichst kleine Welle, 11 m, gebaut, eine Welle, die nach den Theorien auf große Entfernungen nicht wirksam sein sollte, da bei so hohen Frequenzen die Strahlung von der Erde weggebogen wird. Im Gegensatz zur Theorie ergaben die Versuche, daß diese Welle von 11 m nicht nur ausgezeichnet auf große Entfernungen arbeitete, sondern sogar in den Wintermonaten meistens die beste für den Tagverkehr nach Südamerika war. In den Sommermonaten war die Welle wesentlich schlechter als z. B. die Welle 15 m. Im Frühjahr bis zum Juli war sie meistens ebenfalls besser, aber etwa alle 4 ÷ 5 Tage fiel sie vollkommen aus, während die 15 m-Welle noch gut arbeitete. Der Strahlwerfer für 11 m wurde drehbar gebaut. Es konnte innerhalb von 4 min der Winkel der ausgesendeten Strahlung gegen die Erdoberfläche von 30° auf 90° geändert werden. Der beste Empfang in Südamerika bei dieser 11 m-Welle wurde erzielt, wenn die Ausstrahlung unter einem Winkel von etwa 35° erfolgte. (A. Meißner, Europ. Fernspr., Sonderheft Dezember 1927.)

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Graphische Darstellung und Integration von ins Unendliche laufenden Kurven. — Zur Zusammendrängung eines Kurvenbildes benutzt man häufig einen logarithmischen Maßstab. Dieser hat aber den Nachteil, daß die Nachbarschaft des Nullpunktes ins Unendliche rückt. Auch ist es häufig erwünscht, den Verlauf einer Kurve bis ins Unendliche herzustellen. G. Kull gibt eine Reihe von Skalen, für welche sowohl die Skalenstelle „Null" wie die Skalenstelle „Unendlich" auf dem Zeichenblatte gut zugänglich sind. Abb. 8 zeigt mehrere solcher Skalen.

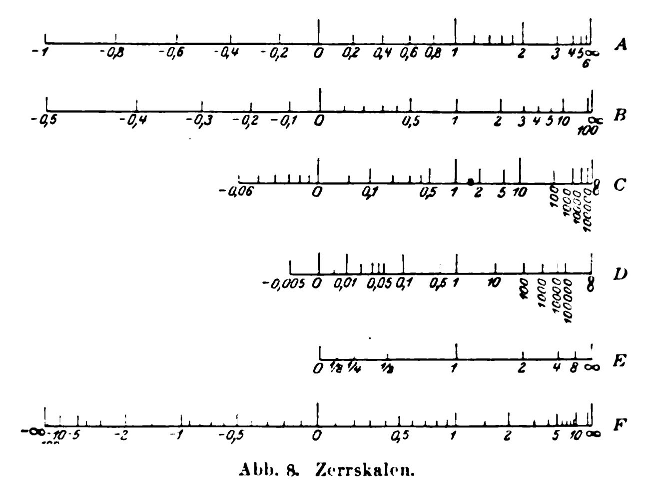


Abb. 8. Zerrskalen.

Die Skala A ist durch die Transformation $\xi = \ln 2 \int_0^x 2^{-x}\, dx$ erhalten; für sie gilt

$$f(0) = 0,\ f(\infty) = 1,\ f(1) = \frac{1}{2},\ f(2) = \frac{3}{4},\ f(3) = \frac{7}{8}.$$

Die Intervallverjüngung ist bei A sehr stark; weniger stark ist sie bei den Skalen B, C und D, welche durch die Funktionen geliefert werden

$$\xi = \int_0^x (x+1)^{-2}\, dx,\ \xi = 2{,}89 \int_0^x (10\,x+1)^{-1{,}289}\, dx,$$

$$\xi = 15{,}02 \int_0^x (100\,x+1)^{-1{,}1502}\, dx.$$

Die einfachste Zerrskala E wird dadurch erhalten, daß man die Stelle „1" in die Mitte zwischen „0" und „∞" setzt, die Stellen „1/2" und „2" in die Mitte zwischen „0" und „1" bzw. zwischen „2" und „∞" usw. Die Skala F erlaubt, auch die Stelle „∞" zugänglich zu machen; sie wird durch die Funktion $\xi = \frac{2}{\pi} \operatorname{arc\,tg} x$ erhalten. Die Darstellung von Funktionen mittels dieser Skalen ist z. B. erwünscht, wenn eine ins Unendliche laufende Fläche durch graphische Integration erhalten werden soll. Damit die verzerrte Kurve den richtigen Flächeninhalt ergibt, ist es erforderlich, auch die Ordinaten so zu verzerren, daß jedes Flächenelement $y\,dx$ die gleiche Größe behält: $y\,dx = \eta\, d\xi$. Die Ordinaten sind also mit einem Überhöhungsfaktor $\frac{d\xi}{dx}$ zu multiplizieren. Bei häufigem Gebrauch ist es zweckmäßig, die Ordinatenlinien entsprechend überhöht zu skalieren. (G. Kull, Phys. Z. Bd. 27, S. 316.) *Br.*

Lichtbogenbildung an Maschinen und Apparaten des Gleichstrom-Bahnbetriebes. — Ein derartig überschriebener Vortrag von Gratzmuller vor der Soc. Franç. des El. führte zu einem interessanten Meinungsaustausch über Kontaktwiderstand und Kommutierung, worüber kurz berichtet werden soll. Nach Gratzmuller spielt bei jedem Kontakt eine zwischen den Flächen verbleibende Gashaut eine bedeutende Rolle. In ihr soll sich durch winzige Lichtbogen ein Teil des Stromüberganges vollziehen, neben dem direkten Übergang an wenigen, sich innig berührenden Punkten der Kontaktflächen. Das gilt auch für den Kontakt zwischen Bürste und Kommutator, wo außer dem abzunehmenden Nutzstrom noch parasitäre Ströme zwischen den gleichzeitig von der Kohle bedeckten Lamellen zur Funkenbildung Anlaß geben können. Der Verfasser beschäftigt sich dann mit den Kommutierungsspannungen und gibt weiter eine Erklärung des Überschlages zwischen benachbarten Bürstenbrücken: Der unter der Bürste durch parasitären Strom zwischen zwei Lamellen gezündete Bogen bleibt nach dem Ablaufen bestehen und wird verstärkt durch die dann größer werdende Lamellenspannung. Dasselbe kann bei der nächsten Lamellenfuge geschehen usw., bis der Raum zwischen zwei Bürstenbrücken von einer Reihe kleiner Lichtbogen erfüllt ist, deren Vereinigung den Überschlag von einer Brücke zur anderen liefert[1]. Nach einer Auseinandersetzung über die Verwendung von Wendepolen wird die Möglichkeit des Bürstenüberschlags bei Einankerumformern zahlenmäßig untersucht mit dem Schluß, daß eine Ausschaltzeit von 1/100 s zur Unterdrückung der Lichtbogenbildung genügen müsse.

Die Aussprache eröffnet A. Roth, der über Versuche an Schnellschaltern berichtet. U. a. wurde festgestellt, daß die Bogenlänge mit der 0,6ten Potenz des Stromes wächst. — M. Leblanc unterzieht die Gratzmullersche Theorie des Kontaktwiderstandes einer Kritik, bei der er sich auf die experimentellen Arbeiten über den Niedervoltbogen[2] stützt. Die Bogenspannungen bei sehr kleinen Kontaktabständen zeigen Werte, die über den gemessenen Kontaktspannungen liegen, so daß also die Bogenbildung in einer etwa verbliebenen Gashaut zum mindesten unwahrscheinlich ist. — Charpentier hält eine Gashaut zwischen Kohle und Kommutator für möglich, nicht aber bei Schaltern, die doch mit Kontaktdrucken von 2 bis 100 kg/cm² arbeiten. Bei 50 kg/cm² ist der Kontaktwiderstand sogar geringer als bei einer Zinnlötung. Er unterscheidet zwei Arten von Kontaktbildung, den „statischen Kontakt", dadurch definiert, daß eine statische Ladung sich sofort über beide Kontaktstücke verteilt, und den „dynamischen Kontakt", der z. B. vorliegt, wenn ein stromführender Leiter durchschnitten wird, worauf durch örtliche Erhitzung und Ionisierung jedoch der Stromfluß bestehen bleibt. Die Vermeidung zu starken Bürstenfeuers durch Schnellschalter hält er für aussichtslos, da Versuche an Einankerumformern mit besonders konstruierten Schnellschaltern ($2 \cdot 10^{-5}$ s zwischen Kurzschluß und Abschaltung) keine befriedigenden Erfolge ergaben. Die Abhilfe müsse darum in der Maschine selbst gesucht werden, und er gibt eine Konstruktion an, die mittels eines kleinen Hilfsrotors die einwandfreie Kommutierung auch während eines Kurzschlusses sicherstellt. — Courtois schließlich meint, daß eine befriedigende Erklärung des Kontaktwiderstandes doch noch nicht vorliege, und weist auf die noch ungeklärte Tatsache hin, daß bei sehr hohen Kontaktdrucken, die aber noch unterhalb der Fließgrenze des Materials liegen, der Widerstand wieder höher werde. (Gratzmuller, Bull. Soc. Franç. des El. Bd. 6, S. 950 u. Bd. 7, S. 257.) *Wi.*

---

[1] Vgl. hierzu die von G. Jacoby in der ETZ 1927, S. 1439 gegebene ausführlichere Theorie.

[2] Diese Arbeiten sind zusammenfassend referiert von G. Mierdel in Phys. Z. Bd. 28, S. 344.

Werkstatt und Baustoffe.

Izett-Flußeisen. — Wird gewöhnliches Flußeisen kalt verformt, z. B. beim Biegen von Kesselblechen, beim Einwalzen der Rohre usw., so tritt schon bei geringer Verformung eine Verschlechterung der Eigenschaften des Flußeisens ein. Lagert kalt verformtes Flußeisen längere Zeit oder wird es kürzere Zeit auf 100 ÷ 300 ° erhitzt, so macht sich die Verschlechterung der Eigenschaften noch stärker bemerkbar. Man bezeichnet diese Eigenschaftsveränderungen im weichen Flußeisen als Alterung. Sie äußert sich besonders im Nachlassen der Zähigkeit, worüber die Kerbschlagprobe genauen Aufschluß gibt. Häufig hat man gefunden, daß die Kerbzähigkeit von weichem Flußeisen durch Alterung von 25 mkg/cm² auf 2 mkg/cm² sank.

Zahlreiche Untersuchungen von Kesselschäden ergaben nun, daß viele von ihnen, z. B. die gefürchteten Rißbildungen, die in Kesseln unter dem Einfluß der als schwache Laugen anzusehenden Speisewässer auftreten, in der durch Alterung hervorgerufenen Verschlechterung des Kesselbaustoffes ihre Ursache haben. Man machte aber weiter die sonderbare Feststellung, daß Flußeisen verschiedener Lieferungen durchaus nicht immer in gleichem Maße alterungsempfindlich ist. Erklären konnte man sich diese Eigenart des weichen Eisens jedoch zunächst nicht. In Fachkreisen war man sogar der Ansicht, daß das Sprödewerden durch Alterung eine nicht zu behebende Eigentümlichkeit des Flußeisens wäre.

Unter diesen Umständen bemühten sich die Kesselbauer, Sicherheit und Lebensdauer der Anlagen durch konstruktive Maßnahmen, z. B. durch Verwendung von nahtlos gekümpelten oder von geschweißten Kesseltrommeln, zu erhöhen. Jedoch stellte sich heraus, daß diese Maßnahmen allein nicht zum Ziele führen können, daß vielmehr eine Überwindung der in der Alterung liegenden Gefahrenquelle nur von der Seite des Baustoffes zu erreichen ist. In der Fried. Krupp A. G. wurden daher umfangreiche Untersuchungen vorgenommen, um alterungsbeständiges, aber unlegiertes Flußeisen[1] herzustellen. Die erfolgreiche Beendigung dieser Arbeiten vor einem Jahre fand lebhafte Beachtung, war doch damit ein seit Jahrzehnten von der Stahlindustrie der ganzen Welt angestrebtes Ziel erreicht. Zahlreiche, teils recht große Stücke hat man inzwischen aus dem neuen Baustoff, Izett-Flußeisen genannt, hergestellt und in Betrieb genommen. Wertvolle Erfahrungen wurden hierbei gemacht, und die von verschiedenen Stellen, insbesondere von Materialprüfungsämtern durchgeführten Untersuchungen haben die Kenntnisse über das neue Flußeisen wesentlich erweitert. Auf der im September in Düsseldorf abgehaltenen Tagung der Vereinigung der Großkesselbesitzer e. V. nahmen Mitteilungen und Besprechungen hierüber einen breiten Raum ein. Die hohen Erwartungen, die man an das Izett-Flußeisen gestellt hatte, sind bisher nicht nur erfüllt, sondern teilweise sogar noch übertroffen worden. Es ist heute bereits sicher, daß man durch Verwendung des neuen Baustoffes die Gefahrenquellen in Kesselbetrieben stark vermindern kann, daß er also für dieses Gebiet eine außerordentliche Bedeutung hat.

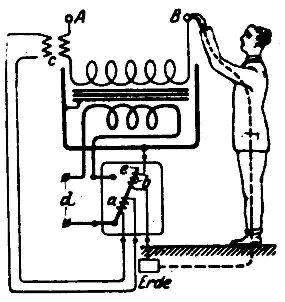
Das Izett-Flußeisen eignet sich auch sehr gut für Röhren, für Niet-, Profil- und Schraubeneisen (besonders für kaltgeschlagene Schrauben), für Tiefziehbleche usw. *fi*

Verschiedenes.

Abätzung dünnster Wollastondrähte. — Die Platinseele der Wollastondrähte wird im allgemeinen mit verdünnter Salpetersäure freigelegt, wobei sehr dünne Drähte häufig zerreißen. Dies wird nach R. Suhrmann und K. Clusius vermieden, wenn man den Wollastondraht mit einer Platinfolie zu einem kurzgeschlossenen Element mit Cyankalium als Elektrolyten vereinigt. Man befestigt die Platinfolie (z. B. 0,01 mm dick und 2 mm breit) auf einem Glasrahmen, schweißt den Wollastondraht am oberen Ende an und befestigt ihn an zwei weiteren Stellen auf einem Schellacktröpfchen. Die Enden werden wie üblich mit einer Schutzschicht überzogen und der Draht bis über die Schutzschicht in die Cyankalilösung (5 ÷ 10 %) eingetaucht, damit der Luftsauerstoff nicht einwirken kann. Das Abätzen geht dann ohne jede Gasentwickelung vollkommen gleichmäßig vor sich (Phys. Z. Bd. 26, S. 913). *Br.*

[1] Mit 3 und 5 % Nickel legiert, ist Flußeisen vielfach alterungsbeständig. Infolge des höheren Preises ist aber der legierte Baustoff auf bestimmte Gebiete beschränkt.

Elektromedizinische Apparate der „Sanitas"-El.-Ges. — Die Electricitäts-Gesellschaft „Sanitas" hatte anläßlich des Röntgen-Kongresses 1927 in Wiesbaden die gängigsten Typen ihrer elektro-medizinischen und Röntgenapparate ausgestellt. Es befanden sich darunter bemerkenswerte Neukonstruktionen. Der Umstand, daß in den letzten Jahren viele Unfälle an Röntgenapparaten vorgekommen sind, hat dazu geführt, eine Schutzvorrichtung zu schaffen, die nicht nach Art von Schmelzsicherungen, sondern nach Art der selbsttätigen Schalter wirkt, und neben dem Schutz gegen Lebensgefahr auch Schutz gegen gewisse Bedienungsfehler bietet. Bei gleichzeitiger Berührung beider Pole A und B auf der Sekundärseite des Haupttransformators (Abb. 9) oder wenn durch Kurzschluß oder Bedienungsfehler ein zu hoher Sekundärstrom auftritt, wird in einem kleinen Hilfstransformator c, in dessen Sekundärwicklung ein Relais a liegt, der Auslösestrom induziert, welcher die primärseitige Abschaltung des Haupttransformators durch den Schalter e bewirkt. Nach erfolgter Ausschaltung kann die Vorrichtung sofort wieder eingeschaltet werden, bleibt also stets betriebsfähig. Liegt aber die Röhre oder ein anderer hoher Widerstand, mit dem Berührenden hintereinander geschaltet, im Sekundärkreis des Haupttransformators, so kann immer noch der auftretende Strom von lebensgefährlicher Stärke sein, auch wenn die Auslösestromstärke für das Relais a nicht erreicht würde. Für diesen Fall ist ein anderes, ebenfalls auf den Schalter e wirkendes Relais b vorgesehen, das vom Kapazitätstrom betätigt wird, der sich vom Pol B über den Berührenden, Erde und Relais b zu dem unter Influenzwirkung des Poles A stehenden Transformatorbehälter schließt. Dieses in die Zuleitung zu den geerdeten Metallmassen des Haupttransformators geschaltete Relais b spricht auf die geringsten durchfließenden Ströme mit Sicherheit an, auch wenn durch einen Teppich, Gummisohlen oder eine starke Luftschicht (wenn der Berührende auf einem Untersuchungstisch liegt) der Übergangswiderstand des Berührenden vergrößert, bzw. seine Kapazität gegen Erde verringert ist. b tritt nicht nur in Tätigkeit bei einpoliger, sondern auch bei doppelpoliger Berührung des Haupttransformators, falls ein gleichzeitig im Sekundärkreis liegender hoher Widerstand das Ansprechen von a verhindert. Eins von beiden Relais muß also in jedem Falle ansprechen. Bedenkt man, daß doppelpolige Berührungen sich häufig aus kurz hintereinander folgenden einpoligen Berührungen zusammensetzen, so ergibt sich, daß bei einer kurzen Auslösezeit, die hier etwa $^3/_{50}$ s beträgt, die Hochspannung bereits verschwunden ist, wenn der zweite Pol berührt wird. Dann aber ist eine derartige doppelpolige Berührung nicht nur ungefährlich, sondern auch schmerzlos.



a, b Relais
c Hilfstransformator
d Netzanschlußklemmen
e selbsttätiger Schalter
A, B Sekundärklemmen des Haupttransformators

Abb. 9. Schaltbild des „Securo"-Apparates.

Bei Gleichrichter- und Gleichstrom-Röntgenapparaten kann, falls die Leitfähigkeit des Fußbodens sehr gering ist, die Verlegung einer geerdeten Stanniolbelegung unter dem Fußbodenbelag erforderlich werden, um den Übergang des schwachen Ladungsstromes vom Berührenden zur Erde bzw. Relais b zu ermöglichen.

Beachtlich ist ferner ein in neuerer Zeit aufgekommenes elektrisches Schneideverfahren, das mit Hilfe von Diathermie-Apparaten praktisch an rohem Fleisch vorgeführt wurde. Es wird mittels eines kleinen Hochfrequenz-Lichtbogens ausgeübt, der zwischen einer nadelförmigen Elektrode und dem zu zertrennenden Gewebe erzeugt wird. Durch mehrmaliges Hin- und Herbewegen der Nadel wurden glatte Schnitte, wie von einem Messer herrührend, erzielt. Das Verfahren wird in manchen Fällen dem Gebrauch des Operationsmessers vorgezogen, da es eine ganz wesentlich verringerte Blutung ergibt und gleichzeitig die Schnittfläche sterilisiert, also eine Keimverschleppung verhütet.

Der „Ventil-Coolinan" ist ein Halbwellen-Röntgenapparat, in dessen Hochspannungstromkreis zum Schutz gegen sogenannte Rückzündungen ein Glühventil eingeschaltet ist. Der Vorteil dieser Anordnung ist eine höhere Belastbarkeit ohne Gefährdung der Röhre. Im Gegensatz zum Halbwellenapparat gehört der

„Coolinan-Rotor" (Abb. 10) zu den Apparaten mit rotierendem Hochspannungs-Gleichrichter und nutzt mit Hilfe mechanischer Gleichrichtung die vollen Wechselstromperioden aus. Einem Halbwellenapparat gegenüber lassen sich hierdurch wesentlich

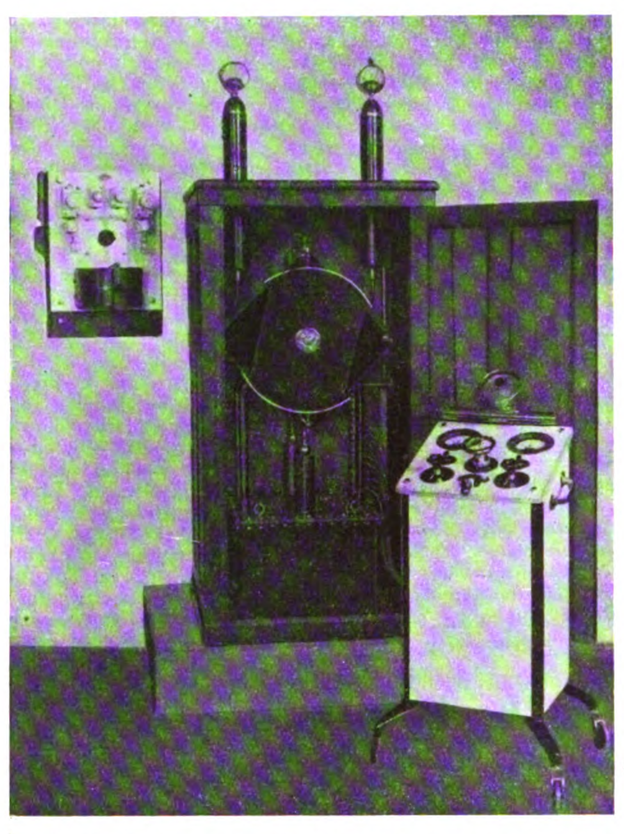


Abb. 10. Coolinan-Rotor, Röntgenapparat für allgemeinen Gebrauch.

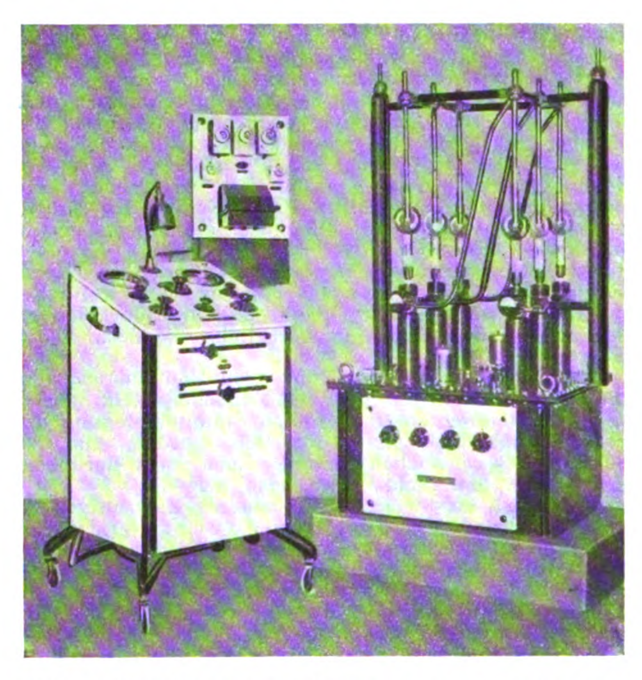


Abb. 11. „Trifas", Drehstrom-Röntgenapparat für besonders hohe Röhrenleistungen.

größere Röhrenstromstärken, also auch höhere Strahlenintensitäten erzielen. Für die scharfe Abbildung eigenbewegter Organe, wie Herz und Magen, die nur mit Hilfe von Momentaufnahmen erfolgen kann, ist das von hoher praktischer Bedeutung. Die maximalen Sekundärspannungen des „Ventil-Coolinan" und „Coolinan-Rotor", die beide den gleichen Transformator besitzen, betragen rd. 80 kV.

Besonders hohe Röhrenstromstärken, wie sie bisher in der Röntgentechnik nicht üblich waren, lassen sich mittels eines Drehstrom-Röntgenapparates erzeugen, wie er unter der Bezeichnung „Trifas" ausgestellt war. Der Apparat dient vorwiegend Spezialzwecken, insbesondere der Diagnostik der Lungen nach dem Verfahren von Dr. Chantraine und allgemein zu Diagnostik von Weichteilen, z. B. der Nieren und Gallenblase. Bei diesen Weichteilen ist nämlich eine hinreichende Strukturabbildung mit allen Einzelheiten wegen der nur geringen spezifischen Dichtigkeitsunterschiede der verschiedenen Gewebsarten mit der sonst üblichen härteren Strahlung nicht zu erreichen. Das Verfahren beruht auf der Benutzung sehr hoher Röhrenstromstärken, die eine ausreichende Exposition bereits bei geringeren Röhrenspannungen, also weicheren Strahlenqualitäten ermöglichen, die bekanntlich eine wesentlich kontrastreichere Zeichnung in der lichtempfindlichen Emulsion des Films ergeben. Der „Trifas" (Abb. 11) nutzt sämtliche Impulse der drei Phasen aus. Die Gleichrichtung erfolgt durch sechs Glühventile. Hieraus ergibt sich eine Gleichspannung von rd. 85 kV, die im Gegensatz zum Wechselstrom-Gleichrichter nicht „zerhackt" ist, sondern lediglich eine Welligkeit von rd. 13 % aufweist. Die Erzielung der hohen Röhrenstromstärken ist nur in Spezialröhren möglich, bei denen durch Vergrößerung des Brennfleckes die spezifische Belastung des Antikathodenmaterials in zulässigen Grenzen gehalten wird. Diese Röhren vertragen kurzzeitig Stromstärken bis rd. 1000 mA. Der Trifas gestattet jedoch die Entnahme von um rd. 50 % höheren Stromstärken für den Fall, daß die fortschreitende Röhrentechnik weitere Vervollkommnungen hinsichtlich der Röhrenbelastbarkeit bringt. Die Dimensionen der Schaltapparatur des „Trifas" sind im Hinblick auf die zu bewältigenden Leistungen kleiner gehalten, als es sonst in der allgemeinen Elektrotechnik üblich ist. Mit Rücksicht auf Raumersparnis war dies erwünscht und durfte auch unbedenklich geschehen, da merkliche Erwärmungen bei den nur Bruchteile von Sekunden betragenden hohen Belastungen nicht auftreten.

Eine weitere Neuheit ist ein röntgenstereoskopisches Aufnahmegerät, dessen Zweck darin liegt, durch räumliche Anschauung des Röntgenbildes die Tiefenbestimmung von Fremdkörpern oder pathologischen Veränderungen im Körperinnern zu erleichtern. Das Prinzip des Stereoskopapparates beruht darauf, daß von jedem Objekt zwei unmittelbar aufeinander folgende Aufnahmen von verschiedenen Strahlenzentren aus gemacht werden. Röhre und Kassette sind zu diesem Zweck zwangläufig verschiebbar.

Ein Weichstrahl-Röntgenapparat für Grenzstrahlen-Therapie ist physikalisch insofern interessant, als die Erzeugung der Röntgenstrahlen mit Röhrenspannungen von nur 5 bis 10 kV bei Stromstärken von rd. 10 mA erfolgt. Die Durchdringungsfähigkeit der damit erzeugten weichen langwelligen Strahlung ist so gering, daß ihr Austritt durch die Röhrenwand zur Verhinderung der in gewöhnlichem Glas auftretenden Absorption durch ein sogenanntes Lindemann-Fenster aus besonders durchlässigem Glasmaterial ermöglicht werden muß. Diese Strahlen werden lediglich in den obersten Hautschichten absorbiert und wirken deshalb dort ganz wesentlich stärker als die härteren, mit höheren Spannungen erzeugten, welche die Haut ohne wesentliche Absorption durchdringen. Ihr Anwendungsgebiet ist deshalb ausschließlich die Dermatologie. Der therapeutische Wert dieser weichen Röntgenstrahlen wurde von Bucky erkannt, der sie in die Heilkunde einführte und Grenzstrahlen nannte, weil sie im Grenzgebiet zwischen Röntgenstrahlen der sonst üblichen Härte und den ultravioletten Strahlen des Lichtspektrums liegen und bei geringen Röhrenspannungen bereits die kürzesten Wellenlängen des ultravioletten Lichtes überschneiden.

E. Fritsch.

Energiewirtschaft.

Die Kohlengewinnung Deutschlands im Jahr 1927[1]. — Aus den in der Übersicht zusammengestellten vorläufigen Angaben des Statistischen Reichsamtes[2] geht hervor, daß die Kohlengewinnung des Deutschen Reichs 1927, von Preßkohlen aus Steinkohlen abgesehen, die des Vorjahres wieder übertroffen hat, u. zw. bei Steinkohle um 8,319 Mill. t oder 6 % und bei

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 253.
[2] Dt. Reichsanz. 1928, Nr. 22.



Braunkohle um 11,655 Mill. t bzw. 8 %. Für den gegenwärtigen Gebietsumfang des Reichs (ohne Saar) zeigt ein Vergleich mit 1913, daß die Produktion von Steinkohle um 12,845 Mill. t oder 9 % und die von Braunkohle um 63,578 Mill. t, d. h. 73 % gewachsen ist. An der Gesamtförderung von Steinkohle war Preußen (ohne Saar) mit 149,435 (140,973 i. V.) und Sachsen mit 4,032 Mill. t (4,147 i. V.) beteiligt. Von der Braunkohlengewinnung entfielen in Mill. t 126,616 auf Preußen (115,338 i. V.), 10,751 auf Sachsen (10,054 i. V.), 5,993 auf Thüringen, 3,537 auf Braunschweig und 2,503 auf Bayern.

Jahr	Steinkohlen	Braunkohlen	Koks	Preßkohlen aus Steinkohlen	Preßkohlen aus Braunkohlen
	Millionen t				
Altes Reichsgebiet 1913	190,109	87,233	34,630	6,993	21,977
Gegenw. Reichsgebiet ohne Saar					
1913	140,753	87,228	31,668	6,490	21,977
1926	145,279	139,151	27,297	5,902	34,358
1927	153,598	150,806	32,261	4,971	36,463

Ergebnisse der 1. Jahresversammlung des englischen Institute of Fuel[1]. — Die erste Jahresversammlung des Institute of Fuel, das aus einer Vereinigung des Institution of Fuel Technology mit dem Institution of Fuel Economy Engineers hervorgegangen ist, fand am 23./24. XI. 1927 in London unter dem Vorsitz von Sir Alfred Mond statt. Der Hauptvortrag, den Sir Philip Dawson hielt, behandelte die Beziehungen zwischen der Landesstromversorgung und der besseren Verwertung der heimischen Brennstoffquellen. Der Vortrag geht von der schwierigen Lage des englischen Kohlenbergbaues aus, die durch den Rückgang der englischen Kohlenausfuhr um 20 % im Jahr 1925 gegenüber dem Mittel der Jahre 1909/1913 geschaffen worden ist. Dieser Rückgang wird durch die Steigerung der Verwendung flüssiger Brennstoffe auf Schiffen und im Verkehrswesen überhaupt, auf die Entwicklung der Wasserkraftanlagen und insbesondere auf den Ersatz des Dampfmaschinenantriebes durch den elektrischen Antrieb in industriellen und Bahnanlagen zurückgeführt. Während man in Deutschland, Belgien, Frankreich und den Vereinigten Staaten sofort nach dem Kriege erkannt habe, daß die Modernisierung der Industrie beinahe gleichbedeutend mit dem Übergang zum elektrischen Betriebe sei, ein Vorgehen, das die Zusammenlegung der Betriebe gefördert habe, sei in England nach dieser Richtung hin zu wenig geschehen. Von der gesamten industriellen Betriebskraft seien heute in Deutschland 70 %, in den Vereinigten Staaten 65 % und in Belgien 56 % elektrisch, in England dagegen nur 40 %. Besonders stark sind die englischen Kohlenbergwerke und Eisenhüttenanlagen in dieser Hinsicht zurückgeblieben. Im Jahr 1924 waren in England von 2855 Kohlengruben nur 1629 mit elektrischen Kraftanlagen versehen, und nur 14 % der Kohle wurden mit mechanischen Hilfsmitteln gewonnen, gegenüber 47 % im schottischen Kohlenbergbau.

Große Kohlenmengen müßten in England wegen ihres hohen Aschengehalts ungenutzt bleiben, obgleich ihr Heizwert etwa doppelt so hoch sei wie der Heizwert der Braunkohle, die in Deutschland mit so großem Erfolg für die elektrische Krafterzeugung verwertet werde. Diese Kohlen an der Grube in der Form von Kohlenstaub zur Stromerzeugung zu verwenden, müsse eines der Ziele der neuen Bestrebungen bilden. Die Zusammenfassung der meisten Beteiligten oder, noch besser, aller Kohlenbergwerke eines Gebietes, die das Gesetz vom Jahre 1926 anstrebe, würde ermöglichen, große Kraftwerke mit Nebenprodukten-Gewinnungsanlagen zu errichten, die sich die Fortschritte der neueren Dampftechnik zunutze machen würden. Der Verbrauch der Kraftwerke für 1 kWh habe in der letzten Zeit von 2,25 kg auf 1,15 kg, in den besten Anlagen sogar auf weniger als 0,68 kg abgenommen, und bei Ausnutzung der Vorteile des Hochdruckdampfbetriebes würde es möglich sein, diesen Verbrauch sogar auf 0,55 kg herunterzudrücken, zumal auch die Wirkungsgrade der Dampfturbinen verbessert worden seien.

Als ein weiterer Vorteil der Zusammenfassung der elektrischen Kraftanlagen sei die Verminderung der notwendigen Maschinenreserve zu bezeichnen. Nach der Statistik 1925/26 der englischen Elektrizitätswerke war die Nennleistung der vorhandenen Stromerzeuger um 62 % größer als die Summe aller Spitzenbelastungen. Je mehr Werke zu Großanlagen zusammengefaßt werden könnten, desto kleiner würde dieser Überschuß an Maschinenleistung werden. Durch das im Entstehen begriffene Fernleitungsnetz könnte man hoffen, mit 10 % Maschinenreserve und noch weniger auszukommen. Voraussetzung für die Verwirklichung der Großkraftversorgungspläne sei allerdings ein gewisses Maß von Gemeinschaftsarbeit und Anpassung nicht nur in bezug auf die Bauart der Kraftwerke, sondern in vielleicht noch höherem Maß in bezug auf ihren Betrieb. Eine geeignete Werbung für den Verbrauch von elektrischem Strom sei namentlich in ländlichen Kreisen notwendig. In Schweden sei es z. B. gelungen, ein ausgesprochen landwirtschaftliches Gebiet von etwa 40 000 km² mit etwa 0,5 Mill. Einwohnern in dieser Weise zu versorgen, wobei allerdings die Strompreise zwischen 7 und 29 Pf/kWh betragen.

Man schätzt, daß sich die Kosten der Stromverteilung durch die vom staatlichen Central Electricity Board errichteten Fernleitungen in einigen Jahren auf nicht mehr als 0,29 Pf/kWh belaufen. Bei der zunächst für den Bau in Aussicht genommenen schottischen Fernleitung[1] rechnet man sogar nur mit 0,125 Pf Verteilungskosten, also mit Beträgen, die auf jeden Fall hinter den Ersparnissen zurückbleiben, die durch die Zusammenlegung der Kraftwerke erreicht werden können.

In der Aussprache wurden die Vorteile der Großkraftversorgung und auch die wirtschaftlichen Möglichkeiten für die Verwertung der minderwertigen Kohle von verschiedenen Rednern bezweifelt.

Unter den folgenden Vorträgen verdient namentlich der Bericht von John Anderson Erwähnung, der zum erstenmal genauere Betriebserfahrungen an einer Kesselanlage für 98 atü bekanntgibt. Es handelt sich um den Dreitrommel-Stirling-Wasserrohrkessel im Lakesidekraftwerk zu Milwaukee von etwa 110 000 kg stündlicher Dampferzeugung bei 3580 m² Heizfläche, dessen Rohre 76 mm Außendurchmesser haben. Der Kessel ist mit selbsttätiger Rostfeuerung ausgerüstet, und die Wände des Feuerraumes werden teils durch einen Strahlungsüberhitzer von 86,4 m² Heizfläche, teils durch einen Lufterhitzer von 87,3 m² Heizfläche und teils durch Rippenkühlrohre gebildet, die etwa 42,5 m² Verdampfoberfläche darbieten. Dazu kommen der Kühlrost im Aschenfall der Feuerung mit etwa 50 m² und die Heizrohre mit ungefähr ebensoviel Heizfläche. Der erzeugte Dampf wird in einer Vorschaltturbine mit 20 Druckstufen ausgenutzt, deren Läufer mit den Turbinenscheiben aus einem Stück Nickelstahl geschmiedet ist. Im Feuerraum werden stündlich etwa 12 000 kcal auf 1 m² durch Strahlung übertragen. Der Kohlensäuregehalt der Rauchgase beträgt im Mittel 16,5 %, ist aber auch schon für kurze Zeit auf 17,5 % gesteigert worden.

Es ist bemerkenswert, daß die Hauptschwierigkeiten in dem bisherigen, etwa 11 Monate umfassenden Betriebe auf den Einfluß des Speisewassers zurückzuführen waren. Nach Verlauf der ersten 880 Betriebstunden trat ein pfeifendes Geräusch auf, das davon herrührte, daß eines der Kühlrohre im Feuerraum ausgebeult und gerissen war. Beim Aufschneiden dieses Rohres fand man darin eine 0,8 mm dicke Schicht von Kesselstein, die nur an der ausgebeulten Stelle eine größere Dicke hatte. Solche Störungen traten später noch mehrere auf. Man stellte fest, daß sie davon herrührten, daß das Kesselspeisewasser durch etwa 2 % Kondensatorkühlwasser verunreinigt wurde, das infolge von Undichtheiten zutreten konnte.

Im Laufe der folgenden 726 Betriebstunden mußten so im ganzen noch 10 Rippenrohre ausgewechselt werden, deren Schäden an den heißesten Stellen auftraten. Außerdem wurden in den gleichen Betriebspausen insgesamt 28 Kesselrohre erneuert, weil sie abgebrannt und verbogen waren. Natürlich handelte es sich um Rohre an den heißesten Stellen des Feuerraumes. Berechnungen ergaben, daß die Außentemperatur dieser Rohre bis zu 480° steigen konnte, wenn sich darin eine 1,6 mm dicke Schicht von Kesselstein abgelagert hatte, daß man also keinen stärkeren Belag als 0,8 mm zulassen darf. In diesen Zahlen drücken sich die erhöhten Anforderungen des Hochdruckdampfbetriebes an die Reinheit des Kesselwassers aus.

Nachdem man diesen Mangel beseitigt hatte, stellten sich neue Schwierigkeiten infolge der Oxydation des Eisens durch das Kesselwasser ein. Man fand in den Rohren feste Niederschläge, die vorwiegend schwarzes Eisenoxyd waren. Infolgedessen wurden Versuche mit

[1] Nach Engg. Bd. 124, 1927, S. 686, 718.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1558.



verschieden starken Zusätzen von Natriumphosphat zum Kesselwasser angestellt, die ergaben, daß der Sauerstoffgehalt des Wassers höchstens 0,1 cm^3/l betragen dürfe. Infolge der zunehmenden Anreicherung des Kesselwassers mit Salzen bildeten sich endlich auch Niederschläge von Natriumhydroxyd in den Überhitzern und an den Turbinenschaufeln, die jedoch durch Einbau von Ablenkwänden beseitigt werden konnten.

Bemerkenswert ist noch, daß auch der Betrieb der Feuerung Schwierigkeiten bereitete, da die Temperatur der vorgewärmten Luft 365° betrug. Im Gegensatz zu den allgemeinen Erwartungen wurde nämlich die Verbrennung durch die Steigerung der Lufttemperatur nicht stetig verbessert, sondern beim Überschreiten einer bestimmten Belastung der Roste wurde der Zustand des Feuers verschlechtert. Diesen Übelstand konnte man sofort beheben, wenn man die Roste durch einen Wasserstrahl kühlte. Das deutet darauf hin, daß die Verschlechterung des Feuerungsbetriebes auf Überhitzung der Roste zurückzuführen sein dürfte. Diese Beobachtungen bestätigen immerhin, daß Rostfeuerungen unter so angestrengtem Betrieb den Kohlenstaubfeuerungen an Sicherheit nachstehen. Die Wahl der Bauart der Feuerung darf somit nicht nur von Rücksichten auf den verfügbaren Brennstoff und auf die Wärmewirtschaftlichkeit bestimmt werden. *Hr.*

RECHTSPFLEGE.

„Garantie für fehlerloses Arbeiten, acht Tage zur Probe mit bedingungslosem Rücksendungsrecht." — In den Anzeigen, in Werbeschriften, auf Lieferscheinen und Rechnungen findet man so oder ähnlich gefaßte Anpreisungen, die den offenbaren Zweck haben, die Interessenten durch Hervorhebung besonders günstiger Kaufbedingungen zu bestimmen, den angebotenen Erzeugnissen den Vorzug vor anderen zu geben. Besonders in der Werbung für Radioartikel, für elektrische Haushaltungsgegenstände, die sich an einen weiten Kreis von Verbrauchern wenden muß, fällt der Blick immer wieder auf „Garantien", auf das Angebot eines „Kaufes auf Probe", man „bürgt" für gewisse Eigenschaften oder wählt sinngleiche andere Wortfassungen.

Welche Rechte lösen nun diese Schlagworte für den Käufer aus und welche Pflichten übernimmt der, der sich in seinen Werbeschriften ihrer bedient? Was zunächst das „Garantieren" eines bestimmten Erfolges betrifft — eine Radiofirma garantiert z. B. störungsfreien Empfang beim Gebrauch ihres Speziallautsprechers, bei Verwendung eines besonderen Kristalls, oder eine Elektromotorenfabrik garantiert mängelfreies Arbeiten ihrer Maschinen, garantiert eine Leistung von soundsoviel PS —, so fragt es sich, um den Kreis der damit übernommenen Pflichten und gegebenen Rechte bestimmen zu können, ob in diesem Garantieren ein selbständiges Garantieversprechen zu erblicken ist. Bejaht man nämlich diese Frage, so würde der Garantieübernehmer, also der Verkäufer, für jeden etwa entstehenden Schaden haften, auch soweit dieser eine Folge außerordentlicher Unglücksfälle ist, und seine Haftung wäre nur dann ausgeschlossen, wenn der Käufer den Schaden durch eigenes Verschulden — d. h. vorsätzlich oder fahrlässig — verursacht hat, was in einem Rechtsstreit aber der Verkäufer würde zu beweisen haben. Die Rechte des Käufers, des Garantieempfängers, sind demnach außerordentlich groß. Aus dieser ganzen Begriffsbestimmung des Garantieversprechens erkennt man nun ohne weiteres, daß der werbende Verkäufer genannter Elektrokleinwaren, doch auch größerer Apparate und Maschinen, in aller Regel eine derartige Haftung mit dem Gebrauch jener Schlagworte n i c h t wird übernehmen wollen; sein Wille geht vielmehr dahin, den Käufer in werbetechnisch geeigneter Weise darauf aufmerksam zu machen, daß die angebotenen Waren auch wirklich von einwandfreiester Beschaffenheit sind und die hervorgehobenen Eigenschaften auch wirklich besitzen. Solche „Garantien" enthalten aber auch r e c h t l i c h kein selbständiges, neben der vertraglichen Werklieferung übernommenes Garantieversprechen, sondern nur das noch besonders bekräftigte Versprechen, ein handelsübliches, nach dem derzeitigen Stande der Technik bestens ausgeführtes Werk zu liefern. Der Verkäufer haftet hier dann nur nach den allgemeinen Rechtsgrundsätzen des Kaufes oder des Werklieferungsvertrages, und der Käufer kann sich auf weitergehende Rechte nicht berufen.

In diesem Sinne entschied das RG. mit Urteil VI 529/27 einen Rechtsstreit zwischen einer Fabrik elektrischer Maschinen und ihrem Käufer. Erstgenannte hatte für ein Jahr garantiert, daß die Maschine soundsoviel PS leisten und mängelfrei arbeiten würde, der Käufer erblickte darin ein selbständiges Garantieversprechen und gründete darauf die erhöhte Haftung der Verkäuferin. In erster und zweiter Instanz nahmen die erkennenden Gerichte auch tatsächlich ein „Garantieversprechen" als vorliegend an, doch billigte das RG. diese Auffassung nicht.

Verpflichtet sich ein Verkäufer, seine Waren einem Interessenten „acht Tage zur Probe mit bedingungslosem Rücksendungsrecht" zu liefern, so ist damit ein Kauf auf Probe im Sinne des BGB. (§ 495) erfolgt. (NB. Das Gesetz sagt „auf" Probe, nicht „zur" Probe.) Der Verkäufer ist demnach bereit, den endgültigen Kauf von einer Billigung des Käufers abhängig zu machen, und muß sich gefallen lassen, daß dieser die Ware aus irgendwelchen, vielleicht auch aus ganz nichtigen, Gründen zurückschickt. Während dieser Schwebezeit hat der Interessent allerdings die Ware mit der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt zu behandeln (§ 276 BGB.), doch trägt der Verkäufer das Risiko für ihren zufälligen Untergang oder ihre zufällige Verschlechterung. Andererseits hat der Interessent die Verpflichtung, innerhalb der gesetzten Frist sich zu erklären. Schweigt er, so gilt dies als Billigung (§ 496 BGB.), und der Verkäufer kann Bezahlung der Ware fordern. Eine bemerkenswerte Entscheidung des OLG. Düsseldorf (2 U. 319/26) ist hier besonders zu erwähnen. Ein Radioapparat war einem Interessenten 8 Tage auf Probe zugesandt. V o r Ablauf der Probezeit bat dieser schriftlich um Verlängerung der Probezeit, da er die Güte des Apparates noch nicht genügend habe ausprobieren können. Der Radiohändler schwieg und verlangte, als der Apparat nicht innerhalb der gesetzten Frist zurückgeschickt wurde, Bezahlung. Das LG. wies seine Klage ab, das OLG. hob diese Entscheidung jedoch auf. Das Schreiben des Interessenten enthielt nämlich einen Abänderungsantrag — Verlängerung der vertraglich vereinbarten Probezeit —, und ein solcher Antrag bedarf ausdrücklicher Billigung des Verkäufers. Schweigt dieser, so kann dieses Schweigen nicht als Zustimmung gewertet werden, vielmehr mußte der Interessent darin eine Ablehnung seines Wunsches erblicken und war verpflichtet, sich nach wie vor an die Bedingungen über die Rücksendung zu halten. Versäumte er die Frist, ging der Kauf auf Probe in einen wirklichen Kauf über. *drb.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Fristverlängerung für Patente und Warenzeichen in Griechenland. — Eine am 12. XI. 1927 rechtskräftig gewordene Verordnung räumt eine sechsmonatige Frist zum Inkraftsetzen der Patente ein, die in der Zeit vom 1. VII. 1926 bis zum 31. VIII. 1927 wegen nicht erfolgter Einzahlung der Jahresgebühren erloschen sind, wenn außer den rückständigen Gebühren noch ein Zuschlag von 5 % entrichtet wird. Rechte, die in der Zwischenzeit von Dritten erworben sind, wie z. B. Vorbenutzungsrechte, bleiben allerdings bestehen.

Für die Eintragung von ausländischen Warenzeichen wird eine sechsmonatige Prioritätsfrist vom Tage der ersten Eintragung in einem Unionslande ab eingeräumt. Vom 1. II. 1928 ab ist ein Voruntersuchungsverfahren für jedes zur Eintragung angemeldete Warenzeichen eröffnet worden, das als Aufgebotverfahren ausgebildet ist. Innerhalb von sechs Monaten kann jeder Interessent, sei es eine einzelne Person oder eine Vereinigung, Widerspruch erheben, über den dann eine amtliche Kommission entscheidet, gegen deren Beschlüsse Beschwerde zulässig ist. Dieses Verfahren ist gebührenpflichtig. Rückwirkend wird für die bis zum 31. I. 1928 eingetragenen Warenzeichen bestimmt, daß diese als ausschließliches Eigentum der Anmelder angesehen werden, falls sie nicht innerhalb von zwei Jahren gerichtlich annulliert werden. Ferner wird eine einjährige Frist vom 1. II. 1928 ab eingeräumt, um die noch nicht hinterlegten, aber gegenwärtig verwendeten Warenzeichen oder diejenigen, die seit höchstens einem Jahr ununterbrochen in Gebrauch sind, einzutragen, u. zw. ist hierzu der erste Benutzer berechtigt. Nach dem 1. II. 1929 wird jede Person, die die Eintragung vornimmt, als Eigentümer dieser Warenzeichen angesehen werden. Überhaupt führt die Gesetzesänderung streng den Grundgedanken durch, daß das Eigentum an einem Warenzeichen lediglich durch die Eintragung erworben wird.

Ein UWG. in der Tschechoslowakei. — Am 28. I. 1928 ist in der Tschechoslowakei ein Gesetz gegen den unlauteren Wettbewerb in Kraft getreten, das in großen Zügen dem deutschen Gesetz ähnelt. Es enthält wie dieses im § 1 eine Generalklausel gegen unlauteren Wett-



bewerb, dann weiter besondere Bestimmungen gegen irreführende Reklame, Bestechung, Verletzung von Geschäftsgeheimnissen, Anschwärzung fremder Ware, falsche Herkunftsbezeichnungen sowie Nachahmung von Kennzeichnungen oder äußeren Einrichtungen anderer Betriebe u. dgl. Den tschechoslowakischen Staatsangehörigen werden dabei diejenigen ausländischen Staatsangehörigen gleichgestellt, die in der Tschechoslowakei eine Niederlassung besitzen. Ausländer genießen den Schutz dieses Gesetzes bei Gegenseitigkeit des Schutzes in ihrem Heimatstaat, was durch eine Bekanntmachung des Justizministers im Amtsblatt festgestellt wird.

Patenterteilungsverfahren in Rußland. — Bei der Vorprüfung russischer Patentanmeldungen erließ bisher der Vorprüfer einen Bescheid, der dem Anmelder die Möglichkeit zur Äußerung gab. Darauf folgte dann der Beschluß des Patentamtes, gegen den noch die Beschwerde zulässig war. Seit einigen Monaten ist eine Änderung dieses Verfahrens mit dem Ergebnis vorgenommen worden, daß ein Bescheid nicht erfolgt, sondern daß gleich die erste Mitteilung des Vorprüfers den endgültigen Beschluß darstellt. Gegen diesen kann zwar Beschwerde erhoben werden, doch ist dadurch praktisch dem Anmelder eine Instanz genommen und die Möglichkeit einer sachlichen Klärung von Mißverständnissen oder sonstigen Schwierigkeiten erheblich erschwert, die sich in jedem Prüfverfahren leicht einstellen können. Da das russische Patentrecht ohnedies nicht mit Rechtsgarantien überlastet ist, muß man von der Neuerung eine Verstärkung seiner willkürlichen Seiten erwarten.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle. Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen.

Der nächste Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen findet

Dienstag, den 21. Februar 1928, abends 7½ Uhr,

in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Berliner Str. 170/72, E. B. Hörsaal Nr. 301, statt.

Tagesordnung:

1. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Leinweber „Über die Entwicklung des Zahlengebers in der Fernsprech-Selbstanschlußtechnik (allgemein)".

Inhaltsangabe.

Zweck und Verwendungsgebiet des Zahlengebers. Entwicklung des Zahlengebers bei der DRP-Nummernscheibe. Maschinenzahlengeber. Drehwählerzahlengeber. Relaiszahlengeber. Stand der Zahlengeber der ausländischen Systeme. Autelco. Western. Ericsson. Optischer B-Verkehr. Speicher. Umrechner. Einiges über Betriebsweise der Zahlengeber und über Leistungen.

2. Aussprache.

Bekanntmachung.

Der Vortragende der im Winter 1926 stattgefundenen Vortragsreihe „Elektrische Meßgeräte und Meßverfahren" — Dr. Keinath — hatte als erweiterte Ausgabe dieser Vorträge die 3. Auflage des Buches „Die Technik elektrischer Meßgeräte" angekündigt. Von diesem Buch liegt nunmehr der 1. Band „Meßgeräte und Zubehör" mit 604 Seiten und 561 Bildern vor. Der Preis des gebundenen Exemplars beträgt 35 RM. Die Teilnehmer der bezeichneten Vortragsreihe können diesen Band zu dem Vorzugspreise von 27,50 RM portofrei beziehen. Die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins nimmt Bestellungen auf das Buch entgegen. Zahlungen auf das Postscheckkonto Dr. Keinath Berlin 117 116.

Jahresversammlung

am 17. Januar 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Dr.-Ing. E. h. Köttgen, später Herr Präsident Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Vorsitzender: Ich eröffne die heutige Jahresversammlung des Elektrotechnischen Vereins und heiße Sie willkommen.

Einwendungen gegen den Bericht über die Sitzung am 13. Dezember liegen nicht vor; der Bericht gilt daher als angenommen. Seit dieser Sitzung sind 82 Neuanmeldungen eingegangen; eine Liste liegt hier aus.

In der nächsten ordentlichen Sitzung am 28. Februar wird Herr Prof. Dr. Seeliger vortragen über „Untersuchungen über den Mechanismus des Lichtbogens"; im Anschluß daran spricht voraussichtlich Herr Dr. Burstyn über das Thema „Zur Theorie der Verluste in geschichteten Isolierstoffen".

Es ist üblich, daß in der Jahresversammlung ein Jahresbericht gegeben wird. Ich muß Sie um etwas Geduld bitten; es ist nun einmal ein alter Brauch. Der Fachbericht über das, was in der Elektrotechnik im letzten Jahre geschaffen worden ist, ist schon nach Möglichkeit abgekürzt worden; aber unter ein gewisses Maß konnten die Herren, die zu diesem Bericht beigetragen haben, doch nicht herunterkommen.

Zunächst werde ich über das Vereinsleben berichten. Die Vereinstätigkeit ist im vergangenen Jahre sehr rege gewesen. Die zahlreichen Vorträge mit anschließender Besprechung sowie alle sonstigen Veranstaltungen waren sehr gut besucht. In neun ordentlichen Sitzungen haben folgende Vorträge und Aussprachen stattgefunden:

1. „Mehr Licht?" (Herr Dr.-Ing. L. Bloch);
2. „Anschluß von Drehstrommotoren mit Käfiganker an Elektrizitätswerke" (Ausprache nach vorherigen Referaten);
3. „Die Entwicklung des Selbstanschlußbetriebs in den Vereinigten Staaten und bei uns" (Herr Ministerialrat Kruckow);
4. „Isolierpreßmassen für die Elektrotechnik und ihr heutiger Stand in der Herstellung und Verwendung" (Herr Dr.-Ing. Sommerfeld);
5. „Der elektrische Lichtbogen zwischen Wolframelektroden und seine technische Anwendung" (Herr Dr. Franz Skaupy);
6. „Elektrisch betriebene Seilschwebebahnen für Personenbeförderung" (Herr Obering. Bruckmann und Herr Ing. Nieratschker);
7. „Betriebsbilder elektrisch betriebener Walzenstraßen" (Herr Obering. Rohde);
8. „Die Physik beim absoluten Nullpunkt" (Festsitzung, Herr Geheimrat Prof. Dr. Nernst);
9. „Zur Zukunft der Berliner Elektrizitätsversorgung" (Herr Direktor Rehmer).

In einer außerordentlichen Sitzung trug Herr Prof. Dr. Rogowski vor über „Neue Wanderwellenaufnahmen mit einer neuen Bauart des Kathodenoszillographen".

Die Sitzung am 28. November gestaltete sich zu einer glänzenden Festsitzung in Gemeinschaft mit der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens. In dieser Sitzung wurde Herrn Geheimen Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Görges, der einstimmig zum Ehrenmitglied des Elektrotechnischen Vereins ernannt worden war, die Verleihungsurkunde feierlichst überreicht. Vertreter der Behörden, hervorragende Vertreter der Industrie, der Wissenschaft und Technik usw. wohnten der sehr stark besuchten Versammlung im Großen Sitzungssaal des ehemaligen Herrenhauses bei. Herr Geheimrat Görges hat mich gebeten, seinen herzlichen Dank für die Verleihung der Ehrenmitgliedschaft zu übermitteln; ich erfülle hiermit seinen Wunsch.

Die vier Fachausschüsse haben eine Reihe sehr gut besuchter Vorträge und technischen Mitteilungen aus den einzelnen Fachgebieten veranstaltet, die in den meisten Fällen von einer Besprechung begleitet waren.



Von den 19 Vorträgen usw. entfielen drei auf die Fachgruppe für Elektromaschinenbau, acht auf die Fachgruppe für elektrisches Nachrichtenwesen, zwei auf die Fachgruppe für Installationstechnik und sechs auf die Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken. Auch die Zweigfachgruppe für Installationstechnik in Frankfurt (Oder), der z. Zt. 61 Mitglieder angehören, hat im verflossenen Jahre große Rührigkeit gezeigt.

Die Bemühungen des Vereins, durch zeitgemäße und interessante Vortragsreihen zur Fortbildung beizutragen, sind eifrig fortgesetzt worden. Zu Beginn des verflossenen Jahres hat eine Vortragsreihe „Funktechnik" stattgefunden. Insbesondere haben die von dem Gemeinsamen Fachausschuß des Elektrotechnischen Vereins und des Außeninstituts der Technischen Hochschule veranstalteten Vortragsreihen: im Frühjahr über „Metalle und Metallprüfungen in der Elektrotechnik" und im Herbst über „Relais- und Schutzschaltungen in Kraftwerken und Netzen" ihre Anziehungskraft noch erhöht. Bei der letzeren Vortragsreihe hat der größte Hörsaal der Technischen Hochschule die Zuhörer kaum gefaßt.

Um auch den jüngeren Fachgenossen Gelegenheit zu geben, Vorträge zu halten und sich an der anschließenden Erörterung eifrig zu beteiligen, sind besondere Vortragsabende über elektrotechnische Fragen von allgemeinem Interesse neu eingerichtet worden. Derartige Vortrags- und Diskussionsabende haben stattgefunden über „Gesichtspunkte für die Wahl der Stromart und Verteilungsspannung der Elektrizitätswerke" sowie über „Die Prüfung elektrischer Licht- und Kraftanlagen". Die Veranstaltungen haben Beifall gefunden und guten Besuch aufgewiesen.

Die regelmäßig im Frühjahr und Herbst abgehaltenen Fortbildungskurse für Starkstrommonteure sind zur Notwendigkeit geworden, im vergangenen Jahre haben je zwei Parallelkurse stattgefunden. Daneben hat der Elektrotechnische Verein im Herbst einen zahlreich besuchten Fortbildungskursus für Funkmonteure erstmalig eingerichtet, dessen Teilnehmer ihren Dank für die Veranstaltung schriftlich ausgesprochen haben.

Die vom Elektrotechnischen Verein unternommenen Besichtigungen großer Betriebe finden fortgesetzt lebhaften Anklang; an der interessanten Besichtigung des Großkraftwerks Klingenberg haben allein über 700 Personen (an verschiedenen Tagen) teilgenommen. Auch der Besuch der Städt. Wasserwerke in Friedrichshagen, verbunden mit einem Frühjahrsausflug nach dem Müggelsee (Dampferfahrt) mit Damen, hat eine große Beteiligung gefunden.

Im Frühjahr hat der Verein erstmalig eine Besichtigung auswärtiger Unternehmungen, und zwar der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. in Hermsdorf (Thüringen), mit gutem Erfolge veranstaltet. Diese Besichtigung hat die verhältnismäßig zahlreichen Teilnehmer recht befriedigt.

Unsere Bibliothek, die besonders eine reichhaltige Auswahl von ausländischen Zeitschriften bietet, ist gut benutzt worden. Dem Verein deutscher Ingenieure, der in liebenswürdiger Weise die Aufbewahrung und Herausgabe unserer Bücher und Zeitschriften auch im vergangenen Jahre ausgeführt hat, sei auch an dieser Stelle der Dank des Vereins ausgesprochen.

Der Ausschuß für Blitzableiterbau (ABB, Vorsitzender: Herr Präsident Prof. Dr. Strecker) hat im abgelaufenen Jahre zwar keine Sitzung abgehalten, in verschiedenen Unterausschüssen und Besprechungen wurden aber vorbereitende Arbeiten zum Abschluß gebracht. Die zweite Auflage des Büchleins „Blitzschutz" wurde so rasch abgesetzt, daß ein unveränderter Neudruck hergestellt werden mußte.

Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF, Vorsitzender: Herr Präsident Prof. Dr. Strecker) hat im vergangenen Jahre eine dreitägige Sitzung abgehalten. Er hat dabei die Beratung des Satzes IX „Maße und Gewicht" wieder aufgenommen, gegen den in der letzten Zeit Einwände erhoben worden sind. Er hat weiter beschlossen, den kürzlich veröffentlichten Entwurf „Richtleistung" nicht mehr als selbständigen Entwurf aufrechtzuerhalten; die Benennung der Leistungsgrößen soll zusammen mit der der übrigen Wechselstromgrößen geregelt werden. Der Entwurf XXX „Schreibweise physikalischer Gleichungen" ist in abgeänderter Form von neuem angenommen worden; er wird demnächst in der ETZ als Entwurf 2 veröffentlicht und nochmals zur Erörterung gestellt werden. Außerdem ist eine Anzahl weiterer Entwürfe und Aufgaben beraten oder in Angriff genommen worden.

Der Ausschuß zur Erforschung elektrischer Unfälle (AEU, Vorsitzender: Herr Präsident Prof. Dr. Strecker) hat im vergangenen Jahre zwar keine Sitzung abgehalten, doch sind die Forschungen fortgesetzt worden. Namentlich hat Herr Universitätsprofessor Dr. Gildemeister am Physiologischen Institut der Universität Leipzig (Mitglied des Ausschusses zur Erforschung elektrischer Unfälle) mit finanzieller Unterstützung seitens des Elektrotechnischen Vereins wertvolle Untersuchungen über den Tod durch elektrischen Strom angestellt, deren Ergebnisse voraussichtlich demnächst bekanntgegeben werden.

Die Mitgliederzahl des Vereins ist im Jahre 1927 von 3207 auf 3296 gestiegen, darunter befinden sich 1124 auswärtige Mitglieder, davon wieder 534 ausländische Mitglieder.

Der Tod hat im verflossenen Jahre folgende Mitglieder aus unseren Reihen abgerufen:

Herrn Geheimen Baurat Dr.-Ing. E. h. Siegmund Bergmann in Berlin,
Herrn Ingenieur Ernst Dittmann in Hennigsdorf/Osthavelland,
Herrn Ingenieur Simon Füllsack in Berlin-Adlershof,
Herrn Obering. Paul Gries, Berlin-Neukölln,
Herrn Obering. Friedr. Gunderloch, Berlin,
Herrn Charles Holtzer, Präsident der Holtzer Cabot Electric Co. in Roxbury-Boston, Mass., USA.,
Herrn Obering. Bruno Kaufmann, Berlin-Friedenau,
Herrn Dipl.-Ing., Dr.-Ing. Emanuel Morck, Frankfurt (Main),
Herrn August Müller, Direktor der Armit- und Romit-Werke in Berlin,
Herrn Obering. Louis Neelsen, Berlin-Niederschöneweide,
Herrn Ingenieur Eduard Nettebeck, Berlin-Grunewald,
Herrn Stadtbaurat Dr.-Ing. A. Paul in Leipzig,
Herrn Ingenieur Karl Philippi, Teilhaber der Maschinenfabrik Wiesbaden G. m. b. H., Wiesbaden,
Herrn Professor Karl Rossander, Stockholm,
Herrn Ingenieur Rich. Soldin, Berlin-Charlottenburg,
Herrn Ingenieur Georg Scheehl, Berlin-Charlottenburg,
Herrn Fabrikdirektor a. D. Joh. Schiff, Berlin-Grunewald,
Herrn Georg Schmidt, Direktor der Siemens & Halske A.-G., Berlin-Wilmersdorf,
Herrn Obering. Emil Schwarz, Berlin,
Herrn Ingenieur Wilhelm Stamm, Berlin-Neukölln,
Herrn Ingenieur Max Zwölfmeyer, Berlin-Kaulsdorf.

Ich bitte Sie, sich zum Gedächtnis der Verstorbenen von den Plätzen zu erheben. (Geschieht.)

Es ist langjähriger Brauch, daß nunmehr ein Bericht darüber gegeben wird, was in der Elektrotechnik im vergangenen Jahre geschaffen worden ist. Wie ich schon sagte, haben wir ihn möglichst kurz gehalten, der längere wird ja doch nachher gedruckt[1]; ich muß Sie aber doch etwa 25 min in Anspruch nehmen. (Unruhe.)

Wenn die allgemeine Meinung dahin geht, daß der Bericht nicht vorgetragen werden soll, dann werde ich entsprechend verfahren. Ich sehe, daß Sie sich auf die Elektrotechnische Zeitschrift verlassen. (Zustimmung.)

Wir kommen dann zur Vorlegung des Kassenberichts für 1927. Ich bitte Herrn Schatzmeister Dr Thürmel, das Wort zu nehmen.

Herr **Thürmel:** Zu der Bilanz, die ich zur allgemeinen Einsicht hier ausgelegt habe, sind folgende Angaben zu machen:

Das Vermögen des Vereins betrug am 1. Januar 1927 119 854 M, der Überschuß für das Jahr 1927 35 855 M, so daß sich das Vermögen des Vereins am 31. Dezember 1927 auf 155 710 RM, d. h. auf etwa die Hälfte des Vermögens im Jahre 1914 beläuft. Sie sehen, langsam kommen wir wieder vorwärts.

Die Übergangsposten betragen 40 310 RM; sie setzen sich hauptsächlich aus Eingängen aus den Mitgliederbeiträgen des Jahres 1928 zusammen.

Wir haben einen Kassenbestand von 920 RM, ein Postscheckguthaben von 2664 RM und ein Bankguthaben von 49 402 RM. Vielleicht ist es zweckmäßig, diesen Betrag bis zu einer bestimmten Höhe wieder fest anzulegen, wie wir es auch bereits im Laufe des Jahres mit einem Teil des flüssigen Vermögens getan haben. Unser Wertpapierbestand beträgt jetzt nominell 141 000 RM; er hat im Laufe des Jahres etwas zugenommen. Die Mobilien stehen

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 224.



Bilanz am 31. Dezember 1927.

Nr.	Besitzteile	RM	Pf	Nr.	Schuldteile		RM	Pf
1.	Kassenbestand	920	94	1.	Vermögen am 1. Januar 1927	119 854,93		
2.	Postscheckguthaben	2 664	13		Überschuß 1927	35 855,34		
3.	Bankguthaben	49 402	—	2.	Vermögen am 31. Dezember 1927		155 710	27
4.	Wertpapiere	141 000	—	3.	Übergangsposten		40 310	43
5.	Mobilien	1	—					
6.	Übergangsposten	2 032	63					
		196 020	70				196 020	70

Aufwendungen und Einnahmen 1927.

Nr.	Aufwendungen		RM	Pf	Nr.	Einnahmen	RM	Pf
1.	Beiträge an den VDE		35 154	20	1.	Mitgliederbeiträge 1926	103 964	08
2.	Vereinswesen:				2.	Zinseinnahmen	8 402	—
	Ausgaben für Förderung der Fachwissenschaft	16 522,74			3.	Einnahmen aus der ETZ	10 248	32
	„ „ Vereins- u. Fachsitzungen	3 472,87			4.	Vereinswesen:		
	„ „ Vortragsreihen	69,09				Überschuß aus Monteur-Kursen	705	46
	„ „ Ausschüsse	873,43			5	Sonstige Einnahmen	1 298	13
	„ „ Festabende usw.	2 255,55						
	„ „ Bibliothek	2 217,50						
			25 411	18				
3.	Unkosten:							
	Miete, Gehälter, Drucksachen und Büromaterial, Porti und allgemeine Unkosten		17 891	49				
4.	Abschreibung auf Wertpapiere		10 305	78				
5.	Überschuß 1927		35 855	34				
			124 617	99			124 617	99

mit 1 RM zu Buch. Die Übergangsposten in Höhe von 2032 RM setzen sich ähnlich wie im vorigen Jahre zusammen.

Bei den Aufwendungen haben wir folgende Posten zu unterscheiden: Beiträge an den VDE 35 154 RM, Ausgaben für Vereinswesen 25 411 RM, also etwa dieselbe Summe wie im vorigen Jahre; Unkosten 17 891 RM, Abschreibungen für Wertpapiere 10 305 RM. Dieser letzte Posten bedeutet keinen tatsächlichen Verlust, weil wir das angelegte Geld vorläufig nicht flüssig machen wollen; es handelt sich hier um eine aus buchtechnischen Gründen vorgenommene Maßnahme.

Die Einnahmen setzen sich wie folgt zusammen:

Mitglieder-Beiträge 103 964 RM, Zinsen 8402 RM; Gewinn der ETZ, zu der wir im Vorjahre einen Zuschuß leisten mußten, 10 248 RM, Überschuß aus den Monteurkursen 705 RM, sonstige Einnahmen 1298 RM.

Wird zu der Bilanz das Wort gewünscht? — Das ist nicht der Fall.

Vorsitzender: Wir kommen nun zur Wahl von zwei Rechnungsprüfern. Wir schlagen Ihnen die Herren Blanc und Lux vor. Werden andere Vorschläge gemacht? — Das ist nicht der Fall. Dann stelle ich fest, daß diese beiden Herren gewählt sind.

Wir kommen dann zum zweiten Punkt der Tagesordnung:

Neuwahl des Vorstandes und Ergänzungswahl des Ausschusses.

Die Wahlvorschläge gehen aus den ausgelegten Blättern hervor.

Aus dem Vorstande scheidet diesmal der Vorsitzende aus. An seiner Stelle wird Herr Präsident Professor Dr. Wagner, der bisherige stellvertretende Vorsitzende, in Vorschlag gebracht, und als Ersatz für diesen Herr Ministerialdirigent Arendt im Reichspostministerium.

Der Vorstand würde sich also wie folgt zusammensetzen:

Vorsitzender: Herr Präsident Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner, Neuwahl,
stellvertr. Vorsitzender: Herr Ministerialdirigent Arendt, Neuwahl,
Schatzmeister: Herr Direktor Dr. phil. Thürmel, wie bisher,
Schriftführer: Herr Matthias, ordentl. Prof. an der Techn. Hochschule Berlin, wie bisher.
Syndikus: Herr Ministerialrat Dr. jur. Neugebauer, wie bisher,
Beisitzer: Herr Direktor Dr.-Ing. Carl Schapira, wie bisher,
Herr Direktor Dr. Adler, wie bisher.

Aus dem Ausschuß scheiden aus von den Berliner Mitgliedern die Herren: Adolph, Bundzus, Estorff, Grauert und Rottgardt. Es wird vorgeschlagen die Wiederwahl der Herren Adolph, Bundzus und Grauert, ferner zur Ergänzung die Wahl der Herren Reichsbahndirektor Wechmann und Dr. Dieterle, Reichspatentamt.

Von den auswärtigen Mitgliedern des Ausschusses scheiden aus die Herren Krohne (Frankfurt/Oder), Norberg-Schulz (Oslo), Rosenberg (Weiz) und Sulzberger (Zürich).

Vorgeschlagen wird die Wiederwahl der Herren Krohne, Rosenberg und Sulzberger, ferner als Ersatz die Wahl des Mr. Dr. Lieb in New York.

Nach § 9 unserer Satzung hat der Vorsitzende die Art der Wahl vorzuschlagen. Der Vorschlag gilt als angenommen, wenn nicht mindestens zehn anwesende Vereinsmitglieder widersprechen. Ich schlage zur Abkürzung des Verfahrens die Wahl durch Zuruf vor. Ich frage zunächst, ob gegen diesen Vorschlag Widerspruch erhoben wird. — Das ist nicht der Fall. Dann frage ich, ob gegen die vorgeschlagene Liste Einwendungen erhoben werden. — Das ist auch nicht der Fall; dann stelle ich fest, daß die von mir verlesenen Herren gewählt worden sind. (Beifall.)

Bevor ich das Amt an meinen Nachfolger, Herrn Präsident Professor Dr. Wagner, abgebe, möchte ich die Gelegenheit benutzen, nicht nur meinen Kollegen im Vorstand für ihre Mitarbeit zu danken, sondern vor allem auch dem Technischen Ausschuß meinen Dank auszusprechen, insbesondere seinem Vorsitzenden, Herrn Dr. Bloch; denn dem Technischen Ausschuß fällt doch — abgesehen von maßgebenden Entscheidungen, die wir im Vorstand zu fällen haben — die große Detailarbeit und die technisch-wissenschaftliche Arbeit zu: das Werben und Festsetzen der Vorträge. Wir können wohl behaupten, daß diese Tätigkeit im vergangenen Jahre sehr rege gewesen ist, und daß vor allem auch durch die laufenden, sich wiederholenden Vortragsreihen — auch durch die Fortbildungskurse für Monteure, jetzt auch für Funkmonteure — recht viel Gutes geschaffen worden ist.

Wenn ich die Arbeit im Laufe der letzten beiden Jahre, in denen ich den Vorsitz führte, überblicke, darf ich nicht unseren lieben Geschäftsführer, Herrn Generalsekretär Ministerialrat Dr. Schmidt, vergessen.

(Beifall.)



Herr Dr. Schmidt hat wirklich mit vorbildlichem Pflichtbewußtsein und mit Korrektheit die Arbeiten des Vereins, die zum Teil recht umfangreich waren, vorbereitet und teilweise geleitet, nicht zum wenigsten auch unsere Feste, wie Sie es vor einigen Tagen noch feststellen konnten. Ich persönlich bin ihm zu großem Dank verpflichtet, da er all das, was mir vorgelegt werden mußte, in einer Form vorbereitet und mir vorgelegt hat, daß die Arbeit wirklich sehr erleichtert wurde.

Ich bitte nunmehr Herrn Präsidenten Professor Dr. Wagner, den Vorsitz zu übernehmen.

Herr **K. W. Wagner** (lebhaft begrüßt):

Sehr verehrter Herr Dr. Köttgen, meine Damen und Herren! Für die hohe Ehre und Auszeichnung, die Sie mir durch die Wahl zum Vorsitzenden des Elektrotechnischen Vereins erwiesen haben, danke ich Ihnen. Ich nehme die Wahl an und werde bemüht sein, das Vertrauen, das Sie in mich setzen, zu rechtfertigen, soweit es immer in meinen Kräften steht.

Meine erste Amtshandlung gilt der Erfüllung einer angenehmen Pflicht. Namens des Elektrotechnischen Vereins, insbesondere seines Vorstandes und seines Technischen Ausschusses, spreche ich Ihnen, hochverehrter Herr Dr. Köttgen, unseren tiefgefühlten Dank aus für die wertvollen Dienste, die Sie dem Elektrotechnischen Verein mit Ihrer reichen Erfahrung und mit dem ruhigen Urteil einer über den Dingen stehenden Betrachtungsweise erwiesen haben. Wir rechnen es Ihnen hoch an, daß Sie sich unserer Bitte um Ihre Mitarbeit im Vorstand nicht versagt haben. Als Leiter einer der größten Elektrizitätsunternehmungen, als Vertreter von zahlreichen bedeutsamen wirtschaftlichen und fachlichen Interessen müssen Sie mit Ihrer Zeit geizen wie wenige. Trotzdem haben Sie sich uns stets zur Verfügung gestellt und in zahlreichen Sitzungen mitgearbeitet. Eine besonders wichtige Aufgabe in Ihrer Amtszeit war die Erneuerung des vor 20 Jahren zwischen dem Elektrotechnischen Verein und dem VDE geschlossenen Vertragsverhältnisses. Ihrer Geschicklichkeit und Ihrer Umsicht verdanken wir es in erster Linie, daß es gelungen ist, diesen Vertrag zur allseitigen Befriedigung zu erneuern. Wir bitten Sie, dem Elektrotechnischen Verein auch weiterhin Ihr Interesse und Ihr Wohlwollen zu erhalten und ihm nötigenfalls mit Ihrer Erfahrung und mit Ihrem Rate beizustehen. (Lebhafter Beifall.)

Herr **Köttgen:** Ich danke Herrn Präsidenten Dr. Wagner für die liebenswürdigen Worte und Ihnen, meine Damen und Herren, für Ihren Beifall. Es trifft allerdings zu, daß meine Zeit etwas knapp ist: aber ich habe nichts lieber getan als dem Rufe Folge geleistet, den Vorsitz in der Körperschaft zu übernehmen, aus der ich fachlich hervorgegangen bin. Ich glaube auch, daß ich die Traditon des Elektrotechnischen Vereins, des ältesten Vereins seiner Art, der fast so alt ist wie die Starkstromtechnik, in jeder Beziehung, gerade auch bei der Erneuerung des Vertragsverhältnisses mit dem Verband, gewahrt habe. Als wir an diese Aufgabe herangingen, haben wir natürlich erst einmal festgestellt, wie es früher war; inzwischen waren ja andere Interessen sehr stark gewachsen. Wir haben festgestellt, daß im Laufe der Jahre bei den verschiedenen Erneuerungen des Vertragsverhältnisses — wir können wohl sagen: stets etwas abgebröckelt ist, und haben uns vorgenommen, diesmal wenigstens bei dem stehen zu bleiben, wo wir gestanden hatten. Das ist dann auch erreicht worden. Wir beziehen nach wie vor bei der Aufteilung der Beiträge das, was wir bisher erhalten haben, und wenn dank des sehr verständigen Entgegenkommens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker die übrigen elektrotechnischen Vereine im Reiche ihrerseits ihre Verträge verbessert haben, so kann uns das nur angenehm sein, weil dadurch gewisse Spannungen, die an einzelnen, doch nicht allen Orten bestanden haben, zum mindesten gemildert worden sind. Das war Arbeit, die an sich befriedigte, und ich kann nur sagen: ich habe die Arbeit gern geleistet und habe in der Arbeit selbst Befriedigung gefunden.

(Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender: Wir kommen nunmehr zum dritten Gegenstande der Tagesordnung: Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. König (Frankfurt a. M.) über: „Darstellung von Schalt- und Überspannungsvorgängen in Bild und Film".

Der Vortrag wird auszugsweise demnächst in der ETZ veröffentlicht werden.

Vorsitzender: Ich danke dem Herrn Vortragenden für seine lichtvollen Ausführungen, aus denen wir wohl alle den Eindruck gewonnen haben, daß die hier gezeigte Methode recht geeignet ist, die verwickelten Vorgänge, die in Hochspannungsanlagen auftreten, zu veranschaulichen.

Zur Sache selbst möchte ich kurz auf die ersten Ausführungen des Herrn Vortragenden zurückkommen, in denen er auf die zeitliche Verschiebung hinwies, die oft zwischen der ersten theoretischen Behandlung technischer Dinge und ihrem Eindringen in die Praxis bzw. ihrer allgemeinen Verbreitung liegt. Diese Ausführungen erinnern mich lebhaft an ein Erlebnis, das ich selbst vor nunmehr fast 20 Jahren gehabt habe. Es war auf dem Erfurter Verbandstag. In den vorhergegangenen Jahren hatte ich mich mit den Fragen der Überspannungserscheinungen in Hochspannungsanlagen eingehend beschäftigt. Um 1900 — vielleicht schon etwas früher — hatten diese Vorgänge die allgemeine Aufmerksamkeit zu erregen begonnen. In den Anlagen zur Übertragung elektrischer Leistung mit höheren Spannungen machten sich die sogenannten „Überspannungen" unliebsam bemerkbar, weil sie zu Überschlägen und Durchschlägen und damit zu Betriebstörungen führten. Das war etwa auch die Zeit, in der die drahtlose Telegraphie ihre ersten Erfolge zu verzeichnen hatte. Dadurch waren die Begriffe „Hochfrequenzschwingungen", „Teslastrom" und „Resonanz" bereits in weitere Kreise gedrungen. Da lag es natürlich nahe, diese Begriffe auch zur Erklärung der Überspannungserscheinungen heranzuziehen. Viel Klarheit herrschte wohl im allgemeinen nicht und war auf diesem Wege auch kaum zu erlangen. Es dauerte auch bei mir eine Weile, bis es mir gelungen war, ein physikalisch einigermaßen zutreffendes Bild von den Überspannungsvorgängen in elektrischen Anlagen zu gewinnen. Dieses Bild bestand in der heute zum Allgemeingut der Technik gewordenen Darstellung der Überspannungserscheinungen durch Wanderwellen.

Im Jahre 1908 veranstaltete der Verband Deutscher Elektrotechniker auf seiner Jahresversammlung in Erfurt auch wissenschaftliche Verhandlungen über das Überspannungsproblem; es wurden dort Referate gehalten, und ich konnte bei dieser Gelegenheit über die Auffassung der Überspannungen als Wanderwellen vortragen. Für mich jedenfalls war diese Auffassung, nachdem ich sie mir in mühsamer Arbeit gebildet hatte, zu einer Offenbarung geworden, denn sie gab in der Tat auf fast alle Fragen, die man in bezug auf die Entstehung und den Ablauf der Überspannungen in elektrischen Kraftübertragungen stellen konnte, verblüffend einfache Antworten. In meiner Unerfahrenheit glaubte ich, daß die Wanderwellenvorstellung auch auf dem Verbandstage wie eine Offenbarung wirken müßte. Das war aber keineswegs der Fall. Sie fand offenbar sehr wenig Verständnis und hat sich auch erst in den folgenden Jahren langsam durchgesetzt. Nach dem bewährten Verfahren des Herrn Vortragenden habe ich selbst ein paar Jahre später zur Popularisierung der Wanderwellen dadurch beigetragen, daß ich eine große Zahl von Wanderwellenerscheinungen im Laboratorium herstellte und oszillographierte. Diese in der ETZ veröffentlichten[1] Oszillogramme mit den daneben gestellten, aus der Wanderwellentheorie berechneten Kurven waren viel eindrucksvoller als meine theoretischen Darlegungen in Erfurt.

Auch das genannte Beispiel lehrt, daß es fast immer eine ganze Weile dauert, bis die Allgemeinheit von althergebrachten Begriffen abgeht und neue in sich aufzunehmen vermag. Sicherlich ist die Veranschaulichung neuer Vorstellungen durch Experimente und Bilder das geeignete Mittel, die zeitliche Phasenverschiebung zwischen Theorie und Anwendung, die natürlich für den Fortschritt der Technik sehr nachteilig ist, zu vermindern.

(An den Vortrag schließt sich eine Besprechung an.)

Vorsitzender: Die lebhafte Erörterung, die sich an den Vortrag angeschlossen hat, beweist am besten das große Interesse, das Sie diesem Thema entgegengebracht haben. Ich danke auch den Diskussionsrednern für ihre wertvollen Anregungen und schließe die Sitzung.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Adler, Richard, Dipl.-Ing., Lima (Peru).
Arlt, Colmar, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Bab, Leo, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Blum, Oskar, Ingenieur, Kraftwerk Neufinsing.
Balachowsky, Dimitry, Dipl.-Ing., Paris.
Baier, Hans, stud. rer. techn., Seegefeld.
Cardoso, Antonio Carlos, Professor, Sao Paulo.
Drescher, Hans, Dipl.-Ing., Berlin.
Ehrlich, Josef, cand. ing., Bln.-Halensee.
Engel, Carl, Fabrikant, Budapest.
Felgentreu, Siegfried, cand. ing., Bln.-Steglitz.
Freise, Richard, cand. electr., Braunschweig.
Freund, Karl, Techniker, Maribor.
Gburek, Heinrich, Ingenieur, Berlin.

[1] ETZ 1911, S. 899, 928 und 947; ebenda 1912, S. 1289 und 1321.



Gerl, Karl, cand. ing., Prag.
Germaschewski, Gerhard, cand. electr., Bln.-Neukölln.
Gleichmann, Bernhard, Ministerialdirektor, Honorarprofessor, Dr.-Ing. E. h. Dr. phil., Bln.-Charlottenburg.
Goldschmidt, Bruno, Dipl.-Ing., Berlin.
Gramisch, Otto, Dr.-Ing., Wien.
Gunzelmann, Karl, Ingenieur, Berlin.
Gutmann, Heinz, Ingenieur, Bln.-Oberschöneweide.
Hertwig, Erich, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt.
Hiecke, Heinrich, Ingenieur, Wien.
Holzer, Wolfgang, Bln.-Schöneberg.
Hottenrott, Ernst, cand. electr., Braunschweig.
Jeske, Erich, Techniker, Berlin.
Kallenbach, Alfred, cand. ing., Bln.-Schöneberg.
Kirchschlag, Rudolf, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Kirschnick, Karl, Direktor, Prag.
Klotzbücher, Fritz, Ingenieur, Kraftwerk Neu-Finsing.
Knorr, Curt, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Köhn, Johannes, Dipl.-Ing., Bln.-Oberschöneweide.
Koronczok, Josef, Ingenieur, Berlin.
Krone, Oskar, Dipl.-Ing., Bln.-Friedenau.
Kurt, Paul, Zögling der Gauß-Schule, Berlin.
Lampert, Anton, Ingenieur, Bln.-Wilmersdorf.
„Leha", Fabrik electr. Heiz- und Kochapparate G. m. b. H., Bln.-Neukölln.
Lippert, Karl, stud. ing., Berlin.
Mader, Max, Ingenieur, Bln.-Friedenau.
Mahlitz, Willy, Dipl.-Ing., Petershagen.
Martens, Karl, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Matuschka, Othmar, Ingenieur, Brüx (Most).
Minke, Walter, cand. electr., Bln.-Schöneberg.
du Mont, Paul, Dipl.-Ing., Berlin.
Moser, Oskar, Elektroing., Bln.-Charlottenburg.
Müller, Gustav, Elektroingenieur, Bln.-Siemensstadt.
Nagy, Emil, Dipl.-Ing., Wien.
Neu, Jakob, stud. ing., Berlin.
Niekerke, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin.
Nooß, Erich, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Ohnishi, Sadahiko, Oberingenieur, Bln.-Wilmersdorf.
Otto, Franz, Techniker, Bln.-Lichterfelde.
Panzerbieter, Karl-Heinz, Ingenieur, Berlin.
Pfiffner, Emil, Ingenieur, Hirschthal.
Piwonka, Franz, Dipl.-Ing., Innsbruck.
Pöhls, Max, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Pokorny, Rudolf, Direktor, Bln.-Grunewald.
Poeschel, Wilhelm, cand. electr., Berlin.
Ravenschlag, Adolf, Elektroingenieur, Aich b. Karlsbad.
Reche, Kurt, cand. ing., Bln.-Pankow.
Rehling, Nikolai, Dipl.-Ing., Berlin.
Rethmeyer, Ludwig, Ingenieur, Frankfurt a. d. Oder.
Rohs, Waldemar, cand. ing., Bln.-Neukölln.
Rothschild, Josef, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Sardemann, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Steglitz.
Seguin, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin.
Siwolobow, Wladimir, cand. ing., Berlin.
Sonntag, Richard, cand. ing., Berlin.
Sucksdorff, Wilhelm, stud. ing. electr., Strelitz-Alt.
Schnabl, August, Techniker, Berlin.
Schottky, Walter, Dr., Bln.-Charlottenburg.
Schrage, Wilhelm, Fachschriftsteller, Berlin.
Schwarz, Karl, Ingenieur, Bln.-Tegelort.
Stoffert, Fritz, Ingenieur, Frankfurt a. d. Oder.
Tartakower, A. J., Ingenieur, Lemberg.
Technische Nothilfe, Hauptstelle, Bln.-Steglitz.
Teitzel, Walter, Dipl.-Ing., Bln.-Lankwitz.
Terrao A. L., Ingenieur, Porto (Portugal).
Voß, Erich, Techniker, Berlin.
Welz, Richard, Zögling der Gauß-Schule, Berlin.
Wirthwein, Heinz, Dr. phil., Bln.-Südende.
Wolff, Friedrich, Postrat, Bln.-Halensee.

Elektrotechnischer Verein. E. V.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betr. Fachberichte zur VDE-Jahresversammlung Berlin 1928.

An den Nachmittagen der Berliner Arbeitstagung des VDE, Montag, den 18. Juni, und Dienstag, den 19. Juni 1928, finden, wie in den Vorjahren, Fachberichte statt. Anmeldungen von Fachberichten sind der Geschäftstelle, von der auch Richtlinien für Fachberichterstatter kostenlos erhältlich sind, bis zum 29. Februar 1928 einzusenden.

Kommission für Drähte und Kabel.

Nachstehend werden einige Änderungen an den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928" bekanntgegeben, die der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt werden sollen.

Einsprüche sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 15. April 1928 an die Geschäftstelle zu richten.

Entwurf.

Änderungen der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1928".

§ 3:

„Die Gummihülle der Leitungen muß nach Fertigstellung folgender Zusammensetzung entsprechen:

Mindestens 33,3 % Rohkautschuk, der nicht mehr als 6 % Harz enthalten darf.

(Weiterer Text wie bisher.)"

§ 8: „Rohrdrähte

für Niederspannungsanlagen zur erkennbaren Verlegung, die es ermöglichen, den Leitungsverlauf ohne Aufreißen der Wände zu verfolgen.

Bezeichnung: NRA.

Rohrdrähte sind Gummiaderleitungen mit gefalztem, eng anliegendem Metallmantel (nicht Bleimantel) mit einer Wanddicke von mindestens 0,2 mm. An Stelle der getränkten Beflechtung erhalten sie eine mechanisch gleichwertige, isolierende Hülle von mindestens 0,4 mm Wanddicke. Rohrdrähte sind als Einfach- und Mehrfachleitungen in Querschnitten von 1,5 bis 6 mm² zulässig. Mehrfachleitungen sind durch Verseilung der Einzeladern herzustellen.

Bei Rohrdrähten muß die zum Ersatz der Beflechtung dienende isolierende Hülle aus getränktem Papier, Bitumen[1] oder vulkanisiertem Gummi bestehen. Bei Mehrfachleitungen ist zum Ausfüllen Jute, Bitumen oder vulkanisierter Gummi zu verwenden. Falls die Hülle aus vulkanisiertem Gummi besteht, muß die verwendete Gummimischung mechanisch fest und widerstandsfähig sein und einen Rohgummigehalt von mindestens 33⅓ % haben. Sie braucht jedoch nicht den Vorschriften über die Zusammensetzung der Gummihülle nach § 3 zu entsprechen. Falls der Metallmantel der Rohrdrähte aus Eisen besteht, ist er mit einem rostsicheren Überzug zu versehen, der entweder aus Blei (NRAP) oder Aluminium (NRÄA) bestehen soll. Bei verbleiten Eisenbändern muß die Bleiauflage mindestens 3,4 g je dm² Oberfläche sein.

Rohrdrähte können unmittelbar unter dem gefalzten Metallmantel und in metallischer Verbindung mit ihm blanke oder verzinnte Kupferleiter von mindestens 1,5 mm² Querschnitt enthalten. Bei Rohrdrähten, bei denen die über den Adern angeordnete isolierende Hülle aus Bitumen oder vulkanisiertem Kautschuk besteht, müssen diese Kupferleiter verzinnt sein. Rohrdrähte mit Kautschukhülle, bei denen der gefalzte Metallmantel eine besondere Umhüllung besitzt, gelten als kabelähnliche Leitungen und müssen einen eingelegten Kupferleiter haben.

Für den äußeren Durchmesser der Rohrdrähte gilt folgende Tafel:

Anzahl der Adern und Kupferquerschnitt mm²	Außen-Durchm. (über Falz gemessen) nicht unter mm	nicht über mm
1,5	5,1	5,8
2,5	6	6,8
4	6,4	7,2
6	6,8	7,6
2 × 1,5	8,2	9,2
2 × 2,5	9,5	10,5
2 × 4	10	11
2 × 6	11	12
3 × 1,5	8,9	9,9
3 × 2,5	10	11
3 × 4	11	12
3 × 6	12	13
4 × 1,5	9,5	10,5
4 × 2,5	11	12
4 × 4	13	14,5
5 × 1,5	10	11

Die Rohrdrähte müssen einer halbstündigen Prüfung mit 2000 V Wechselspannung zwischen den Leitern und zwischen Leiter und Metallmantel im trockenen Zustande widerstehen können.

Anmerkung: Die Prüfung des Rostschutzes wird in folgender Weise vorgenommen:

Feststellung der Verbleiungstärke und Gleichmäßigkeit der Bleischicht auf chemischem Wege.

a) Feststellung der Verbleiungstärke durch Elektrolyse. Elektrolyt: Natronlauge von mindestens 10° Bé.

[1] Unter Bitumen wird handelsüblich ein Gemisch von verschiedenen Asphalten verstanden, das unter Zusatz von Schwefel in der Hitze ähnlich wie Kautschuk vulkanisiert wird.



Der Elektrolyt muß nahe am Siedepunkt gehalten werden (etwa 96 ° C). Die Stromstärke muß 1,8 A/dm² sein. Dabei ist die Anfangsspannung 0,8 V und steigt auf etwa 3 V. Die Dauer der Entbleiung richtet sich nach der Stärke der Bleischicht und beträgt etwa ½ bis 1 Stunde. Der Elektrodenabstand ist 4 bis 5 cm. Als Kathode dient blankes Eisenblech, als Anode das zu entbleiende Mantelstück ohne Falz. Dieses muß an einem Eisendraht aufgehängt werden und vollständig vom Elektrolyten umgeben sein. Vor dem Versuch muß das Blei auf der Innenseite des Bandes vollständig entfernt oder durch einen Anstrich geschützt werden. Das Bleigewicht muß mindestens 3,4 g/dm² betragen.

b) Feststellung der Gleichmäßigkeit der Bleischicht durch Korrosionsprobe.

Unter eine Glasglocke bringt man, ohne den Luftzutritt abzusperren, ein Porzellanschälchen mit unverdünnter Salzsäure und daneben die zu prüfenden entfetteten Rohrstücke. Bei diesem Versuch dürfen sich nach drei Stunden Versuchsdauer keine Rostflecke zeigen.

Die Prüfung mit Aluminium überzogener Eisenbänder findet in folgender Weise statt:

Mit Aluminium überzogene Eisenbänder müssen vor der Prüfung mit Äther gründlich entfettet werden. Um Fehler oder mechanische Verletzungen der Aluminiumauflage festzustellen, werden die Eisenbänder zunächst in eine Kupfersulfatlösung (1 : 5) 30 s eingetaucht. Nach sorgfältigem Abspülen in fließendem Wasser werden die Eisenstreifen jeweils 60 s in Salzsäure getaucht (n/1 Salzsäure = 36,5 g HCl in 1000 cm³ Wasser), nach abermaligem Abspülen jeweils 30 s der Kupfersulfatlösung ausgesetzt. Vom fertigen Rohrdraht entfernt sollen die Eisenbänder vier Tauchungen dieser Art aushalten können, ohne daß sich ein erkennbarer Kupferniederschlag bildet.

§ 9. Bleimantelleitungen

für Niederspannungsanlagen zur festen Verlegung über Putz. (Für unterirdische Verlegung nicht zulässig.)

Bezeichnung: N B U mit Faserstoffbeflechtung,
N B E U mit Eisenbandbewehrung.

Bleimantelleitungen sind mit massiven Leitern als Zweifach-, Dreifach- und Vierfachleitungen von 1,5 mm² bis 6 mm² Querschnitt zulässig. Als Adern sind N G A-Leitungen zu verwenden, bei denen die Beflechtung fortfällt. Mehrfachleitungen sind aus Einzeladern so zu verseilen und mit Gummi so zu umpressen, daß alle Hohlräume ausgefüllt sind und der Gummimantel an der schwächsten Stelle mindestens 0,4 mm dick ist. Die zum Ausfüllen der Hohlräume und für den gemeinsamen Gummimantel verwendete Gummimischung muß einen Rohgummigehalt von mindestens 33⅓ % haben; sie braucht jedoch nicht den Vorschriften über die Zusammensetzung der Gummihülle nach § 3 zu entsprechen. Die äußere Gummihülle ist mit einem nahtlosen, enganliegenden Bleimantel zu umpressen. Der Bleimantel wird mit säurebeständiger Masse umgeben, mit zwei in säurefester Masse gebetteten Lagen getränkten Papiers bewickelt und dann mit Faserstoffen (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen) beflochten, die mit säurefester Masse zu tränken sind (Type N B U). Bei bewehrten Bleimantelleitungen folgt über der Papierbespinnung eine Bewehrung mit zwei Lagen Bandeisen von 0,2 mm Dicke, hierüber eine Beflechtung mit Faserstoffen (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen), die mit säurefester Masse zu tränken ist (Type N B E U).

Bleimantelleitungen müssen unmittelbar unter dem Bleimantel und in metallischer Verbindung mit ihm einen verzinnten Kupferleiter von 1 mm² Querschnitt enthalten.

Kupferquerschnitt mm²	Dicke des Bleimantels mm	Äußerer Durchmesser NBU etwa mm	Äußerer Durchmesser NBEU etwa mm
2 × 1,5	0,9	14	14
2 × 2,5	0,9	15	16
2 × 4	1	16,5	17,5
2 × 6	1	17,5	18,5
3 × 1,5	0,9	14,5	15,5
3 × 2,5	1	16	17
3 × 4	1	17,5	18,5
3 × 6	1	18,5	19,5
4 × 1,5	0,9	15,5	16,5
4 × 2,5	1	17	18
4 × 4	1	18,5	19,5
4 × 6	1	20,5	21,5

Bleimantel und Außendurchmesser der Bleimantelleitungen müssen der vorstehenden Tafel entsprechen.

Die Bleimantelleitungen müssen einer halbstündigen Prüfung mit 2000 V Wechselspannung zwischen den Leitern und zwischen Leiter und dem Metallmantel im trockenen Zustand widerstehen können.

§ 22. Leitungstrossen.

Der 5. Absatz erhält folgenden Wortlaut:

„Leitungstrossen müssen einen Erdungsleiter enthalten. Die Erdungsleiter müssen aus verzinntem Kupfer bestehen. Die Kupferseele muß den gleichen Querschnitt wie die stromführenden Leiter haben, braucht jedoch nicht größer als 50 mm² zu sein."

Im Absatz III „Belastungstafel für gummiisolierte Leitungen" werden die Angaben für den Querschnitt 5 mm² gestrichen.

(Es wird ferner darauf aufmerksam gemacht, daß in dem Sonderdruck VDE 398 folgende Druckfehler zu berichtigen sind:

In § 15 muß die Dicke der Gummischicht bei Werkstattschnüren von 2,5 mm² Querschnitt „0,9 mm" sein.

In § 17, letzter Satz, muß es anstatt § 12 „§ 18" heißen.)

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein Königsberg i. Pr. 20. II. 1928, abds. 7¾ h, Physikal. Institut der Universität, Steindamm 6: Lichtbildervortrag Obering. Kohnert, „Die deutsche Marine im Weltkriege unter bes. Berücks. der Technik."

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 23. II. 1928, abds. 7½ h, Staatliche Gewerbe-Akademie, Hörsaal 199: Vortrag Dr. Piloty, „Das Klingenberg-Werk".

Elektrotechn. Verein München. 29. II. 1928, abends 8 h, T. H. München, Hörsaal 848: Lichtbildervortrag Obering. E. Alzner, „Neuzeitl. Blindleistungserzeug. u. deren Wirtschaftlichkeit".

Deutsche Gesellschaft für technische Physik und Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 17. II. 1928, abds. 7½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. der T. H.: a) Vortrag E. Warburg, „Über die Photolyse von Jodwasserstofflösungen in Hexan und in Wasser". b) H. Schulz, „Geometrische Optik auf dem Zeichenbrett".

PERSÖNLICHES.

H. A. Lorentz †.

Am 4. Februar starb nach kurzer Erkrankung im Alter von 75 Jahren Hollands großer Physiker Hendrik Antoon Lorentz; mit ihm ist einer der Führer im Reich physikalischer Forschung dahingegangen.

Im Jahre 1853 in Arnheim geboren, war Lorentz aus einfachen Verhältnissen herausgewachsen und auf selbständige Studien angewiesen. Vom Lehrer einer kleinen Abendschule hat er sich bald zum Nachfolger von van der Waals an der Universität Leiden emporgeschwungen, dessen molekulartheoretischen Arbeiten er entscheidende Anregungen verdankt; seitdem gehörte er zu den bekanntesten Forschern, wozu seine zahlreichen Lehrbücher und seine große Vortragstätigkeit ebenso beitrugen wie seine wissenschaftlichen Entdeckungen. 1900 konnte er sein 25jähriges Doktorjubiläum auf der Höhe seines Ruhmes feiern; das Jahr 1905 hat ihn auch in Berlin gesehen, wo er unter dem Titel „Ergebnisse und Probleme der Elektronentheorie" Vorträge hielt, die in dem betr. Jahrgang (S. 555) der Elektrotechn. Zeitschrift veröffentlicht wurden. 1912 wurde er zum Kurator der Teylerstiftung in Haarlem ernannt, wo er seitdem in freier wissenschaftlicher Forschung sein Leben verbringen konnte und bis zu seinem Tode gelebt hat. In den letzten Jahren ist sein Name auch weiteren Kreisen als eines

Organisators der Wissenschaft bekanntgeworden, als er den Vorsitz der Kommission für internationale Zusammenarbeit des Völkerbundes übernahm.

Lorentz gehört zu den wenigen, die die Bedeutung der Maxwellschen Theorie schon sehr früh erkannten, und er hat durch seinen Ausbau der Maxwellschen Elektrodynamik (Vektorpotential, mechanische Kraft auf bewegte Ladungen im magnetischen Feld) wesentlich zu ihrer Verbreitung beigetragen. Im Zusammenhang mit diesen Arbeiten entstanden seine Untersuchungen zur Strahlungstheorie, wo er vor allem kurze Wellengruppen durch Fourier-Analysen zu beherrschen lehrte; seine größte Bedeutung fand er jedoch in seiner Durcharbeitung der Elektronentheorie, die für ihn ganz aus der Maxwellschen Elektrodynamik herauswuchs und deren eigentlicher Vater er geworden ist, wenn auch die Entdeckung des Elektrons selbst älteren Forschern zugeschrieben werden muß. Seine Rechnungen zur Entstehung des Lichts aus schwingenden Elektronen fanden ihre große Bestätigung, als sie die Ergebnisse seines Landsmanns Zeemann, die Aufspaltung der Spektrallinien im magnetischen Feld, in hervorragender Übereinstimmung zu erklären vermochten; und wenn wir auch heute, nach der Beurteilung dieses Effekts im Rahmen der Quantentheorie Plancks und Bohrs, diese Übereinstimmung eigentlich als einen glücklichen Zufall ansehen müssen, hinter dem die Natur ihr komplizierteres Wesen gleichsam versteckte, so haben wir seit diesen Rechnungen von Lorentz doch erst die endgültige Anerkennung der Elektronentheorie zu datieren.

Obgleich Lorentz, vom Standpunkt der heutigen Physik gemessen, eigentlich schon eine Generation zurückliegt, und mehr zu den Wegbereitern der modernen Physik gehört als zu ihren unmittelbaren Schöpfern, hat er doch die glückliche Gabe besessen, sich auch im hohen Alter noch in die neuen Ideen hineinzuleben und sie aus vollem Herzen anzuerkennen. Das zeigt sich vor allem auch in seinem Verhältnis zur Relativitätstheorie, die er in seiner „Lorentz-Transformation" und seiner „Lorentzverkürzung" schon nahezu gefunden hatte; er hat trotz eines gewissen gefühlsmäßigen Gegensatzes zur Einsteinschen Lehre, die er in ihrer erkenntnistheoretischen Deutung nicht mitmachen konnte, deren physikalische Bedeutung stets anerkannt und für die Förderung der Einsteinschen Lehre sein möglichstes getan. Daß er auch die Plancksche Quantentheorie von Herzen bejahte, zeigt am besten ein kurzer Aufsatz zum 25. Geburtstag der Quantentheorie, den er in den „Naturwissenschaften" 1925 veröffentlichte. So ist er auch zu den großen deutschen Physikern in herzliche persönliche Beziehungen getreten; es sind nicht nur Fachgenossen und Bewunderer seines physikalischen Lebenswerkes, es ist mit ihnen zugleich eine große Schar persönlicher Freunde, die in diesen Tagen an seiner Bahre trauert. H. Reichenbach.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Beitrag zur Kenntnis der Isolierstoffe.

Zu den Ausführungen des Herrn H. W. L. BRÜCKMAN auf S. 1620 der ETZ, H. 44, 1927, wäre folgendes zu bemerken:

Der Vergleich zwischen dem Dreileiter-imprägnierten Papierkabel und dem Karetnjakabel zugunsten des letzteren, ist für ein Kabel mit Gürtelisolation angestellt worden. Man weiß aber sehr gut, daß für hohe Spannungen von z. B. 50 kV (welche Spannung von Herrn BRÜCKMANN für das Karetnjakabel gewählt worden ist) es keine Dreileiterkabel mit Gürtelisolation in Funktion gibt. Damit dieser Vergleich einen Sinn habe, müsse er mit einem Dreileiter imprägnierten Papierkabel, Type H, angestellt werden, wovon gegenwärtig zahlreiche Längen im Betrieb sind. In diesem Fall wirkt das imprägnierte Papier unter günstigen Bedingungen (senkrechte Kraftlinien auf die Papierlagen) und zeigt eine absolut geradlinige dielektrische Verlustkurve in Funktion der Spannung, wie das Karetnjakabel. Siehe z. B. die Reklame in der ETZ vom 6. Oktober 1927 und den Artikel in der Rev. Gén. de l'El. vom 31. Dezember 1927 über die Stabilität der Kabel im Betrieb. Das imprägnierte Papierkabel hat dem neuen vorgeschlagenen Material gegenüber den Vorteil eines sehr niedrigen cos φ, einige ‰ statt einiger %.

Zahlentafel 1 gibt den Vergleich der cos φ für ein imprägniertes Papierkabel von 60 kV (vor und nach der Erwärmung) und für ein Karetnjakabel von 50 kV.

Wenn man anderseits den Standpunkt der dielektrischen Durchschlagsfestigkeit in Betracht zieht, so zeigt sich, daß, während das Karetnjakabel bei einem Gradienten von 220 kV/cm durchschlägt, das imprägnierte Papierkabel eine Durchschlagsfestigkeit von etwa 350 kV/cm hat.

Zahlentafel 1.
cos φ.

kV	Karetnjakabel 50 kV	Imprägniertes Papierkabel, Type H 60 kV
10	0,048	0,0042
20	0,048	0,0042
30	0,049	0,0042
40	0,050	0,0042
50	0,053	0,0042
60		0,0042

Im Hinblick auf diese zwei Punkte erscheint es mir, daß im Gegensatz zu der Meinung des Verfassers das imprägnierte Papier, wenn es unter rationellen Bedingungen im Betrieb ist, als Isoliermaterial dem neuen vorgeschlagenen Material weit überlegen ist. Die oben angegebenen Zahlen, welche jedermann bekannt sind, werden es Ihren Lesern ermöglichen, den genauen Vergleich zwischen den zwei Isoliermaterialien, um die es sich hier handelt, anzustellen.

Brüssel, 9. I. 1928. R. Barrat.

Erwiderung.

Zu den Bemerkungen des Herrn BARRAT sei folgendes erwidert[1].

1. Die charakteristische, mehr oder weniger plötzlich ansteigende Verlustkurve des Papierkabels ist nicht eine Folge der tangentialen Kraftlinien des einmanteligen Drehstromkabels, sondern findet ihre Ursache in der Kombination Papier—Öl mit etwaiger Luft oder Vakuum oder Gasblasen, man findet sie denn auch bei H-Kabeln oder andren Hochspannungskabeln mit nur normalen Kraftlinien ebensogut wie bei Kabeln, wo auch tangentiale elektrische Kraftlinien auftreten müssen, sei es denn auch bei höheren Spannungen, wenn der Fabrikation im übrigen besondere Sorgfalt gewidmet wird. Ich habe nur betont, daß die Kombination Papier—Öl mit den bei der Herstellung nicht zu vermeidenden Öl-Luft- oder Gasblasen einem mehr homogenen Material notwendig unterlegen sein muß, weil dann die plötzliche Steigungstendenz gar nicht vorliegt; bei in dieser Hinsicht homogenen Materialien verliert die Verlustkurve die für den Betrieb kritische Biegung nach oben und dadurch allen Wert.

2. Die von Herrn BARRAT genannte Zahl von 350 kV/cm ist wohl sehr hoch; ich bemerke, daß die von mir angegebene Größe von 220 kV/cm für Karetnja zwischen den von mir konstruierten Flachelektroden gemessen wurde (ETZ 1924 S. 1097), also in einem homogenen elektrischen Felde. Zwischen diesen habe ich für Manillapapier kaum mehr als 150 bis 180 kV/cm gefunden, und um dieselben Werte für Öl oder Kabeltränkmasse zu finden, muß man ein Trocknungsverfahren anwenden, das nur im Laboratorium möglich ist, in der Fabrik aber auf so große Schwierigkeiten stoßen würde, daß man sich mit niedrigeren Werten begnügen muß; bekanntlich ist man bei Transformatoröl schon mit 60 kV/cm zufrieden, obgleich man für ganz trockenes Öl auch wohl 150 bis 200 kV/cm als dielektrische Festigkeit nachweisen kann, wenn es nur eingehend getrocknet wird.

Wenn nun die zusammensetzenden Teile nur höchstens 200 kV/cm Festigkeit haben, wird die Kombination nie 350 kV/cm aushalten können. Vermutlich liegt also hier bei den von Herrn BARRAT gegebenen Zahlen eine Vergleichung ungleicher Belastungszustände vor. Es ist deutlich, daß Karetnja in einem logarithmischen Felde, sowie ein Kabel anhaftet, auch mehr aushalten wird als in dem homogenen Felde zwischen meinen Elektroden. Jedenfalls müßte sowohl im Kabel als zwischen den Elektroden ein mehr homogenes Material, welches es auch sei, einer Kombination Papier—Öl mit ihren Verunreinigungen, Luft, Gas oder Vakuum, vorzuziehen sein.

3. Man muß schließlich nicht vergessen, daß gute Papierkabel auf eine durch jahrzehntelange Erfahrung raffinierte Fabrikationsweise hergestellt werden, während das Karetnjakabel aus einer kleinen Fabrik stammt, die mehr hauptsächlich für Versuche eingerichtet ist.

Die Versuche sind allerdings sehr interessant und vielversprechend.

Delft, 13. I. 1928. H. W. L. Brückman.

[1] Ich möchte vorausschicken, daß in Abb. 2 meiner Arbeit durch ein Versehen der Druckerei tg δ in % anstatt in ‰ angegeben ist.

LITERATUR.

Besprechungen.

Transformatoren. Von Prof. Dipl.-Ing. Fr. Sallinger. Mit 66 Textabb., 12 Taf. u. 114 S. in 16°. (Samml. Göschen Bd. 952.) Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927. Preis geb. 1,50 RM.

In drei kurzen Kapiteln werden die Theorie, der Aufbau und die Prüfung des Transformators in einer Weise behandelt, die es dem Leser auch ohne bedeutende Vorkenntnisse ermöglicht, ein im wesentlichen richtiges und vollständiges Bild der elektrischen Vorgänge im Transformator und seiner Konstruktion zu gewinnen. Das Bändchen kann deshalb insbesondere Studierenden und Anfängern bestens empfohlen werden. Der theoretische Teil ist auf Kosten der übrigen Kapitel relativ ausführlich gehalten und vereinigt in sich die wichtigsten, in der Spezialliteratur zum Teil verstreut liegenden Ergebnisse langjähriger Entwicklung. An manchen Stellen wäre jedoch eine größere Klarheit und bessere Herausschälung des Wesentlichen angebracht gewesen. So dürfte z. B. die Ableitung der Formel für die Streuspannung (Gl. 21 bis 21 a), die übrigens nicht die Streuspannung einer Wicklung, wie behauptet, sondern ganz überflüssigerweise die Hälfte der Gesamtstreuspannung angibt, schwerlich allgemeines Verständnis finden. Auch hätte durch Einführung des Rogowskischen Faktors die Genauigkeit der Gleichungen für die Streuspannungen und Kurzschlußkräfte gesteigert und das recht umständliche Formelwerk für die Wirbelstromverluste im Kupfer vereinfacht werden können. Die zum Kapitel „Aufbau des Transformators" gehörigen Abbildungen ausgeführter Konstruktionen sind bis auf einige veraltete (S. 110 bis 113 und Tafel II) gut ausgewählt und geeignet, den kurzgefaßten Text wirkungsvoll zu ergänzen. Der Abschnitt „Erwärmung" geht über recht bemerkenswerte Ansätze leider nicht hinaus, obwohl diese Dinge für die Praxis viel wichtiger sind, als die im Abschnitt „Entwurf" ausführlich angegebenen „Gesetze" des Ebenmaßes, die man höchstens als Faustregeln gelten lassen kann. In dem der Prüfung des Transformators gewidmeten Schlußkapitel sind die neuen VDE-Vorschriften (RET 23) berücksichtigt worden. R. Küchler.

Wireless Loud-Speakers. A practical manual describing the principles of operation, performance and design. Von N. W. McLachlan. Mit 85 Textabb., VIII u. 138 S. in 8°. Verlag von Iliffe & Sons Ltd. London 1927. Preis geh. 2/6 net.

Das vorliegende Büchlein beschreibt in recht übersichtlicher Darstellung die wichtigsten Lautsprecherarten und ihre Wirkungsweise. Vorausgeschickt wird ein kurzes Kapitel, das sich mit den Hauptbegriffen der physikalischen sowie der physiologischen Akustik befaßt und das unter anderem auch die neueren amerikanischen Messungen der Ohrempfindlichkeit und der Sprachstruktur enthält. Von dem eigentlichen Stoff wird zunächst der Trichterlautsprecher in seiner üblichen Form behandelt; insbesondere werden die physikalischen Eigenschaften des Trichters sowie der Membran besprochen. Ein Kapitel ist auch der ausführlichen Beschreibung von einigen handelsüblichen Lautsprechern gewidmet. Eine Reihe von weiteren Kapiteln beschäftigt sich mit den trichterlosen Lautsprechern; unter den hierher gehörigen und hier besprochenen Erscheinungen seien die Schallabstrahlung von Membranen, die Wirkung eines Schallschirmes, der Einfluß der Membranformen und die verschiedenen elektrischen Erregungsarten erwähnt; der allgemeinen Theorie schließt sich wiederum die Beschreibung einiger Lautsprechertypen, insbesondere des Western Electric-Konus-Lautsprechers, an. Ein kurzer Abschnitt über den Bau von Verstärkern, sowie eine kleine Übersicht über die wichtigsten Eigenschaften der Lautsprecher bilden den Schluß. Von deutschen Lautsprechern ist nur kurz der Blatthaller genannt; in Deutschland ausgeführte Untersuchungen über Lautsprecher sind nicht erwähnt.

Die Darstellung ist trotz ihrer etwas populären Fassung recht klar und gut; das Buch kann für eine Orientierung über Lautsprecher empfohlen werden.

E. Meyer.

Der elektrische Kraftwagen. Von Dipl.-Ing. W. Rödiger. Handbuch f. Bau u. Betrieb v. Elektromobilen u. Elektrokarren. Mit 79 Textabb. u. 164 S. in 8°. Verlag von Georg Siemens, Berlin 1927. Preis geb. 6 RM.

Der Verfasser hat sich auf die dem Elektromobil eigentümlichen Konstruktionen beschränkt, ohne auf das, was dem Benzinwagenbau entlehnt und in der ausgedehnten Literatur dieses Faches leicht zu finden ist, einzugehen. In dieser Beschränkung gibt er eine geschlossene Zusammenfassung aller Einzelheiten, über welche der Ingenieur, der Fabrikant, aber auch der Führer und Besitzer eines Elektromobils unterrichtet sein muß. Er bringt es klar zum Ausdruck, daß der Benzinwagen nicht durch das Elektromobil verdrängt werden wird, daß dieses aber innerhalb der Grenzen seiner Eigenart ein wirtschaftliches und außerordentlich betriebsicheres Beförderungsmittel ist, vor allem ausgezeichnet durch Sauberkeit, Geruch- und Geräuschlosigkeit.

Das übersichtlich angeordnete, in der Darstellung kurz und klare, und vom Verleger auch gut ausgestattete Buch verdient deshalb besondere Beachtung, weil an der Vervollkommnung des Elektromobils weite Kreise der Bürgerschaft, besonders die Großstädter, ein begründetes Interesse haben; denn als öffentliches Verkehrsmittel und zwar sowohl als Droschke wie als Omnibus ist das Elektromobil durchaus in der Lage, den Benzinwagen zu ersetzen und die in den Straßen der Großstadt immer unerträglicher werdende Luftverpestung zu mindern.

Daneben ist das Elektromobil, das seine Batterie nachts aufladen kann, ein ausgezeichnetes Mittel, den Elektrizitätswerken Nachtstromabgabe zu verschaffen und ihre Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Verbraucht doch eine einzige der neuen Berliner elektrischen Kleindroschken soviel Energie im Jahre wie 150 Berliner Kleinwohnungen. Dabei besitzt nach den Angaben des Buches eine solche Droschke nur einen Motor von 3,57 PS, während der im Buche beschriebene Elektro-Omnibusmotor 15 PS leistet, der 5 t-Lastwagen sogar mit Motoren von 25 bis 35 PS Leistung ausgerüstet ist und einen Energieverbrauch von dem Mittel 10 000 bis 20 000 kWh im Jahre hat.

Nicht erwähnt werden vom Verfasser die zahlreichen anderen mit Akkumulatoren getriebenen Fahrzeuge, wie die Triebwagen der Reichsbahn, die sich allmählich durchsetzenden Verschiebelokomotiven, ferner Wasserfahrzeuge aller Art, Flußfähren usw. Der Stromverbrauch eines der üblichen Triebwagen der Reichsbahn beträgt etwa 60 000 kWh, der einer Verschiebelokomotive 20 000 kWh im Jahre. Diese Zahlen zeigen deutlich, von welcher Bedeutung das Aufladen von Triebbatterien für die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke werden kann.

B. Thierbach.

Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs. Von Prof. E. Nicolas. 3. Aufl. Mit 269 Textabb., 66 Beispielen, VIII u. 278 S. in 8°. Librairie Vuibert, Paris 1926. Preis geh. 22 Fr.

Das Buch ist insbesondere für Schüler elektrotechnischer Fach- und Mittelschulen bestimmt und setzt die Kenntnis des Gleichstromes voraus. Die Erklärungen der oft schwierigen Eigenschaften des Wechselstromes und der Wechselstrommaschinen erfolgt an Hand anschaulicher, zum Teil dreifarbiger Zeichnungen mit nur wenigen mathematischen Formeln. Die Darstellung und Besprechung der Maschinen und Geräte läßt eine enge Verbindung des Verfassers mit der ausführenden Industrie, besonders derjenigen seines Landes und der Schweiz, erkennen. Erfreulich ist, daß auch deutsche Erzeugnisse abgebildet und beschrieben sind. Neumann.

Weltanschauung eines Technikers. Von Baurat E. Meisner. Mit 137 S. in 8°. Verlag von Carl Heymann, Berlin 1927. Preis geh. 8 RM.

Der Titel des Buches hat etwas enttäuscht. Man hatte die stille Hoffnung, daß der Verfasser sich auch mit der Technik auseinandersetzen und ihre Einordnung in Weltanschauungsfragen, also in die Philosophie, beschäftigen wird. Davon ist aber in dem Buch nirgends die Rede. Das Buch untersucht in sehr klarer und verständlicher Weise eine Reihe von Fragen der allgemeinen Weltanschauung, die einem jeden entgegentreten, der sich auch nur etwas mit philosophischen Dingen befaßt. So werden das Problem der Erkenntnis, das Leben, die Wechselwirkung zwischen Seele und Körper, der sittliche Trieb, Wille, Religion usw. in ausführlichen Abschnitten behandelt, wobei wir lobend hervorheben wollen, daß der Verfasser, wie dies sich wohl aus seiner ganzen technischen Erziehung ergibt, versucht, überall weitgehende abstrakte Ausführungen zu vermeiden und dafür anschauliche, aus dem Leben gegriffene Beispiele zu finden. Nur hieran merkt man, daß man es mit einem Techniker zu tun hat, der aus seiner ganzen Veranlagung und Erziehung heraus stets nach Anschaulichkeit der Darstellung drängt. Die Technik selbst spielt in dem Buch gar keine Rolle. Wir möchten daher von einer kritischen

Stellungnahme absehen. Eine Beurteilung vom rein philosophischen Standpunkt aus geht über den Rahmen dieser Zeitschrift und unterbleibt daher.

Dipl.-Ing. Carl Weihe.

Das Dewey-System (Dezimal-Klassifikation) und seine Verwendbarkeit für Bibliotheken und Literaturkarteien. Von W. B. Niemann. Mit 18 S. in 8°. Verlag von Robert Kiepert, Charlottenburg 1927. Preis geh. 1 RM.

Man kann sagen, daß die Notwendigkeit eines allgemein-gültigen „genormten" Ordnungsverfahrens im Laufe der letzten 10 Jahre von einem größeren Kreis erkannt worden ist, nachdem schon viel früher beispielsweise namhafte deutsche Bibliothekare sich für ein solches ausgesprochen haben, ohne allerdings zu der Lösung dieser überaus schwierigen Frage beizutragen. So ist es gekommen, daß, wie ich in einer ausführlicheren Veröffentlichung im einzelnen gezeigt habe, die Dezimalklassifikation in der Brüsseler Bearbeitung auch bei uns in Deutschland eine gewisse Anzahl von Anwendungen gefunden hat. Man muß einen Teil der Anwendungen der Dezimalklassifikation aus eigener Anschauung kennen, wenn man darüber schreiben will. Man fördert die ganze Angelegenheit nicht dadurch, daß man nur fremde Urteile anführt, wie Verfasser es tut. Bei gutem Willen kann man schließlich an jeder Sache etwas auszusetzen finden. Die wissenschaftlich arbeitende Welt braucht aber, namentlich für die Gemeinschaftsarbeiten, eine Stoffeinteilung, und gerade die deutschen Elektrotechniker haben diese Tatsache durch Einsetzen eines besonderen Ausschusses zum Ausdruck gebracht, der sich insbesondere damit einverstanden erklärt hat, daß Elektrotechnik durch die vierstellige Zahl 621.3 wiedergegeben wird. Gewiß wäre es schlimm um eine Sache bestellt, wenn sie keine Kritik vertragen könnte. Wenn diese aber von oben herunter ausgesprochen wird, so müßte ihr, wie ich wiederholt betone, etwas mehr Sachkenntnis zugrunde liegen.

Hanauer.

Abhandlungen zur Wellenmechanik. Von E. Schrödinger. Mit 12 Textabb., IX u. 169 S. in 8°. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1927. Preis geh. 5,70 RM, geb. 7,20 RM.

Dieses Buch bringt noch einmal gesammelt die Abhandlungen, in denen Schrödinger seine neue Mechanik für Räume atomarer Größenordnung begründet. Wir haben im vergangenen Jahrgang dieser Zeitschrift (S. 690) ausführlich über die neue Theorie berichtet und auch bereits auf diese Sammelausgabe der Abhandlungen Bezug genommen, so daß dieser Hinweis genügen mag.

R. Samuel.

Deutsches Elektrizitäts-Recht. Von Dr. A. Steinhauser und Dipl.-Ing. L. Steinhauser. Mit XV u. 156 S. in 8°. Verlag von J. Schweitzer (Arthur Sellier), München, Berlin u. Leipzig 1928. Preis geb. 7 RM.

Den Inhalt des Buches bildet eine Darstellung der in Deutschland bestehenden Rechtsordnung und rechtlichen Verhältnisse, soweit sie sich auf elektrische Unternehmungen, elektrische Anlagen, den Verkehr mit elektrischer Energie und damit zusammenhängende Dinge und Belange beziehen. Soweit dem Berichterstatter bekannt, ist es das erste Werk, das diesen vielseitigen Gegenstand in dem angegebenen Umfang behandelt. Ein kodifiziertes Elektrizitätsrecht besitzen wir in Deutschland nicht. Obwohl es an Anregungen und Versuchen zu einer umfassenden und einheitlichen Regelung der rechtlichen Verhältnisse im Bereich des Elektrizitätswesens weder am Anfang der Entwicklung der Starkstromtechnik noch während dieser Entwicklung gefehlt hat, ist es bisher nicht dazu gekommen. Diese Tatsache kann man bedauern oder mit Genugtuung, vielleicht sogar mit Freude feststellen. Sie hat aber nicht gehindert, daß im Gebiete des Elektrizitätswesens eine erhebliche Anzahl von gesetzlichen und gesetzesähnlichen Bestimmungen geschaffen worden ist, die einzelne Teilgebiete nach verschiedenen Richtungen hin ordnen, während andere Teilgebiete auf dem Wege der Selbstverwaltung geregelt wurden, wieder andere nach den Normen des allgemeinen, insbesondere des Vertragsrechts zu beurteilen sind; in einzelnen Teilgebieten bestehen aber zweifellos merkbare Lücken. Bei dieser Sachlage war es eine schwere Aufgabe, die sich die Verfasser des Buches gestellt haben. Mit der vorliegenden grundlegenden Arbeit haben sie sich ein anerkennenswertes Verdienst um die Elektrotechnik erworben und ein sehr erwünschtes Hilfsmittel geschaffen, denn die große Zersplitterung der Quellen, aus denen geschöpft werden muß, um zu erkennen, was im Einzelfall Rechtens ist, hat das Bedürfnis nach einer zusammenfassenden Darstellung oft recht lebhaft empfinden lassen.

Auch die Art der Bearbeitung, wie sie in dem Buche vorliegt, muß als sehr gelungen bezeichnet werden. Sie läßt erkennen, daß ein in langjähriger verantwortlicher Beschäftigung mit den rechtlichen und verwaltungstechnischen Seiten des Gegenstands vertrauter Jurist die Feder geführt hat, dem ein tüchtiger Elektrotechniker zur Seite stand. Die Darstellungsweise ist auf Leser und Benützer aus den weitesten Kreisen abgestellt. Mit großem Geschick ist im ersten Hauptstück auf nur 7 Seiten eine klare allgemein verständliche Übersicht über die wichtigsten elektrischen Größen und ihre Bedeutung gegeben. Ebenso durchsichtig sind die folgenden Hauptstücke aufgebaut. Sie belehren den Nichtjuristen über die in Betracht kommenden Rechtsformen, in denen private und öffentliche Unternehmungen auftreten; sodann über die rechtlichen Beschränkungen, denen der Unternehmer unterliegt, sei es auf Grund allgemeiner oder vermöge besonderer nur die Elektrizitätswirtschaft betreffender Gesetze. Ein breiter Raum ist den Vertragsbindungen gegenüber öffentlichen Körperschaften gewidmet, auf denen zahlreiche Unternehmungen aufgebaut sind. Den rechtlichen Beschränkungen ist im vierten Hauptstück die Förderung des Unternehmens durch das Recht gegenübergestellt. Die zweite, etwas größere Hälfte des Werkes behandelt in den Hauptstücken fünf bis neun das Recht der Leitungen und Leitungswege, die Rechtsbeziehungen zu den Gemeinden usw., den Strafrechtsschutz der Elektrizitätswirtschaft, den Schutz durch das bürgerliche Recht und die Leitungszusammenschlüsse und Verkoppelung von Elektrizitätswerken und die Überschreitungen politischer Grenzen. Die Unterteilung der Hauptstücke in wohlgegliederte Abschnitte erleichtert die Übersicht über den Stoff und den Gebrauch des Buches.

Die geordnete Darstellung enthält u. a. kurze Inhaltsangaben der Wassergesetze in Preußen, Bayern, Sachsen, Württemberg und Baden. Sie behandelt ausführlich das Gesetz betr. die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft vom 19. XII. 1919 und das Thüringische Notgesetz vom 20. XII. 1923 und 20. V. 1924 und knüpft an beide Gesetze kritische Betrachtungen, die sich jeder Einseitigkeit fernhalten und vom hohen Standpunkt aus vielumstrittene Fragen in maßvoller Weise behandeln.

Wichtige Gegenstände, wie die Konzessionsauflagen, die von seiten des Staates, insbesondere hinsichtlich der Grundstücksbenutzung und der Wasserrechte gemacht werden, sind durch Mitteilung des Inhalts des „Staatsvertrags" in Bayern und der tatsächlich gestellten Auflagen in Bayern und in Baden verständlich gemacht, so daß ein Unternehmer ohne weiteres sich über diese Einzelheiten unterrichten kann. Ebenso ist für die mit den Gemeinden notwendigen Vereinbarungen ein Schema für den „Zustimmungs"- und Lieferungsvertrag gegeben.

Bei der Besprechung des Strafgesetzes vom 9. IV. 1900 betr. Entziehung elektrischer Arbeit (nicht „Arbeiten", wie S. 117 steht) wird zutreffend auf die Mängel dieses Gesetzes hingewiesen. Neben dem Schutz, den die Strafgesetze den elektrischen Anlagen gewähren, ist auch der Schutz behandelt, den sie gegen Verletzung von Rechtsgütern durch elektrische Anlagen begründen. An dieser Stelle ist auch auf den Entwurf zu einem neuen Allgemeinen Strafgesetzbuch im einzelnen eingegangen. Man erfährt mit Bedauern, daß die Neuregelung der Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit einem neuen Spezialgesetz vorbehalten bleibt; mit Genugtuung, daß die Beschädigung von Starkstromanlagen und die Störung lebenswichtiger Betriebe unter Strafe gestellt werden sollen.

Die oben gegebene Übersicht und die vorstehenden Beispiele zeigen, welche Fülle von wertvollen Aufschlüssen dem Buch entnommen werden kann. Absolute Vollständigkeit wird niemand erwarten, der weiß, mit welcher Geschwindigkeit in den verschiedenen Teilen des Reiches durch die verschiedenen Instanzen Polizeiverordnungen von den verschiedensten Tragweiten und Geltungsbereichen entstehen können. Aber das Buch füllt eine Lücke aus, die oft und vielfach recht schmerzlich empfunden worden ist; es wird zweifellos jedem Elektrizitätswerk ein brauchbarer Berater sein und vielen Rechtskundigen wie Technikern und Kaufleuten als wertvoller Führer in einem nicht leicht zu durchschreitenden Gebiete dienen.

Dr. C. L. Weber.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft[1]. — Im Geschäftsjahr 1926/27 sind die Umsätze, vor allem im Inland, erheblich gestiegen[2], doch konnten Erfolge nur da erreicht werden, wo alle Maßnahmen ergriffen wurden, um das Vertrauen zum Produkt deutscher Arbeit zu steigern und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie zu erhalten oder wieder herzustellen. Der Gesellschaft, die mit den Tochterunternehmungen etwa 85 000 Personen beschäftigte, war es durch technische Vervollkommnung der Betriebseinrichtungen, Typisierung und konstruktive Verbesserungen sowie durch Ausgestaltung der Organisation möglich, in nennenswertem Umfang unproduktive Kosten zu ersparen und das umlaufende Kapital zu verringern. Der Anteil des ausländischen Geschäfts am Gesamtumsatz ist gewachsen[3]. Die überseeische Organisation wurde weiter ausgebaut.

Bei den technischen Leistungen erinnert der Geschäftsbericht an den Beginn der regelmäßigen Stromlieferung des Großkraftwerks Klingenberg (2. IV. 1927), dessen Vollendung zur Bestellung einer umfangreichen Erweiterung des 30 kV-Schalthauses für die Versorgung der Reichsbahn führte. Der Auftragsbestand in Dampfturbinen, Turbogeneratoren und anderen Erzeugnissen der Turbinenfabrik hat sich gegen den Schluß des letzten Geschäftsjahres nahezu verdoppelt. Eine neue Serie schnellaufender Typen mit Zahnradgetriebe trägt dem Bedürfnis nach kleinen Turbinen Rechnung. Die gesteuerten Dampfdruckregler, auch in Verbindung mit Ruths-Speichern, und die Ranarex-Gasdichtemesser der Gesellschaft fanden guten Absatz. Eine neu entwickelte selbsttätige Regelung für die Feuerung von Dampfkesseln zeichnet sich durch große Einfachheit und Übersichtlichkeit aus; ihr Preis wird auch die Verwendung bei kleinen und mittleren Feuerungen ermöglichen. Sechs von der Berichterstatterin gelieferte Dieselkompressoren, die je Stunde 6000 m³ Luft von Atmosphärendruck auf 65 at bei je 1800 PSi Leistung verdichten, stellen, wie der Vorstand sagt, die größten bisher gebauten derartigen Maschinensätze dar. Die Elektricitätswerk Unterelbe A. G., Altona, hat der Gesellschaft die Ausführung des Kraftwerks Schulau mit im ersten Ausbau 45 000 kW Turbinenleistung und die Errichtung zweier zugehöriger Umspannwerke von 37 500 bzw. 12 000 kVA Transformatorenleistung übertragen. Für die Stadt Kottbus wurde der Bau eines Drehstromkraftwerks und einer Drehstrom-Gleichstrom-Umformeranlage übernommen. Unter den zu liefernden elektrischen Einrichtungen für Pumpenspeicherkraftwerke werden die für das RWE und die Energieversorgung A. G., Groß-Dresden, ausgeführten sowie das Wasserkraftwerk Steinhelle als erste Stufe des Ausbaues der Ruhrwasserkräfte erwähnt. Durch die Einführung fünfschenkliger Kerne konnte die Bauhöhe von Großtransformatoren soweit verringert werden, daß sich diese nunmehr in Kästen eingebaut und mit Öl gefüllt versenden lassen. Beim Leitungsbau hebt der Bericht die Verbindungsleitung zwischen dem Kraftwerk Schulau und dem Umspannwerk Altona (30 km 60 kV-Kabel von 3 × 120 mm²) sowie die Verkabelung eines 500 km langen 15 kV-Überlandfreileitungsnetzes hervor. Für eine zunehmende Anzahl von Kohlenstaubfeuerungen in industriellen Anlagen lieferte die Gesellschaft Staubzuteiler, Fördereinrichtungen und Verbrennungskammern. Die erste Lastfahrt der AEG-Kohlenstaublokomotive im Juli verlief außerordentlich günstig. Die Bestellungen für den Dampflokomotivbau waren unzureichend, dagegen wurden der Berichterstatterin Aufträge auf elektrische Lokomotiven, Triebwagen und Wagenausrüstungen im Zusammenhang mit der Elektrisierung der Berliner Stadtbahn und dem Ausbau der elektrisierten Reichsbahnstrecken in erheblichem Umfang zuteil. Neben der Eröffnung einer Teilstrecke der in Guatemala erbauten elektrischen Eisenbahn wird ein Auftrag auf die Elektrisierung der Staatsbahn Kostarikas mit Einphasenstrom erwähnt. Auf dem Gebiet der industriellen Anlagen sind die Bestellungen der Steinkohlenzechen für Hauptschachtfördermaschinen gewachsen und solche auf Nebenförderungen, Erdölbetriebe und bergbauliche Hilfseinrichtungen lebhaft eingegangen. Die Konstruktionen für den elektrischen Betrieb von Kompressoren mit automatischer Anlaufvorrichtung haben die Maschinenfabriken zu beträchtlichen Aufträgen veranlaßt. Auch für die Braunkohlenindustrie war die Gesellschaft durch Lieferung elektrischer Einrichtungen der Pressenbetriebe, Bagger und Absatzvorrichtungen gut beschäftigt. Hier wird auf die Erstausführung einer Abraumförderbrücke im linksrheinischen Braunkohlengebiet und auf die Bestellung zweier ähnlicher Brücken für Mitteldeutschland hingewiesen, auf denen 110 Elektromotoren mit etwa 5000 kW Leistung und entsprechend große Transformatoren zur Anwendung kommen. Die Einführung der elektrischen Zugförderung im Braunkohlenbergbau zeigt weitere Fortschritte. Ferner waren für den Antrieb von Reversier- und umlaufenden Walzwerken zahlreiche Ausrüstungen sowie für den Elektrostahlofenbetrieb viele Ofentransformatoren und Elektroden-Reguliervorrichtungen nebst Zubehör zu beschaffen. Die auf dem Gebiet der elektrischen Hebezeuge eingegangenen Bestellungen näherten sich der Zahl aus den besten Friedensjahren. Für Schleifermotoren der Papierindustrie hat die Berichterstatterin eine besondere Reguliervorrichtung ausgebildet. Der zerlegte Einzelantrieb der Papiermaschine ist an der Tagesordnung und erforderte die Konstruktion eines neuartigen Gleichlaufgetriebes, das bei drei der größten Papiermaschinen für eine Auslandlieferung zur Anwendung kam. Die Notwendigkeit, in vielen Fällen die Geschwindigkeit der Werkzeugmaschinen in möglichst kurzer Zeit wechseln zu können, hat das Anwendungsgebiet der Gleichstrommaschinen und des stromsparenden Arbeitsreglers erweitert. Im Ölmaschinenbau nach den Patenten von AEG-Hesselmann befinden sich u. a. die Hauptmaschinen dreier Schiffe der Hamburg-Amerika-Linie in Arbeit, die die ersten deutschen kompressorlosen doppelt wirkenden Zweitakt-Großschiffsmaschinen sein werden. Im Großmaschinenbau wurde insbesondere durch Verwendung geschweißter schmiedeeiserner Konstruktionen eine wesentliche Gewichtsersparnis erzielt. Der erhöhten Bedeutung der Schweißmaschinen, deren Anwendungsgebiet infolge Verwendung geschweißter Schmiedeeisenteile an Stelle des Gußmaterials und von Schweißungen an Stelle von Nietverbindungen ständig wächst, wurde durch verbesserte konstruktive Ausbildung Rechnung getragen. Die unter Verwertung der in der Zählerfabrik mit der fließenden Fertigung gesammelten günstigen Erfahrungen auch in anderen Betrieben in Angriff genommenen Fabrikationsumstellungen sind fortgesetzt worden und erstreckten sich besonders auf die Kleinmotorenfabrik sowie auf die Herstellung von Installationsmaterial, Schaltapparaten und Meßinstrumenten; für die beiden letztgenannten Zweige hat die Gesellschaft in Treptow neue Werkstätten in Betrieb genommen. Die Fabrik Nürnberg ist mit Rücksicht auf den zunehmenden Gebrauch elektrischer Haushaltgeräte betriebstechnisch wesentlich verbessert worden. Der gesteigerte Bedarf an Starkstromkabeln und die erhöhten an diese gestellten Anforderungen haben zu einer Umgestaltung der bezüglichen Herstellungseinrichtungen gezwungen. Aus dem gleichen Gesichtspunkt ist ein Ausbau der Fernsprechkabelfabrik vorgesehen und der Neubau sowie die Neueinrichtung des Kupferwalzwerks und der Zieherei durchgeführt worden.

Der Geschäftsgewinn betrug 17 305 079 RM (14 670 935 i. V.), der Reingewinn 12 351 011 RM (10 760 836 i. V.). Aus ihm sollen 120 Mill. RM Stammaktien nach Abzug der Vorratsaktien 8 % Dividende erhalten (7 % i. V.). Das Aktienkapital umfaßt z. Z. 150 Mill. RM Stammaktien und 36,25 Mill. RM Vorzugsaktien mit Zertifikaten, insgesamt also 186,250 Mill. RM (156,250 i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 223.

[2] Nach Angaben der Verwaltung in einer Pressebesprechung lag der Umsatz der AEG selbst um 20 bis 25 % über dem von 1925/26 und war größer als 1913.

[3] Er betrug nach den Angaben unter [2] 36 % gegen 40 % vor dem Kriege.

Berichtigung.

Im Bericht „Massivkontakte für starken Druck und neue Luftschaltertypen", ETZ 1928, H. 5, ist auf S. 184, l. Sp., in der Unterschrift für Abb. 5 durch ein Versehen der Druckerei „Meßkontakt" anstatt „Massivkontakt" gesetzt worden.

Abschluß des Heftes: 11. Februar 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 23. FEBRUAR 1928
—312)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 23. Februar 1928 | Heft 8

UMSCHAU.

Neuere Entwicklung des Installationsmaterials.

Die seit Kriegsende angestrebte Verbesserung der Materialien wurde auf allen Teilgebieten fortgesetzt. Wenn auch die Schnelligkeit des Übergangs zu neuen Modellen durch die allein mögliche Herstellung in sehr großen Mengen gehemmt wird und Übergangszeiten von mehreren Jahren für die Einführung neuer Typen gewährt werden müssen, so ist doch das Verständnis für die Notwendigkeit höherer Qualitäten im Wachsen begriffen.

Das Gebiet des Installationsmaterials ist dasjenige, auf dem die Arbeiten des VDE am notwendigsten, in ihrer Durchführung aber auch am schwierigsten sind. Die im Laufe der letzten Jahre fertiggestellten Einzelarbeiten über Drehschalter, Steckvorrichtungen, Fassungen usw. werden im Jahre 1928 in zusammengefaßter Form als „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial" (K. P. I./1928) einen Abschluß der Entwicklung bilden, der den Typ der üblichen Ausführungen darstellen wird.

Bei den Drehschaltern und Steckvorrichtungen ist das Prinzip der übergreifenden Kappe durchgeführt, das es gestattet, den Sockel zuerst zu befestigen und dann die Leitungen von vorn anzuschließen. Diese Neuerung bewegt sich auf der allgemein zu beobachtenden Linie der Erleichterung der Montage und des Bestrebens, von der Gewissenhaftigkeit und Geschicklichkeit des Monteurs möglichst unabhängig zu werden. In der gleichen Richtung bewegt sich die Verwendung von Klemmen an den Apparaten, die das geradlinige Einführen unbearbeiteter Leiterenden gestatten, d. h. das Biegen von Drahtösen wird allgemein vermieden. Manche Konstruktionen erfüllen bereits die weitergehende Forderung des Einlegens von vorn und des Kontaktdruckes durch Beilagen, Ausführungen, die im Gegensatz zu den Buchsenkontakten mit unmittelbar den Draht anpressenden Schrauben als die vollkommeneren angesehen werden müssen. Auch die einheitliche Ausführung der Befestigungslöcher ist durchgeführt, so daß die Auswechselung ersatzbedürftiger Apparate nicht mehr an ein bestimmtes Fabrikat gebunden ist.

Von den im einzelnen ausgebauten und vervollständigten Prüfvorschriften ist für den Verbraucher besonders diejenige der Haltbarkeit der Schalterkappen gegen mechanische Beschädigung von Interesse. Die häufige Beschädigung und das Freiliegen blanker, spannungführender Metallteile wird hierdurch weiter eingeschränkt werden.

Die von einigen Stellen versuchte Einführung von Druckknopfschaltern und Kippschaltern an Stelle der bewährten Drehschalter hat bisher nicht Fuß fassen können, ebenso wie die einige Zeit propagierte Ausführung von Drehschaltern für Rechts- und Linksschaltung sich nicht weiter eingeführt hat. Bei den Steckdosen hat die Verwendung solcher mit federnden Hülsen gute Fortschritte gemacht, wodurch der späteren Benutzung von Steckern mit ungeschlitzten Stiften der Weg geebnet wird.

Für die Fassungen war die vergangene Zeit die Periode des Übergangs zur berührungschutzsicheren Ausführung. Die Durchführung dieser lange umstrittenen Forderung ist ein Beispiel dafür, daß eine Verbesserung auf dem Gebiet des Installationsmaterials so lange kaum einzuführen ist, wie keine Vorschrift des VDE dahintersteht, daß aber sofort nach der Einführung durch eine Vorschrift zahlreiche Konstruktionen entstehen, welche die Entwicklung fördern und den Fortschritt allgemein verankern. In Neuanlagen ist nunmehr die Berührung des Lampensockels, eines „blanken, spannungführenden Teiles im Handbereich" vermieden, während die Einführung in vorhandenen Anlagen naturgemäß lange Jahre unvollkommen bleiben wird.

Bei den Sicherungen beobachtet man die allmähliche Einführung der Kleinautomaten, sowohl in Sockelform als in Stöpselform. Die heutigen Ausführungen haben thermische Verzögerungselemente, welche hohe Anlaufströme oder kurzzeitige Überlastungen gestatten. Manche Ausführungen eignen sich auch schon zum Ersatz der Sicherungen in Motorstromkreisen, ohne daß die eigentlichen Motorschutzschalter hierdurch berührt werden. Die Stöpselform mit Edisongewinde dürfte vornehmlich für die Verwendung in vorhandenen Anlagen in Frage kommen, während für Neuanlagen auch diese Form schon mit festem Sockel und Ausschaltung von Hand ausgeführt wird.

Soweit es sich bei den Installationen um gewerbliche oder industrielle Betriebe handelt, also insbesondere bei den Kraftanlagen, gilt die Verwendung gußeisengekapselter Apparate als zeitgemäß, wenn rauhe Behandlung zu erwarten ist. Die Systeme solcher Apparate sind vervollständigt worden und vielfach wird auch hier die Forderung erleichterter Montage und bequemen Leitungsanschlusses schon erfüllt.

Bei dem eigentlichen Leitungs-Verlegungs- und Verbindungsmaterial sind keine allzu weitgehenden Änderungen zu verzeichnen. Auch hier wird dem Monteur die Arbeit erleichtert. Blanke Leitungen werden nur mit Niet-, Schraub- oder Kerbverbindern vereinigt, Abzweigungen nur durch Klemmen mit Verschraubung vorgenommen. Soweit bei mittleren Leitungsquerschnitten die Verwendung von Kabelschuhen noch nicht durch entsprechende Anschlußklemmen überhaupt vermieden wird, werden Klemm-Kabelschuhe angewendet. Im Verlauf isolierter Leitungen gibt es ausschließlich Schraubverbindungen, so daß die unbequeme und feuergefährliche Lötlampe immer mehr entbehrlich geworden ist und eigentlich nur noch bei ganz großen Leiterquerschnitten Verwendung findet.

Unter den Installationsarten ist die Fortentwicklung der Feuchtraumleitungen bemerkenswert. Nach dem Muster der Anthygronleitungen von SSW sind ähnliche Arten von Gummischlauch-Rohrdraht und neuerdings Bleimantelleitungen (NBU und NBEU) entstanden, welche in feuchten und durchtränkten Räumen das Stahlpanzerrohr zu verdrängen suchen. Die neuen Leitungsarten erfordern jedoch vorläufig noch recht geschickte Monteure und sie bedürfen, z. B. bei den Wanddurchführungen, noch der Vervollkommnung. Das Stahlpanzerrohr wird jedoch trotzdem nicht verschwinden. Wenngleich in feuchten Räumen die mit Gummi voll ausgefüllten Leitungsarten, welche somit keinerlei Kondenswasserbildung gestatten, den Vorzug verdienen, so bleibt doch in allen Fällen rauher Behandlung als mechanischer Schutz das Stahlpanzerrohr unersetzlich. Es scheint jedoch, daß hierfür in zunehmendem Maße auf die Auskleidung des verschraubten Rohres mit getränkter Papiermasse verzichtet wird. Hierdurch ermöglicht man die Verwendung von Rohren geringeren Außendurchmessers, und in trockenen, industriellen Räumen, an Werkzeugmaschinen u. dgl. kann diese Verlegungsart als zweckmäßig angesprochen werden.

In trockenen Räumen nimmt die Verwendung von Rohrdraht bei der Installation auf Putz gegenüber dem

Isolierrohr zu. Obgleich die Montage zeitraubender ist, spricht das bessere Aussehen für Rohrdraht. Die vielfach bereits vorgeschriebene Mitführung eines besonderen Sicherheitsleiters ist auch nur bei Rohrdraht einfach durchzuführen. Hier hat sich auch der aluminiumplattierte Eisenmantel durchgesetzt, der gegenüber der Verbleiung haltbarer erscheint. Dagegen scheint er sich für Isolierrohr nicht zu bewähren, wenn es unter Putz verlegt wird. Hierfür wird Isolierrohr mit gefalztem Eisenmantel dauernd notwendig bleiben, das unter der Wirkung neuer Prüfvorschriften des VDE in allen Teilen, insbesondere in der Gleichmäßigkeit und Stärke der Verbleiung stark verbessert worden ist.

In der Auswahl der Verlegungsarten scheinen wir uns somit ebenfalls einem gewissen Abschluß zu nähern, der für trockene Räume auf dem Putz Rohrdraht, unter dem Putz Isolierrohr mit verbleitem Eisenmantel vorsieht, während in feuchten und durchtränkten Räumen Feuchtraumleitungen verwendet werden, deren Charakteristik in der Anwendung mechanisch und chemisch geschützter Gummischlauchleitungen besteht. Für trockene, aber rauhe Betriebe verbleibt dann das Stahlpanzerrohr, eventuell ohne Isolierauskleidung.

Auch bei den beweglichen Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher sind Fortschritte zu beobachten. Nachdem für alle Heiz- und Kochgeräte runde Schnüre verwendet werden, zeigen auch die Leitungen an Stehlampen allmählich die Beachtung der neuen Vorschriften für diese. Wenngleich Stehlampen und andere Beleuchtungskörper nicht eigentlich zum Installationsmaterial zählen, so sind sie doch so sehr die Ursache von Störungen in Installationen, daß ihre Betrachtung hierher gehört. Die Beleuchtungskörperindustrie, ein nach kunstgewerblichen Grundsätzen arbeitender, der Elektrotechnik nicht unmittelbar verbundener Zweig der Metallbearbeitung, ist durch das unermüdliche Vorgehen des VDE in neuerer Zeit für die Beachtung der elektrotechnischen Gesichtspunkte gewonnen worden, und wenn auch noch längere Zeit vergehen wird, bis auf diesem Gebiet eine volle technische Gesundung der Qualitäten eintreten wird, so ist doch schon jetzt das Verständnis hierfür in den Kreisen der Fabrikanten wie der Händler vorhanden, die nun auch dem kaufenden Publikum diese Erkenntnis weiterleiten werden.

Bei der ungeheuren Ausbreitung elektrischer Starkstrominstallationen, bei der Mannigfaltigkeit der hierfür notwendigen Einzelgegenstände ist die Einführung neuer, verbesserter und vielfach auch teurer Konstruktionen außerordentlich schwer. Die große Zahl von installierenden Firmen jeden Umfanges und das in diesen beschäftigte Heer von Monteuren müssen mit den Richtlinien wie mit der Verarbeitung erst langsam vertraut gemacht werden. Unter der Wirkung der neuen Vorschriften (K. P. I./1928) und unter der Führung des VDE und seiner Prüfstelle dürfte in wenigen Jahren jedoch ein Stand erreicht werden, der die bisherigen Klagen über mangelnde Haltbarkeit von Installationsmaterialien verstummen lassen wird.

R. Zaudy.

Einfluß der Lieferung von Elektrowärme für Haushaltungen auf die Belastungsverhältnisse der Elektrizitätswerke und ihre Wirtschaftlichkeit.

Von **H. Smolinski**, Duisburg.

Übersicht. In der Arbeit soll gezeigt werden, daß durch die Einführung der Elektrowärme in die Haushaltungen sich die Belastungsverhältnisse der Elektrizitätswerke um rd. 25 % bessern und ihre Wirtschaftlichkeit ebenfalls steigt. Es ist eine Tarifform entwickelt, die die Lieferung von Haushaltselektrowärme ermöglicht. Neben dem Fortfall der Kosten für die Gasinstallation und der Anschlußgebühren hat der Kleinabnehmer bei Elektrowärmebenutzung den Vorteil größerer Sauberkeit und Bequemlichkeit.

Um die Elektrizitätswirtschaft zu fördern, soll in dieser Arbeit untersucht werden, ob es möglich ist, Elektrizität als Heizstrom zu verwerten, und unter welchen Bedingungen der elektrische Strom im Haushalt weitestgehend verwandt werden kann. Es ist also hauptsächlich festzustellen, wie teuer die Elektrizität abgegeben werden kann, um damit im Haushalt ebenso wirtschaftlich zu arbeiten wie mit einer entsprechenden Menge Gas. Ein gewisser Aufpreis für die Vorteile der Elektroversorgung könnte den Verbrauchern wohl zugemutet, soll hier aber nicht in Anrechnung gebracht werden.

Um jedoch schon jetzt etwaigen Ansichten entgegenzutreten, die eine Verbilligung des Stromes für den Verbraucher als unmöglich erklären könnten, sei hier nur kurz auf die nordischen Staaten, die Schweiz und Amerika hingewiesen. Sollte aber behauptet werden, daß für diese Staaten die besonders günstigen Wasserkräfte die Stromversorgung billig gestalten, so ist zu bemerken, daß die Wasserkräfte allein den Strompreis nicht ausschlaggebend erniedrigen können. Wenn man weiter bedenkt, daß die Kilowattstunde für den Verbraucher rd. 46 Pf kostet, die Kohlekosten je Kilowattstunde aber höchstens 2 bis 3 Pf und bei Erzeugung mittels Braunkohle oder Kohlenstaub aus Magerfeinkohle noch weniger betragen, daß also die Kohlekosten die Kilowattstunde um höchstens 6 % verteuern können, so ist damit gezeigt, daß andere Maßnahmen für die Verbilligung der Kilowattstunde ausschlaggebend sein müssen.

Für norwegische Verhältnisse[1] ist ein Preis von rd. 800 RM je ausgebaute Kilowattleistung der Wasserkraftanlage angegeben, der auch gut mit den schweizerischen Preisen nach Siegel[2], auf heutige Verhältnisse umgerechnet, übereinstimmt. Rechnen wir mit einem Kapitaldienst einschl. Unterhaltung der Wasserkraftanlage von rd. 9 % bei einem Zinsfuß von 6 % (nach Köbler[3]), so ergeben sich rd. 72 RM jährliche Gesamtkosten. Eine Dampfkraftanlage größerer Leistung dürfte rd. 300 RM je ausgebaute Kilowattleistung kosten, so daß bei einem Zinsfuß von 6 % und einem Kapitaldienst einschl. Unterhaltung von 16 % sich jährliche Kosten von rd. 48 RM ergeben. Dann entstehen für die verschiedenen Benutzungsstunden folgende festen Kosten je Kilowattstunde:

Benutzungsstunden	4000	5000	6000
Wasserkraftanlage 72 RM/Jahr u. kW	1,8	1,44	1,2 Pf/kWh
Dampfkraftanlage 48 RM/Jahr u. kW	1,20	0,96	0,8 „ „
Weniger Kapitaldienst der Dampf- gegenüber der Wasserkraft	0,60	0,48	0,4 „ „

Dazu kommt allerdings noch ein Zuschlag für die Leitungskosten vom Wasserkraftwerk zum Verbraucher, da die ausbaufähigen Wasserkräfte auch in den wasserreichen Ländern meistens vom Verbrauchsort entfernt liegen. Die Kohlekosten einer modernen Dampfkraftanlage mit Kondensationsbetrieb können wir bei einem Kohlenverbrauch von 0,60 kg Kohle/kWh und einem Preis für Staubkohle von 14 RM/t frei Kessel zu rd. $0,6 \cdot 1,4 = 0,8$ Pf/kWh annehmen.

Das bedeutet aber, daß die mit Dampfkraft in Deutschland erzeugte Kilowattstunde bei 4000 Benutzungsstunden nur 0,20 Pf und bei 6000 Benutzungsstunden nur 0,4 Pf teurer ist als die Wasserkraft-kWh in Norwegen oder der Schweiz, wobei die Fernleitungskosten noch vernachlässigt sind. Diese Durchrechnung beweist also, daß der Einfluß der Wasserkraft auf die Verbilligung der Energie nur gering sein kann. Nicht technische Errungenschaften (Senkung des Brennstoffverbrauchs), sondern in höherem Maße organisatorisch-wirtschaftliche Maßnahmen bedingen eine Verbilligung des Strompreises[4]. Organisatorische und Tariffragen haben auf die Verbilligung der elektrischen Energie ausschlaggebenden Einfluß.

Es soll nun kurz gezeigt werden, welche Preise der Verbraucher für die Kilowattstunde zahlen kann, um wirtschaftlich mit Elektrizität kochen und heizen zu können.

---

[1] Norberg Schulz, Oslo. Die Versorgung Norwegens mit elektrischer Arbeit für bürgerliche Zwecke. ETZ 1926, S. 508.

[2] Dr.-Ing. G. Siegel, Der Verkauf elektrischer Arbeit. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1917, S. 105.

[3] Reg. Baum. K. Köbler, Karlsruhe. Betrachtungen über die Förderung des Ausbaus von Wasserkräften in Österreich und Deutschland. ETZ 1925, S. 985.

[4] Electrical Power and National Progress, s. Arch. Wärmewirtsch. 1926, S. 211.



Für die weitere Untersuchung ist angenommen, daß ein Gaspreis von 18 Pf/m³ für Kochen wirtschaftlich ist, während der in mehreren Städten bezahlte Wärmepreis[5 6 7 8] von rd. 12 RM/1 000 000 kcal bei Versorgung durch Fernheizung als normal gelten soll. Die Ausrechnung, die hier nicht weiter durchgeführt wird, ergibt einen wirtschaftlichen Kochstrompreis von 6 Pf/kWh und für die elektrische Heizung gegenüber der Gasheizung einen Preis von 4,5 Pf/kWh. Im Vergleich mit den Wärmekosten bei Fernheizung darf die Kilowattstunde jedoch nur 1,5 Pf kosten. Da das Kochen mit Elektrizität gegenüber dem mit Gas aber große Vorteile hat, könnte noch ein Wertzuschlag zu den Mindestpreisen zugerechnet werden. Setzen wir 1 Pf/kWh als Wertzuschlag ein, so ergibt sich für Kochen ein Preis von 7 Pf/kWh und für Heizen von 5,5 bzw. 2,5 Pf/kWh. Wenn man bedenkt, daß für das Gas infolge der allgemeinen Wertschätzung sogar das 3 bis 4fache bezahlt wird wie für dieselbe nutzbare Wärmemenge in Form von Kohle, so ist der gewählte Wertzuschlag von 1 Pf/kWh für Elektrizität nur sehr gering. Diese oben errechneten Preise stimmen gut mit anderen Berechnungen überein. So erhält Dr. Windel[9] für die Koch-kWh einen Preis von 5,64 Pf, für die Heiz-kWh 2 bis 1,5 Pf und für die Wasserspeicher 8,35 Pf/kWh. Direktor Ely[10] sowie Dipl.-Ing. Scheuer[11] und Obering. Schäfer[12] nennen als Wettbewerbspreis für Gas 5 bis 6 Pf/kWh. Aber auch Erfahrungszahlen bestätigen diese Daten. Das E.E.W. des Kantons Zürich[13] gibt an, daß da, wo Elektrizität gegen Gas ausgewechselt worden ist, für 1 m³ Gas jetzt 2 bis 3 kWh zum Kochen benötigt werden, daß also für 1 kWh ⅓ bis ½ des Gaspreises, d. h. rd. 9 bis 6 Pf/kWh, bei gleicher Wirtschaftlichkeit vom Verbraucher gezahlt werden können, während Direktor Kratochwil[14] aus Versuchen als Erfahrungszahl rd. 2,9 kWh/m³ (umgerechnet auf 4300 kcal/m³) angibt.

Es ist allerdings zu bedenken, daß bei großem Verbrauch und damit großer serienmäßiger Herstellung die elektrischen Kochgeräte noch bedeutend billiger und auch besser werden.

Wenn es also gelingt, die Kilowattstunde zu diesen errechneten günstigen Preisen zu liefern, so ist es leicht möglich, die Elektrizität neben ihrem Hauptgebrauch als Licht auch als Wärme und als Kraftstrom für Haushaltungszwecke an die Haushaltungen in größeren Mengen abzuführen.

Eine großzügige Werbung für die Elektrizität in Haushaltungen nur mit Haushaltgeräten (Staubsauger, Küchenmotor, Waschmaschine, Haartrockner usw.) verspricht für die Verbesserung der Belastungsverhältnisse und der Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke geringen Erfolg, denn die genannten Geräte werden verhältnismäßig seltener benutzt, und ihr Stromverbrauch ist außerdem sehr gering. Will man den Stromverbrauch der Haushaltungen dagegen beträchtlich fördern, so kann das nur mit Hilfe der Elektrowärme geschehen.

Unter der Annahme des für das Elektrizitätswerk ungünstigen Falles, daß das Gas tatsächlich durch die Elektrizität später vollständig ausgeschaltet werden kann, sollen nun zunächst die Belastungsverhältnisse, die Belastungskurven und die Benutzungsstunden untersucht werden. Zu diesem Zweck sind für zwei bekannte Städte (Industriestadt und Hafenstadt) aus der umgerechneten Gas- und der Elektrizitätskurve die summierten Gesamtkurven ermittelt worden.

Wir hatten (s. [9], [10], [12] und [14]) festgestellt, daß man beim Kochen mit Elektrizität für 1 m³ ungefähr 2 bis 3 kWh und für Licht 1 kWh benötigt. Dipl. Ing. Scheuer[11] erhält eine Umrechnungszahl von:

$$\frac{1{,}29\ \text{kWh}}{0{,}406\ \text{m}^3} = 3{,}2\ \text{kWh/m}^3 \text{ für Kochen}$$

und 0,83 bis 2,5 kWh/m³ für Licht,

der schweizerische Landesausschuß[12] 3,1 kWh/m³ für Kochen und Direktor Kratochwil[14] 2,9 kWh/m³ für Kochen (auf 4300 kcal/m³ umgerechnet).

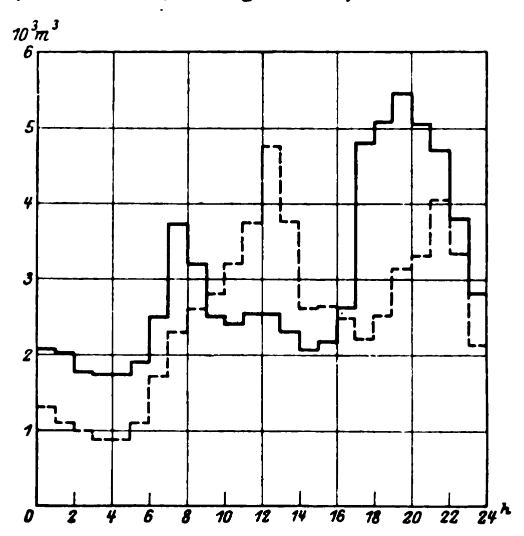


Abb. 1. Tagesbelastungskurven des Gaswerkes der Industriestadt (ausgezogene Linie = Dezember, gestrichelte = Juli).

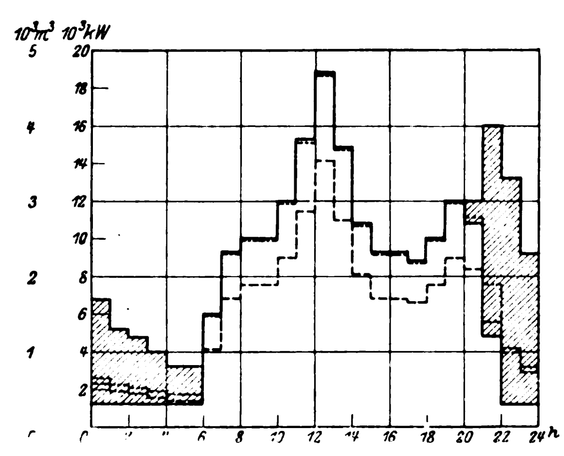


Abb. 2. Mittlere Tagesbelastungskurve des Gaswerkes der Industriestadt für Juni und umgerechnete Kurve in kW (strichpunktiert bei 4 kWh/m³, gestrichelt bei 8 kWh/m³. Lichtbelastung des Gaswerkes schraffiert).

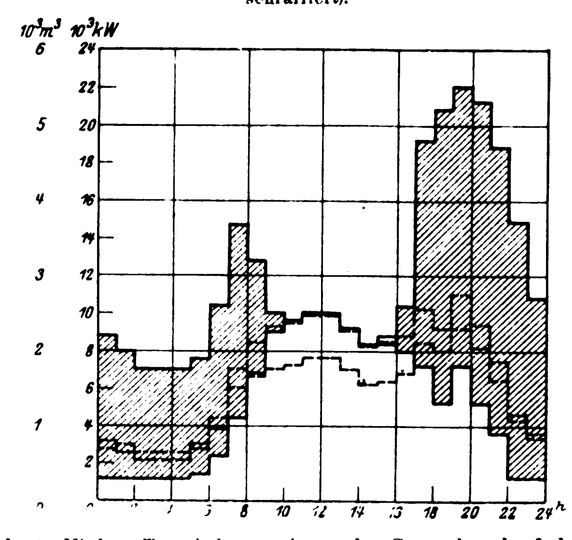


Abb. 3. Mittlere Tagesbelastungskurve des Gaswerkes der Industriestadt für Dezember und umgerechnete Kurve in kW (strichpunktiert bei 4 kWh/m³, gestrichelt bei 3 kWh/m³. Lichtbelastung des Gaswerkes schraffiert).

Für Licht soll in der folgenden Ermittlung 1 m³ = 1 kWh gesetzt werden, da die stromsparenden Halbwattlampen den Markt beherrschen, und für Kochen sollen zwei verschiedene Werte, nämlich 3 bzw. 4 kWh/m³ einge-

---

[5] H. Schilling, Barmen, Die Städteheizung. Z. VDI Bd. 69, 1925, S. 889.

[6] Besichtigung des Braunschweiger Fernheizwerkes usw., Ges.-Ing. 1925, S. 590.

[7] E. Schulz, Städteheizung in Amerika, Z. VDI Bd. 70, 1926, S. 1511.

[8] Die Städteheizung, Verlag von R. Oldenbourg, Berlin 1927, S. 29.

[9] Dr. W. Windel, Berlin-Steglitz, Höchstpreise für Elektrowärme, ETZ 1925, S. 1721.

[10] Dir. O. Ely, Nürnberg, Beitrag zu „Tarifbewegung für den Verkauf elektrischer Arbeit", ETZ 1925, S. 561.

[11] Dipl.-Ing. Scheuer, Landau, Technischer und wirtschaftlicher Wirkungsgrad der Verwendung der Kohlenenergie in Form von Gas und in Form von Elektrizität, G. W. F. 1926, S. 1085.

[12] Obering. Schäfer, Dessau, Elektrizität und Gas im Wettbewerb auf dem Gebiete der Wärmeversorgung, G. W. F. 1925, S. 461.

[13] H. v. Glinsky, Chemnitz, Neuzeitliche Energiewirtschaft, Z. VDI Bd. 69, 1925, S. 141.

[14] Dir. Kratochwil, Linz, Elektro-Wärmeverwertung, Verlag von R. Oldenbourg, Berlin 1927, S. 175.

setzt werden, um auch ganz pessimistischen Ansichten gerecht zu werden.

Es ist naturgemäß schwierig, die Gas- in die Elektrizitätsverbrauchskurven umzurechnen, da das Gaswerk nur Zahlenwerte angeben kann, die den Koch- und Lichtverbrauch nicht voneinander trennen. Es mußte daher erst die Gasverbrauchskurve in die Licht- und Kochbelastung zerlegt werden. Zu diesem Zweck sind zuerst für die Industriestadt in Abb. 1 für das Tagesmittel der Monate Dezember und Juli die stündlichen Belastungen aufgetragen. Aus diesen charakteristischen Kurven ist deutlich zu ersehen, daß in der Industriestadt im Winter sehr viel auf Kohlenöfen gekocht werden muß, denn es tritt keine Kochspitze während der Mittagsstunde auf. Ebenfalls ist der große stündliche Lichtverbrauch während der Wintermonate in den Morgen- und Abendstunden auffallend, der sich aus der gesamten Straßenbeleuchtung mit Gas und aus dem geringen Anschluß der Haushaltungen an das elektrische Leitungsnetz (25 %) ergibt. Der Kochverbrauch während der Mittagsstunden in den Sommermonaten ist auch leicht zu ermitteln.

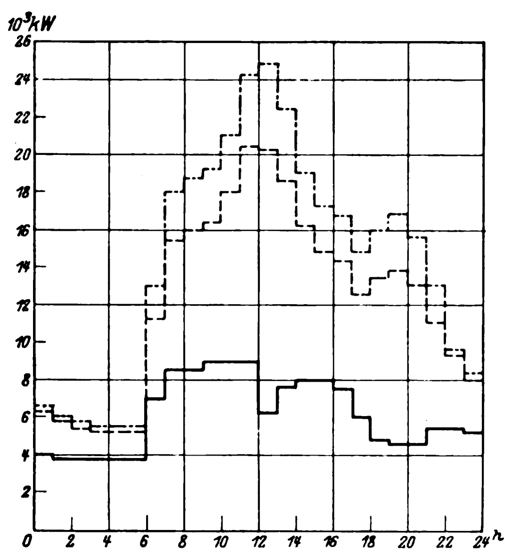


Abb. 4. Mittlere Tagesbelastungskurve der Industriestadt des Juni bei Wärmebezug in Form von Elektrizität (strichpunktiert bei 4 kWh/m³ gestrichelt bei 3 kWh/m³, ausgezogene Linie = jetzige Belastungskurve des Elektrizitätswerkes).

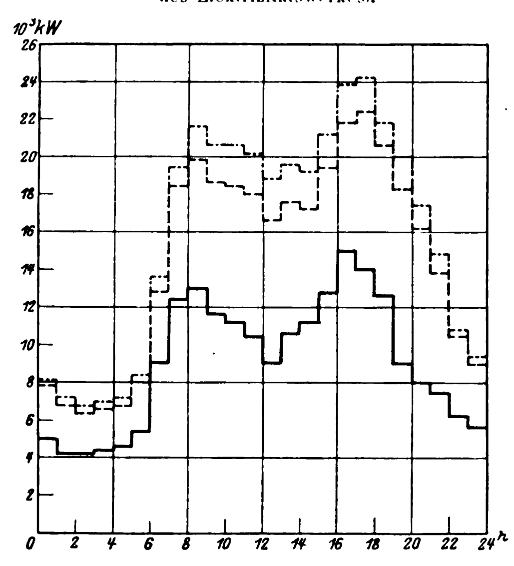


Abb. 5. Belastungskurve des Tages mit Maximalbelastung (Mitte Dezember) der Industriestadt bei Wärmebezug in Form von Elektrizität (strichpunktiert bei 4 kWh/m³, gestrichelt bei 3 kWh/m³, ausgezogene Linie = jetzige Belastungskurve des Elektrizitätswerkes).

Mit Hilfe der Abb. 1 sind in Abb. 2 und 3 für die Monate Juni und Dezember die in Koch- und Lichtverbrauch getrennten Gastageskurven und die mit den oben angegebenen Werten daraus bestimmten Elektrizitätsbelastungskurven aufgezeichnet. An Hand dieser Kurven ist dann in Abb. 4 die summierte Gesamtkurve für einen mittleren Junitag und in Abb. 5 für den Tag mit maximaler Belastung im Dezember entstanden.

Daraus ergibt sich, daß die Spitzenbelastung im Dezember mit rd. 24 600 kW bzw. 22 400 kW in den Abendstunden liegt und die Spitzenbelastung der Kochspitze im Juni nur rd. 24 800 kW bzw. 20 400 kW beträgt. Für die Industriestadt würde sich demnach ergeben, daß infolge des billigen Preises für Hausbrandkohle und damit zusammenhängend des großen Gebrauchs von Kohlenherden die im allgemeinen zu erwartende Mittagsspitze nicht auftritt und die höchste Belastung wie bisher während der Lichtbelastung in den Wintermonaten eintreten würde.

Unter diesen Verhältnissen ergeben sich dann folgende in Zahlentafel 1 zusammengestellte Werte:

Zahlentafel 1

	Jahreserzeugung kWh	Spitze kW	Benutzungsstunden
Elektrizitätserzeugung allein	56,5 . 10⁶	15 000	3750
umgerechnete Gaserzeugung bei 4 kWh/m³	58,0 . 10⁶	18 600 (Abb. 3)	2950
umgerechnete Gaserzeugung bei 3 kWh/m³	46,0 . 10⁶	14 000 (Abb. 3)	3150
Summe bei 4 kWh/m³	114,5 . 10⁶	24 600 (Abb. 5)	4650
Summe bei 3 kWh/m³	102,5 . 10⁶	22 400 (Abb. 5)	4550

Es zeigt sich also, daß die Belastungsspitze um rd. 65 bzw. 50 % und die Benutzungsstundenzahl und damit die Ausnutzung des Elektrizitätswerks um über 25 % bzw. 20 % zunehmen würde, während Schäfer[12] Kurven veröffentlicht, die einer ernsten Prüfung kaum standhalten können.

Ähnliche Verhältnisse erhalten wir für die Hafenstadt. Da hier die täglichen Gasverbrauchskurven nicht zu erhalten waren, mußte anders vorgegangen werden. Nach Angabe des Gaswerks der Hafenstadt wurden rd. $21 \cdot 10^6$ m³/Jahr Gas abgegeben, und es ergeben sich dann nach einer Ausrechnung, die hier nicht weiter behandelt werden soll, folgende jährlichen Verbrauchszahlen:

Kochgas	Beleuchtung
14 500 000 m³	6 500 000 m³.

Rechnen wir diese Zahlen ebenfalls in Kilowattstunden nach den oben ermittelten Verhältnissen um, so werden die Werte für die

Koch-kWh	Licht-kWh
43 500 000 bzw. 58 000 000 kWh	6 500 000 kWh,

und es ergeben sich für die Hafenstadt die Belastungskurven des Dezembertages nach Abb. 6 und 7. Die Spitze tritt also für die Hafenstadt in den Wintermonaten während der Mittagstunden auf und beträgt für die umgerechnete Gaskurve 19 200 kW bzw. 25 600 kW und für die summierte Gesamtkurve 23 600 kW bzw. 29 000 kW.

Das bedeutet, daß die Spitze zu Kochzwecken benötigt wird (es wird verhältnismäßig wenig auf Kohleherden gekocht) und daher während des ganzen Jahres fast gleichmäßig auftritt. (Aus diesem Grunde erübrigt es sich auch, die Kurve für den Monat Juni noch besonders aufzuzeichnen.)

Die für die Hafenstadt sich ergebenden Werte sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt:

Zahlentafel 2.

	Jahreserzeugung kWh	Spitze kW	Benutzungsstunden
Elektrizitätserzeugung allein	26,5 . 10⁶	9 000 (Abb. 6)	2950
umgerechnete Gaserzeugung bei 4 kWh/m³	64,5 . 10⁶	25 600 (Abb. 6)	2500
umgerechnete Gaserzeugung bei 3 kWh/m³	50,0 . 10⁶	19 200	2600
Summe bei 4 kWh/m³	91,0 . 10⁶	29 000	3100
Summe bei 3 kWh/m³	76,5 . 10⁶	23 600	3200

Auch für die Hafenstadt würde die Spitze um sogar 210 bzw. 160 % und die Benutzungsstundenzahl um 5 % bzw. 10 % steigen. Aber diese Mittagspitze kann noch verkleinert



werden. Bauen wir elektrische Speichergeräte, Warmwasserspeicher und Speicherherde[15 16] ein, so können wir diese Speicher während der Nachtzeit laden und die gespeicherte Wärme am Tage abgeben. Dadurch nimmt die Nachtbelastung zu und die Mittagspitze wird kleiner.

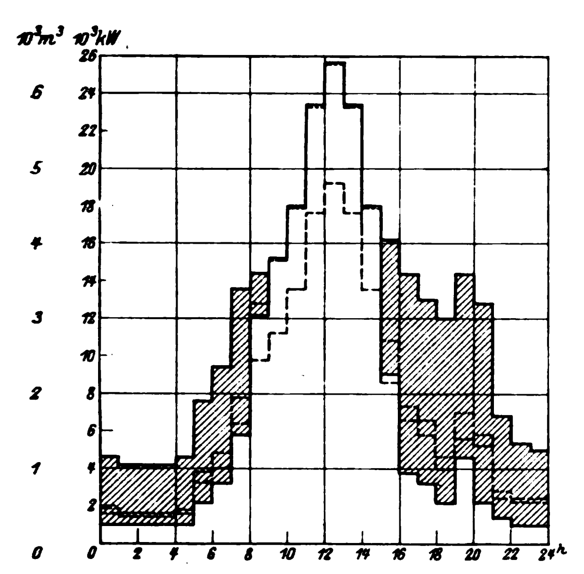


Abb. 6. Mittlere Tagesbelastungskurve des Gaswerkes der Hafenstadt für Dezember und umgerechnete Kurve in kW (strichpunktiert bei 4 kWh/m³, gestrichelt bei 3 kWh/m³, Lichtbelastung des Gaswerkes schraffiert).

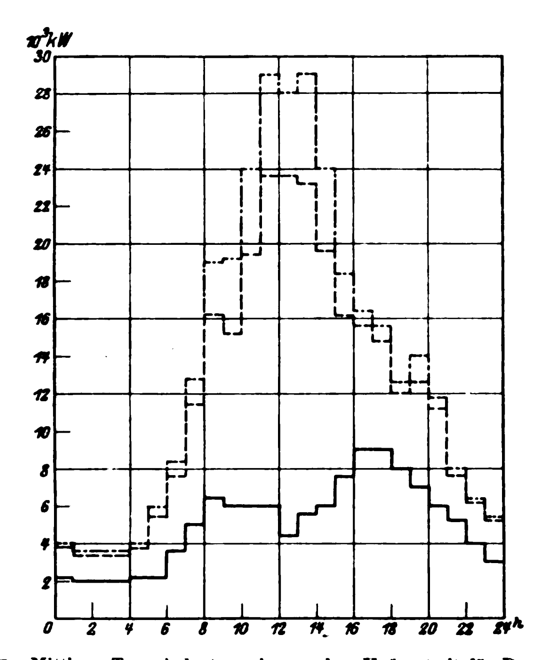


Abb. 7. Mittlere Tagesbelastungskurve der Hafenstadt für Dezember bei Wärmebezug in Form von Elektrizität (strichpunktiert bei 4 kWh/m³, gestrichelt bei 3 kWh/m³, ausgezogene Linie = jetzige Belastungskurve des Elektrizitätswerkes).

Gemäß einer norwegischen Verbrauchskurve von nur 217 Kochverbrauchern beträgt die höchste Kochspitze rd. 0,7 kW je Verbraucher[17]. Je größer nun die Anzahl der Verbraucher wird, desto kleiner wird die Kochspitze, desto günstiger wird der Gleichzeitigkeitsfaktor, der sich nach amerikanischen Werten[18] zu 0,18 errechnet. Bei einem durchschnittlichen Anschlußwert des Herdes von 2,0 kW ergibt sich dann eine Kochspitze unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,35 kW. Zum Kochen werden aber in der Industriestadt rd. 16 000 kW bzw. 12 000 kW in der Kochspitze benötigt, so daß bei 45 000 Haushaltungen der Anteil des einzelnen Verbrauchers infolge des häufigen Gebrauches von Kohleherden nur 0,35 kW bzw. 0,27 kW groß ist. Für die Hafenstadt ergibt sich für die Zahlen von 22 000 kW bzw. 16 000 kW für die Spitze bei 42 000 Haushaltungen ein Anteil von 0,52 bzw. 0,38 kW je Verbraucher. Die verschiedenen Werte stimmen aber, wenn man den großen Gebrauch von Kohleherden in der Industriestadt berücksichtigt, gut überein.

Ebenso ist noch zu bedenken, daß durch die für das Kochen erforderlichen günstigen Strompreise auch der Bedarf an Licht- und Haushaltstrom, dieser besonders während der Sommermonate bei Verwendung von Kühlmaschinen, steigen wird, was ebenfalls zur Folge hat, daß die Benutzungstundenzahl weiter wächst, wie aus den Berliner Verhältnissen ersichtlich[19] ist.

Nachdem wir oben gezeigt hatten, wie günstig sich bei Verwendung der Elektrizität im Haushalt zu Wärmezwecken die Belastungsverhältnisse gestalten würden, soll im folgenden untersucht werden, ob eine Lieferung von elektrischer Energie zu den oben genannten, für Elektrowärmeversorgung günstigen Preisen überhaupt möglich ist, welchen Einfluß diese geringen Stromkosten auf die Wirtschaftlichkeit des Werks ausüben und wie die Strompreise gestaltet werden müssen.

Die Frage, wie billig die Kilowattstunde abgegeben werden kann, führt uns in das Gebiet der Stromtarife, das in der Praxis viel behandelt worden ist. Ein abschließendes Ergebnis ist aber noch nicht erzielt worden. So gibt es in Deutschland noch eine Menge verschieden gearteter Tarifformen, die nebeneinander gelten, z. B. der Grundgebühren-, der Pauschal-, der Zählertarif usw. Der Tarif, der am günstigsten die Selbstkosten berücksichtigt, ist aber der Grundgebührentarif, wie auch Dr.-Ing. S i e g e l[2] nachweist.

Wir nehmen an, daß die heutigen durchschnittlichen Lichtstrompreise von 46 Pf/kWh (rd. 50 % aller Elektrizitätswerke haben laut Statistik einen Strompreis von 46 Pf/kWh und mehr) sowohl für den Verbraucher tragbar als auch für das Lieferwerk nutzbringend sind. Da jeder Kleinverbraucher durchschnittlich rd. 130 kWh/Jahr benötigt, erhält das Werk von jedem Kleinabnehmer rd. 60 RM/Jahr. Nehmen wir weiter an, daß die beweglichen Kosten der alten Zentrale mit Wanderrostfeuerung 2 bis 2,75 Pf/kWh betragen (Dr. L u l o f s, Amsterdam, rechnet mit 3 Pf/kWh[20], und bei Staubkohlenwerken ergibt sich sogar ein Preis von nur 0,8 Pf/kWh), so bleiben als feste Kosten noch rd. 56 RM übrig (60 RM weniger $130 \cdot 2{,}75$ Pf = rd. 56 RM).

Demgegenüber stehen die Ausgaben des Werks je Kleinabnehmer, die in feste und bewegliche Kosten getrennt werden sollen.

Es ist zunächst notwendig, den Anteil des einzelnen Kleinverbrauchers unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors an der Belastung des Werkes zu ermitteln. Diese Feststellung könnte auf Grund der Berechnung der äquivalenten Belastung nach H. E i s e n m e n g e r[21] und Dipl.-Ing. L a u b s c h e r[22] vorgenommen werden. Da diese ein wenig genauere Berechnung aber ziemlich weitläufig und bei der großen Zahl von Abnehmergruppen auch sehr schwierig ist, soll hier ein einfacherer Weg eingeschlagen werden. In Abb. 8 sind für die Industriestadt die mittleren sonn- und wochentäglichen Tagesbelastungskurven einiger charakteristischer Monate aufgetragen.

Wie aus dieser Abbildung (größte Dezemberkurven) zu ersehen ist, tritt die Lichtspitze in den Abendstunden auf und beträgt rd. 4800 kW. In dieser Lichtspitze sind aber auch die Verbrauchswerte der Geschäfte (40 %), des Hafens (4 %), der Reichsbahn (11 %), städtischen Gebäude (4 %) und Licht-Großabnehmer (8 %) neben denen der Haushaltungen (32 %) enthalten. Machen wir nun die für diese Berechnung ungünstige Annahme, daß sich die Lichtspitze auf die einzelnen Abnehmergruppen prozentual den jährlichen Verbrauchszahlen verteilt

[15] Der elektrische Wärmespeicher-Kochofen Seves des Elektrizitätswerkes Stockholm, Mitt. V. El. W. 1924, Nr. 358, S. 104; Nr. 365, S. 292 und Dr. K. M a r k a u, Berlin, Weitere Mitteilungen über den elektrischen Wärmespeicherherd „Seves", Mitt. V. El. W. 1925, Nr. 396, S. 518.

[16] Dr. A. E k s t r ö m, Stockholm, Verwendung der Elektrizität im Haushalte unter besonderer Berücksichtigung des „Seves-herdes" und eines hierfür geeigneten Tarifes, Elektrizitätswirtsch. 1927, S. 266.

[17] P. H a u k a a s - M a l d e, Stavanger, Siemens-Z. 1925, S. 399.

[18] Die Rentabilität der elektrischen Küchenöfen vom Standpunkt der Elektrizitätswerke, Elektrizitätswirtsch. 1927, S. 35.

[19] Dr.-Ing. W. M a y e r c z i k, Berlin, Erfahrungen mit dem Grundgebührentarif der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke, ETZ 1927, S. 972.

[20] Dr. W. L u l o f s, Amsterdam, Der Aufbau des Grundgebührentarifes, Elektrizitätswirtsch. 1926, S. 589 ff.

[21] H. E i s e n m e n g e r, Die Verteilung der festen Kosten bei Elektrizitätswerken unter Beachtung des Verschiedenheitsfaktors, ETZ 1916, S. 662.

[22] Dipl.-Ing. A. L a u b s c h e r, Köslin, Die Heranziehung der Stromverbraucher zur Deckung der festen Kosten eines Elektrizitätswerks, ETZ 1921, S. 1313.

(die jährlichen Lichtverbrauchszahlen sind oben in Klammern beigefügt), so würde sich die Lichtspitze der Haushaltungen auf rd. 33 % von 4800 kW = 1600 kW belaufen. Da nun rd. 16 000 Haushaltungen angeschlossen sind, ergibt sich, daß der Anteil des Kleinabnehmers an der Lichtspitze nur 0,10 kW ist. Für die Hafenstadt ergibt sich ebenfalls ein Anteil von 0,08 kW, wenn man den Lichtverbrauch der Haushaltungen mit rd 50 % berücksichtigt. Zu dem ungefähr gleichen Ergebnis kommt Dr. Lulofs[20] mit 0,0835 kW.

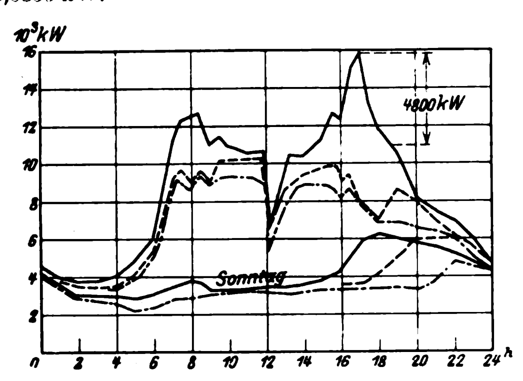


Abb. 8. Tagesbelastungskurven der Industriestadt (ausgezogene Linie = Dezember, gestrichelte = März, strichpunktierte = Juni).

Die Kosten des Elektrizitätswerks für die einzelne Haushaltung setzen sich zusammen aus:

I. den festen Kosten
  a) der Zentrale,
  b) des Verteilungsnetzes,
  c) der Verwaltung;

II. den beweglichen Kosten.

Bei einem Anlagepreis von 300 RM/kW ausgebaute Zentralenleistung mit Berücksichtigung einer 20prozentigen Reserve, einem Kapitaldienst von 16 % für Verzinsung, Abschreibung usw. und einer Spitzenbelastung von 0,10 kW für den Kleinverbraucher unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors ergeben sich dann feste Zentralekosten in Höhe von rd. 4,8 RM/Verbraucher. Der Anteil der Löhne, Gehälter usw. beträgt rd. 4 RM/kW oder 0,4 RM/Verbraucher, so daß die Summe der festen Zentralekosten rd. 5,2 RM/Verbraucher ausmacht. (Dr. Lulofs[20, 23] gibt 4,9 bzw. 4,59 RM/Verbraucher an.)

Die Anlagekosten des hier zu berücksichtigenden Verteilungsnetzes der Industriestadt waren ermittelt zu:

Hochspannungsnetz 4 kV	820 000 RM
„ 10 „	730 000 „
Niederspannungsnetz	1 820 000 „

Davon entfallen auf die gesamten Niederspannungsverbraucher:

Hochspannungsnetz	300 000 RM
Niederspannungsnetz	1 820 000 „
Transformator-Netzstationen . . .	300 000 „
	2 400 000 RM,

von denen ungefähr 50 % wieder auf die Haushaltungen entfallen. Dann ergibt sich bei einem Kapitaldienst des Netzes zu 12 % für Verzinsung, Abschreibung und Unterhaltung eine jährliche Gesamtsumme von 144 000 RM oder von rd. 10 RM/Verbraucher, während Dr. Lulofs mit 5,7[20] bzw. 5,33[23] RM/Verbraucher rechnet.

Als Handlungsunkosten, Verwaltungskosten und Ausgaben für Verzinsung, Unterhaltung und Ablesen der Zähler kommen dann noch rd 28,3 RM in Betracht. (Dr. Lulofs[23] rechnet mit 18,1 Gld oder 30,8 RM.)

Unter Berücksichtigung der oben errechneten Werte ergibt sich dann folgende Zahlentafel 3 (zweite Spalte), in die auch noch die Werte von Dr. Lulofs[23] und amerikanische Zahlen[18] zum Vergleich eingesetzt sind.

Aus dieser Aufstellung ist also zu ersehen, daß der Gewinn des Lieferwerks je Kleinabnehmer nur gering ist.

Es ist nun festzustellen, wie sich die Verhältnisse bei günstigen Strompreisen, die auch einen großen Wärmeverbrauch ermöglichen, gestalten werden.

Der durchschnittliche Lichtverbrauch beträgt für die Industriestadt nach statistischen Angaben rd. 130 kWh je Jahr und Kleinverbraucher, und der Gasverbrauch für

Zahlentafel 3.

	Industriestadt RM	Amsterdam RM	Amerika $
I. Feste Kosten			
a) Zentrale	5,2	4,59	3,68
b) Verteilungsnetz .	10,0	5,33	2,48
c) Verwaltung . .	28,3	30,80	10,61
Summe	43,5	40,72	16,77
II. Bewegliche Kosten Kohlekosten usw. .	130 . 2,75 = 3,60	130 . 3,0 = 3,90	—
Summe	47,10	44,62	16,77
Einnahmen	60,00		
Gewinn . .	12,90		

Kochzwecke ist mit 400 m³ ermittelt (Licht 80 m³). Dann ergeben sich, wenn man noch einen Zuschlag von 200 kWh[24] für Haushaltmaschinen, Bügeln, Kühlmaschinen, Mehrverbrauch an Licht usw. macht, folgende Zahlen:

	bei 4 kWh/m³		bei 3 kWh/m³	
Licht	130 kWh		130 kWh	
Kochen (400 m³)	1600 „	1800	1200 „	1400
Mehrverbrauch .	200 „		200 „	
	1930 kWh		1530 kWh,	

Daten, die auch mit amerikanischen Werten[18] übereinstimmen, die sich für Licht, Bügeln usw. bei Preisberechnung der Kilowattstunde nach Grundgebührentarif auf 294 kWh und einschließlich Kochen auf 1794 kWh belaufen. Für Kochen und Mehrverbrauch werden dann in Amerika also 1500 kWh benötigt, Zahlen, wie wir sie ebenfalls bei einem Verbrauch von 3 kWh/m³ erhalten.

Die Lieferung dieser größeren Strommengen bedingt nun aber, wie oben in den Abb. 4 und 7 gezeigt, eine Vergrößerung der Zentralenleistung. Nachrechnungen haben ergeben, daß das Leitungsnetz ungefähr verdoppelt werden müßte, um in den Mittagstunden die Wärme liefern zu können. Desgleichen ist die sehr ungünstige Annahme gemacht, daß sich auch die Handlungsunkosten schätzungsweise verdoppeln werden. Alle Werte stimmen aber gut mit den Zahlen überein, wie sie in Amerika wirklich aufgetreten sind[18].

Unter Berücksichtigung dieses Mehraufwandes ergeben sich nach Zahlentafel 4 folgende Kosten für die Industrie- und Hafenstadt:

Zahlentafel 4 (mit Kochen).

	Industriestadt		Hafenstadt	
	bei 4 kWh	bei 3 kWh	bei 4 kWh	bei 3 kWh
I. Feste Kosten				
a) Zentrale . . .	18,0	14,0	27,0	20,0
b) Verteilungsnetz	20,0	19,0	20,0	19,0
c) Verwaltung . .	60,0	60,0	60,0	60,0
Summe	98,0	93,0	107,0	99,0
II. Bewegliche Kosten Kohlekosten usw. . 1. für Wanderrostfeuerung . . .	1930 . 2,75 53,0	1530 . 2,75 42,0	1930 . 2,75 53,0	1530 . 2,75 42,0
Summe	151,0	135,0	160,0	141,0
Bewegliche Kosten Kohlekosten usw. . 2. für Kohlenstaubfeuerung	1930 . 1,5 29,0	1530 . 1,5 23,0	1930 . 1,5 29,0	1530 . 1,5 23,0
Summe	127,0	116,0	136,0	122,0

Es betragen aber bisher die Kosten des durchschnittlichen jährlichen Gesamtverbrauchs, wenn man den Haushaltverbrauch zu rd. 200 kWh × 20 Pf/kWh (bei Doppeltarif) = 40 RM einsetzt:

Lichtverbrauch	60 RM
Haushaltverbrauch . .	40 „
	100 RM,

so daß noch für das Kochen bei Wanderrostfeuerung (Zahlen für Kohlenstaubfeuerung in Klammern) zu zahlen wäre in der:

[23] Dr. W. Lulofs, Amsterdam. Tarife zur Förderung des Elektrizitätsverbrauches im Haushalt, Beibl. A. E. G.-Mitteilungen 1927.

[24] Dr. O. v. Miller, München, Technik und Gemeinden. Z. VDI. Bd. 70, 1926, S. 1505.

Industriestadt		Hafenstadt	
bei 4 kWh m³	3 kWh m³	bei 4 kWh m³	3 kWh m³
51,0 (27,0)	35,0 (16,0)	60,0 (36,0)	41,0 (22,0)

oder je Koch-kWh

3,2 Pf	2,9 Pf	3,7 Pf	3,4 Pf
(1,7 „)	(1,4 „)	(2,3 „)	(1,8 „)

Da aber, wie oben gezeigt, sogar bis 7 Pf/kWh für Wärmezwecke gezahlt werden können, so würde sich für das Elektrizitätswerk selbst bei einem Preise von nur 6 Pf/kWh (3 kWh/m³) bzw. 5 Pf/kWh (4 kWh/m³), die der Abnehmer zahlen müßte, ein weiterer Gewinn ergeben, der betrüge für die:

Industriestadt		Hafenstadt	
bei 4 kWh m³	3 kWh m³	bei 4 kWh m³	3 kWh m³
29,0	37,0	21,0	31,0
(53,0)	(55,0)	(43,0)	(50,0)

Es ist nun zu untersuchen, welchen Einfluß der Verbrauch an elektrischem Strom zu Koch- und Wärmezwecken und dadurch bedingt die Abnahme des Gasbezuges auf die Finanzen der Stadt ausüben würde, da ja Gas- und Elektrizitätswerke meistens in der Hand der Städte sind.

Der Erzeugerpreis ohne Berücksichtigung der Straßenbeleuchtung für 1 m³ Gas frei Verbraucher ist rd. 13 Pf (frei Behälter 6,5 Pf[25]) bzw. ohne Kapitaldienst 5,5 Pf[26]. Starke[27] gibt nun in seinem Buch „Großgasversorgung" einen Mindestverkaufspreis von 12 bis 13 Pf/m³ auf Grund von Selbstkostenberechnungen an, eine Zahl, die mit der oben errechneten gut übereinstimmt. Rechnen wir mit einem Verkaufspreis von rd. 18 Pf/m³, so bleibt für das Gaswerk ein Gewinn von rd. 5 Pf/m³ oder 24 RM je Jahr und Verbraucher bei Gasbezug bzw. 33 RM (20 + 13 RM) für Kochgas und elektrischer Beleuchtung gegenüber einem Gewinn bei vollständiger Elektrizitätsversorgung (Kochen, Licht, jedoch ohne Haushalt) von 34 bis 50 RM (56 bis 68 RM).

Rechnen wir nun nicht mit zu pessimistischen Werten, sondern mit solchen, wie sie in der Schweiz und Amerika wirklich aufgetreten sind, d. h. mit rd. 3 kWh/m³, so würde sich ein Mehrgewinn von rd. 11 bzw. 17 (30 bzw. 35) RM je Verbraucher bei Versorgung mit Elektrowärme ergeben.

Allerdings ist dabei zu bemerken, daß die Wärmeversorgung mittels Elektrizität nicht ruckartig erfolgen wird. Mit der Zeit wird die Entwicklung sich so gestalten, daß allmählich der Elektrizitätsverbrauch zunehmen und der Gasverbrauch abnehmen wird, so daß die Gaswerksanlagen nicht als totes Kapital zu betrachten sind.

Bei Neuanlage von Straßen und Häusern ergibt die Einführung der Elektrowärme den Vorteil, daß Gasleitungen in den Neubauten und in den neuen Straßen nicht mehr verlegt zu werden brauchen, da dann das Bedürfnis nach Gas nicht mehr vorhanden ist. Der Gaszähler kommt ebenfalls in Fortfall, so daß eine Menge Material bei Versorgung des Verbrauchers mit Licht und Wärme durch elektrischen Strom gespart werden kann. Die Anlagekosten für Neuanlagen würden sich dadurch beträchtlich erniedrigen. Im allgemeinen sind die Kosten der Hausanschlüsse und Zähler je Verbraucher für Gas und Elektrizität ungefähr gleich groß. Bei Versorgung mit Elektrowärme würden sie sich also um die Hälfte verringern lassen, da die elektrischen Hausanschlußleitungen schon meistens jetzt so stark ausgebildet sind, daß sie fast immer auch für die Wärmeversorgung ausreichen würden.

Im Falle der Versorgung mit Elektrizität zu Koch- und Haushaltungszwecken muß nun eine Tarifform gefunden werden, die sowohl die Bedürfnisse der Verbraucher wie die des Elektrizitätswerks berücksichtigt. Diese Tarifform wird immer die sein, die den Selbstkosten am meisten entspricht. Dies wird nun am günstigsten durch den Grundgebührentarif erreicht, der schon seit 1892[28] anerkannt und befürwortet wurde. Die Schwierigkeit in der Einführung dieser Tarifform bestand nur darin, einen gerechten Betrag festzulegen, der der Beanspruchung an die Betriebsmittel auch tatsächlich entspricht. Allerdings ist die genaue Ermittlung dieser Beanspruchung nicht so ausschlaggebend, denn den größten Teil der Kosten (rd. 60 %) bilden ja die von der Leistung unabhängigen Handlungsunkosten usw.

[25] Dr. Gerster, Grundsätze neuzeitlicher Verrechnungsorganisation städtischer Gaswerke. G. W. E. 1926. S. 451.

[26] Denkschrift der A. G. für Kohleverwertung: Deutsche Großgasfernversorgung. Verlag Deutsche Bergwerks-Ztg. 1927 (Tafel 6).

[27] Rich. F. Starke, Essen, Großgasversorgung. Verlag von O. Spamer, Leipzig 1924, S. 235.

[28] Nach Dr. J. Hopkinson, Die Kosten der elektrischen Energie, ETZ 1892. S. 707.

Man findet bei den einzelnen Elektrizitätswerken, daß folgende Arten der Gebührenberechnung eingeführt sind:

1. a) Grundtaxe für jedes installierte Kilowatt,
   b) Grundtaxe für Verwaltungskosten.
2. Grundgebühr je 1 kW nach Höchstbelastungsmesser, Strombegrenzer oder Zählergröße (7 %).
3. Grundgebühr je Zimmerzahl (rd. 35 %).
4. Grundgebühr je 1 RM Hausmiete (0 %) (in England hauptsächlich).
5. Grundgebühr je 1 m² Zimmerfläche (1 %).
6. Grundgebühr je 1 kW Anschlußwert (rd. 30 %).
7. Grundgebühr je Brennstelle oder Lampe (rd. 25 %).

Die eingeklammerten Prozente sind errechnet aus der Anzahl der Elektrizitätswerke in Deutschland, die heute nach Gebührentarif arbeiten (14 %). Es ist zu ersehen, daß die Grundgebühr am meisten nach der Zahl der Zimmer berechnet wird. Diese Art der Verrechnung gewährleistet auch die größte Gerechtigkeit, denn der Anschlußwert ist besonders auch bei Nachinstallationen nur schwer gerecht zu bestimmen, während die Hausmiete wegen der noch herrschenden ungesunden Wohnungsverhältnisse und die Bestimmung mit Hilfe eines Höchstlastmessers oder Strombegrenzers wegen der Kosten für diesen zusätzlichen Apparat nicht in Frage kommen und auch die Höchstbelastung je Verbraucher nach den Arbeiten von Prof. Dr. Dettmar[29] über den Gleichzeitigkeitsfaktor und nach den obigen Zahlen von nur 0,1 kW infolge des Gleichzeitigkeitsfaktors ohne größere Bedeutung ist. Die Bestimmung nach Zählergröße wäre allerdings auch möglich, während die Verrechnung nach Brennstellen oder Lampen bei Einführung des elektrischen Kochens nicht mehr zu berücksichtigen ist.

Ein amerikanisches Elektrizitätswerk[18], bei dem in größeren Mengen Kochstrom verbraucht wird, hat seinen Tarif umgeformt:

	Ohne Kochen	mit Kochen
Grundgebühr a)	50 cts/Monat	2 $/Monat
b)	4 cts/100 Quadratfuß	8 cts/100 Quadratfuß
Arbeitsgebühr	5 cts	3 cts.

Auch Dr. Lulofs[23] tritt entschieden für eine feste Grundgebühr und eine kleine Arbeitsgebühr ein, um entgegen einem Tarif, der eine bestimmte Zahl Kilowattstunden zu einem hohen Preise und von dieser Zahl ab zu einem niedrigeren Preise berechnet, bedeutend an Bureauarbeit und damit an Verwaltungskosten zu sparen. Daher soll auch hier eine feste Grundgebühr und eine niedrige Arbeitsgebühr vorgeschlagen werden, wobei die Grundgebühr von der Zimmerzahl abhängen soll.

Wir hatten oben errechnet, daß die Kilowattstunde für Kochzwecke nicht mehr als 6 Pf kosten darf. So hoch muß dann auch die Arbeitsgebühr festgesetzt werden. Als Grundgebühr müßte dann der Mehrpreis für 130 Licht-kWh von 40 Pf/kWh (46 — 6 Pf) zuzüglich des Mehrpreises für Haushaltstrom und für Mehrverbrauch an Licht von 14 Pf für 200 kWh (20 — 6 Pf) im Durchschnitt festgesetzt werden, d. h. die Grundgebühr würde sich auf rd. 80 RM je Haushaltverbraucher belaufen und müßte in Abhängigkeit von der Zimmerzahl gebracht werden.

Es soll daher zunächst auf die Wohnungsverhältnisse näher eingegangen werden. Laut Statistik der Industriestadt vom 10. X. 1925 und der Hafenstadt vom 9. V. 1927 befinden sich hier Wohnungen mit Räumen:

	Industriestadt		Hafenstadt
1 Raum	2 792	Wohnungen	1 091
2 Räume	10 538	„	17 923
3 „	13 435	„	18 181
4 „	9 773	„	9 124
5 „	5 766	„	4 151
6 „	3 052	„	1 766
7 „	1 578	„	841
8 „ und mehr	2 036	„	661
Zusammen	48 968	Wohnungen	53 738.

Eine Statistik, wieviel Prozent dieser Wohnungen Elektrizitäts- bzw. Gasanschluß besitzen, liegt leider nicht vor. Nach Schätzung ist etwa anzunehmen, daß in der Industriestadt nur rd. 10 % der Wohnungen mit 3 und weniger Räumen, also rd. 2000 solcher Haushaltungen angeschlossen sind. Bei Wohnungen mit 4 und 5 Räumen kann man dagegen den Prozentsatz der angeschlossenen Haushaltungen zu 50 % oder rd. 8000 Wohnungen annehmen,

[29] Prof. Dr.-Ing. G. Dettmar, Hannover, Über den Ausgleich der Einzelbelastungen bei Elektrizitätswerken (Verschiedenheitsfaktor), ETZ 1926, S. 33.

während die Wohnungen mit mehr als 5 Räumen fast alle angeschlossen sein dürften und man daher mit 90 % oder 6000 Haushaltungen rechnen kann. Zusammen wären das ungefähr 16 000 Haushaltungen. Diese Zahl stimmt also gut mit der vom Elektrizitätswerk ermittelten Gesamtzahl überein.

Läßt man nun die Wohnungen mit zwei und weniger Räumen außer Betracht, so ergibt sich, daß durchschnittlich 4, bzw. 3,76 Räume auf eine Wohnung entfallen (mit 3 Räumen und weniger 5,3 bzw. 4,4 Zimmer/Wohnung).

Wenn wir nun aber die Grundgebühr zu 80 RM je Haushaltung ermittelt haben, so bedeutet das, daß diese 80 RM auf 5,3 bzw. 4,4 oder auf 4,4 bzw. 3,76 Räume umgelegt werden müssen, d. h. daß die Grundgebühr je Zimmer jährlich rd. 15 bzw. 18,5 RM oder 18,5 bzw. 21 RM betragen muß. Wir setzen aber, um noch einen kleinen Gewinn zu erhalten, die Grundgebühr für die ersten drei Räume auf 20 RM/Zimmer und für jeden weiteren Raum auf 15 RM/Zimmer fest.

Für eine durchschnittliche Wohnung von 5 Räumen (4 Zimmer und Küche) ergeben sich dann folgende Zahlen:

	Einnahmen	Ausgaben
Grundgebühr	90 RM	
Arbeitsgebühr	92 „	(Wanderrost) 136 RM
		(Kohlenstaub) 122 „

so daß sich ein Gewinn von rd. 55 bzw. 46 RM (66 bzw. 60 RM) ergibt.

Nachdem wir jetzt also die Höhe der Gebühren, Grundgebühr 20 RM für die ersten drei Zimmer und für jedes weitere Zimmer 15 RM, Arbeitsgebühr 6 Pf/kWh, ermittelt und auch den Gewinn des Werks errechnet haben, soll noch über die Art der Verrechnung gesprochen werden. Es wäre zur Erleichterung der Bureauarbeit zu empfehlen, die Summe der Grund- und vorjährigen Arbeitsgebühr durch die Zahl der Monate zu teilen und sie als feste Rate von den Verbrauchern im Post-, Scheck- oder Bargeldverkehr einzufordern. Der Zähler würde dann im allgemeinen nur einmal im Jahre abzulesen und die Verrechnung auch nur jährlich vorzunehmen sein, wobei überzahlte Beträge auf das nächste Jahr gutgeschrieben und Reste noch eingezogen werden müßten. Dadurch würden mindestens 90 % des jetzigen Ablesepersonals erspart werden können.

Um die Auswirkung dieser Tarifform festzustellen, wäre zu empfehlen, sie in vorhandenen Stadtteilen wahlweise einzuführen; bei neuen Straßenzügen würde man sie dagegen fest einführen, um außerdem die Installation von Gasleitungen zu vermeiden und auch die Folgen für die Belastung von Kabeln, Transformatoren usw. zu erkennen.

Der vorgeschlagene Tarif erhebt nicht den Anspruch unbedingter Notwendigkeit. Es sollte durch ihn nur gezeigt werden, daß es möglich ist, eine Tarifform zu finden, die die Lieferung von Elektrowärme für Kochzwecke gestattet. Es gibt sicher noch andere Tarifformen, die die Berücksichtigung der Grundgebühr erlauben. Jede Stadt hat außerdem ihren eigenen Charakter, der u. U. eine andere Tarifform erfordert. Es müßte also von Fall zu Fall die günstigste Tarifart ermittelt werden.

Die neue Untergrundbahn in Tokio.

Von **K. Rosenberg,** Fukae Mura.

Übersicht. Die Verkehrschwierigkeit innerhalb der größeren japanischen Städte wird geschildert und kurz über die erste Untergrundbahnstrecke Tokios berichtet, mit deren eben erfolgter Eröffnung ein bedeutender Schritt zu ihrer Behebung getan ist.

In den größeren Städten Japans ist, wie der Anblick der stets überfüllten und sich vielfach in den engen Straßen stauenden Fahrzeuge jedem Beobachter augenfällig macht,

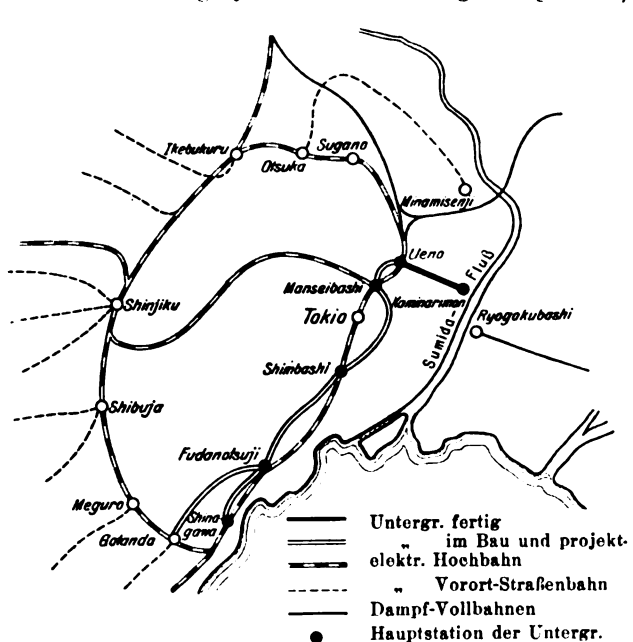


Abb. 1. Die wichtigsten Verkehrslinien von Tokio.

die Aufgabe der Personenverkehrsbewältigung zu einem schwierigen und dringenden Problem geworden. Zwischen den verhältnismäßig eng begrenzten Stadtzentren, die dicht mit Bürohochbauten aus Beton besetzt sind, und den ausgedehnten Wohnvierteln mit einstöckigen Holzhäusern sind zum Verkehr alle neuzeitlichen Fahrzeugarten herangezogen. Die geduldigen japanischen Reisenden haben trotzdem ständig Unbequemlichkeiten auszuhalten, wie sie in Deutschland nur bei den schlimmen Personentransportverhältnissen der Kriegszeit hingenommen wurden.

Der Verkehr wird im wesentlichen durch elektrische Straßenbahnen, durch Autobuslinien und durch Vorort-



Abb. 3. Triebwagen.

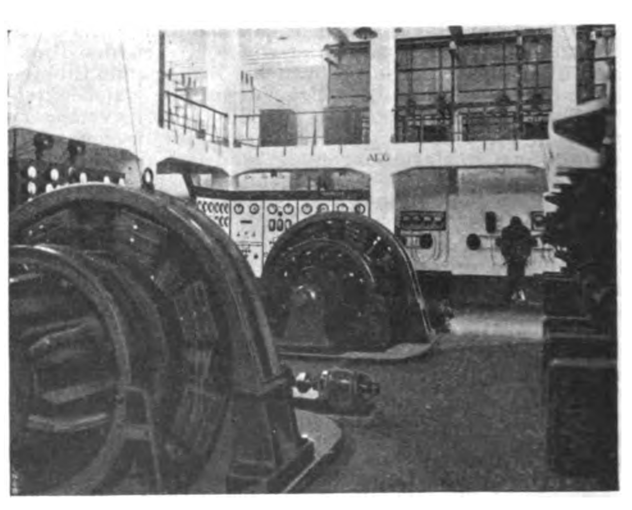


Abb. 4. Umformer, Schalttafel und Hochspannungszellen.

linien der Vollbahnen bewältigt, die innerhalb der Städte durchweg als Hochbahnen gebaut und in Tokio elektrisch betrieben sind. Die Hauptrollen spielen zur Zeit die Straßenbahnen, denen im Jahr 1924 in Tokio 65 %,



in Osaka 75 % des gesamten öffentlichen Verkehrs zufielen. Ihre Überlastung wird am besten durch die Angabe gekennzeichnet, daß dabei auf 1 km in Tokio 1 590 000, in Osaka 1 690 000 jährliche Fahrgäste kamen.

Den Straßenbahnbetrieb den wachsenden Ansprüchen anzupassen, scheint unmöglich. Es können weder lange

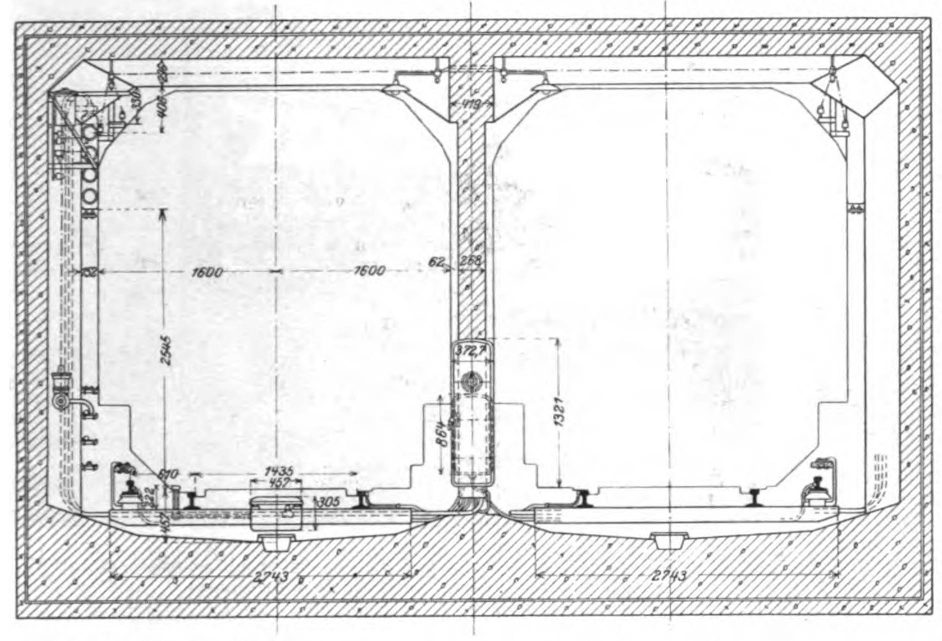


Abb. 2. Tunnelquerschnitt.

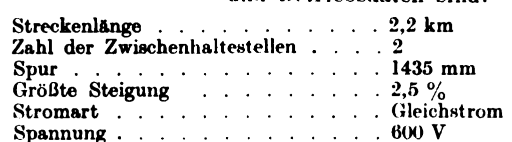
Wagenzüge in den vielfach engen japanischen Straßen gefahren werden, noch kommen wegen der vielen niedrig verlegten Fernsprechleitungen und der durchweg nur 4 m hohen Brücken zweistöckige Wagen in Betracht, deren Treppen auch auf den vielgetragenen japanischen Holzstelzschuhen gefährlich zu begehen wären. Auch hat der Versuch ergeben, daß eine Steigerung der Wagenfrequenz über den zur Zeit innegehaltenen günstigsten Wert von etwa 4,4 Wagen auf 1 km Geschwindigkeitsverminderungen hervorruft, die die Gesamtleistung nur herabsetzen. Der Autobusverkehr scheint zwar mäßig erweiterungsfähig, ist aber auf den holperigen, meistens ungepflasterten Straßen ungeeignet und auf die vorwiegende Benutzung sehr kleiner Wagen angewiesen. Abhilfe der Verkehrsnot wird deshalb nur durch den Ausbau von Bahnen mit eigenem Bahnkörper erwartet, und der Streit, ob Hoch- oder Untergrundbahn zu bevorzugen sei, bewegt zur Zeit Techniker, Finanzleute und Stadtverwaltungen.

In Tokio hat sich eine private Gesellschaft für den etappenweisen Ausbau einer Untergrundbahn eingesetzt und ihre erste Strecke — die erste asiatische überhaupt — in den ersten Januartagen dieses Jahres eröffnet. Trotz der natürlich hohen Baukosten, die von der Gesellschaft zu etwa 3,8 Mill. GM für 1 km doppelgleisiger Strecke angegeben werden, ist bei der eingangs geschilderten Dringlichkeit großzügiger Verkehrserweiterung ein wirtschaftlicher Betrieb der Bahn mit Sicherheit zu erwarten, sobald erst der Ausbau so weit gediehen ist, wie auf Abb. 1 angedeutet. Auch ist die erste, bereits dem Verkehr übergebene Strecke Ueno—Kaminarimon trotz ihrer Kürze (wenig über 2 km) geschickt so gewählt, daß hinlängliche Erträge aus ihr zu erwarten sind. Sie verbindet den Fernbahnhof Ueno mit dem Vergnügungsviertel Asakusa, und die Fahrt auf ihr wird Punkt 1 im Vergnügungsprogramm vieler Auswärtiger sein, die Tokios Sehenswürdigkeiten täglich besuchen.

Die Bauarbeiten an dieser ersten Strecke haben weder Schwierigkeiten noch Überraschungen gebracht. In der Konstruktion der Betonsäulen und -wände lehnte man sich eng an Muster der Berliner Hoch- und Untergrundbahn an. Umfassende Erfahrungen im Gußbetonbau stehen den japanischen Bauingenieuren reichlicher zu Gebot als denen der meisten anderen Länder. Irgendwelche besonderen Vorkehrungen mit Rücksicht auf die häufigen Erdbeben hat man nicht getroffen, ist vielmehr auf Grund systematischer Messungen überzeugt, daß auch Erdstöße, die Hochbauten in gefährliche Schwingungen versetzen, dem im Erdboden selbst ruhenden Bau nicht erheblich schaden können. Die Erfahrungen der japanischen Staatsbahn mit dem Verhalten ihrer Tunnels bei Erdbeben bestätigen diese Auffassung und lassen gute Untergrundstollen sogar als den erdbebensichersten Aufenthalt im Bereich städtischer Steinbauten überhaupt erscheinen.

Einen Schnitt durch den Tunnel stellt Abb. 2 dar, auf der auch die Anordnung der elektrischen Ausrüstung zu erkennen ist. Zu sehen ist insbesondere die Art der Stromzuführung mittels dritter Schiene, ferner die Ausführung der Streckensignallampen, die in Abständen von durchschnittlich 250 m aufgestellt sind, und deren Relais sich in den Gußeisenkästen an den Mittelpfeilern befinden, schließlich ist in der Spurmitte eine der von diesen Relais ebenfalls gesteuerten selbsttätigen Zughaltvorrichtungen zu erkennen, die, im gleichen Abstand angeordnet, zwangsläufig für genügende Zugdistanz sorgen.


Die wesentlichen Strecken- und Betriebsdaten sind:



Streckenlänge	**2,2 km**
Zahl der Zwischenhaltestellen	**2**
Spur	**1435 mm**
Größte Steigung	**2,5 %**
Stromart	**Gleichstrom**
Spannung	**600 V**

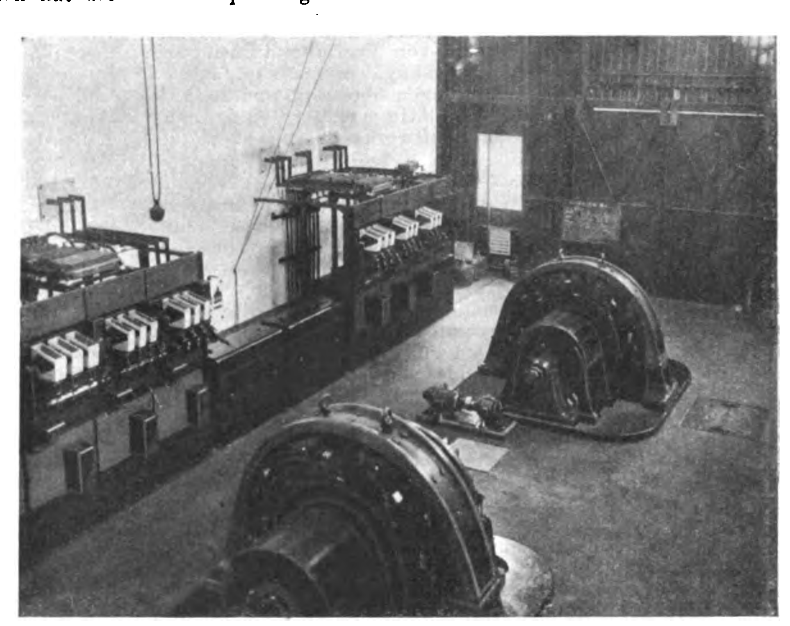


Abb. 5. Umformer mit Anlaßschaltern.

Wagenlänge	**16 310 mm**
Motorzahl je Wagen	**2**
Stundenleistung je Motor	**120 PS**
Reisegeschwindigkeit	**29 km h**
Zugfolge	**3 min.**

Die Konstruktion der Wagen, auch der Stromabnehmer, zeigt Abb. 3. Die Innenanordnung mit Längsbänken sieht reichliche Stehplätze vor. Die Anordnung der Motoren in den Drehgestellen ist durchaus normal, auch die halbselbsttätige pneumatische Steuerung, die mit Feld-

schwächung arbeitet. Zu erwähnen sind selbsttätige Türschließvorrichtungen.

Von zwei Unterwerken, die für den in Abb. 1 dargestellten Ausbau der Untergrundbahn vorgesehen sind, ist bisher eins erbaut, und zwar dicht bei der Station Ueno. In ihm laufen vorläufig zwei Einankerumformer von je 1000 kW, deren asynchrones Anlaufen selbsttätig erfolgt. Abb. 4 bis 6 lassen die Anordnung der Station erkennen, die in Japan Schule zu machen verspricht. Entwurf und Bau der Station lagen in Händen der AEG.

Die kurze in Betrieb genommene Untergrundbahnstrecke hat selbstverständlich eine nennenswerte Entlastung der übrigen Verkehrsmittel noch nicht bewirken können. Unter Ausnutzung der bei ihrem Bau gemachten Erfahrungen wird indessen zur Zeit am nächsten Streckenabschnitt Ueno—Manseibashi gearbeitet, und wenn in voraussichtlich zwei Jahren die in Abb. 1 dargestellte Linie ausgebaut ist, wird sie Tokios wichtigstes Verkehrsmittel sein.

Andere japanische Städte erwägen oder beabsichtigen zur Zeit ebenfalls, ihren Verkehrschwierigkeiten durch den Bau von Untergrundbahnen abzuhelfen. Insbesondere steht das großzügige Projekt einer Stadtschnellbahn für Osaka im Vordergrund des Interesses, die nach Berliner Muster teils als Hochbahn und teils als Untergrundbahn geplant ist, und die dringend erforderlich scheint, wenn der allenthalben gehemmte Verkehr innerhalb der ausgedehnten Stadt auf die Höhe desjenigen der mustergültig organisierten Schnellverbindungen mit ihren Nachbarstädten gebracht werden soll.

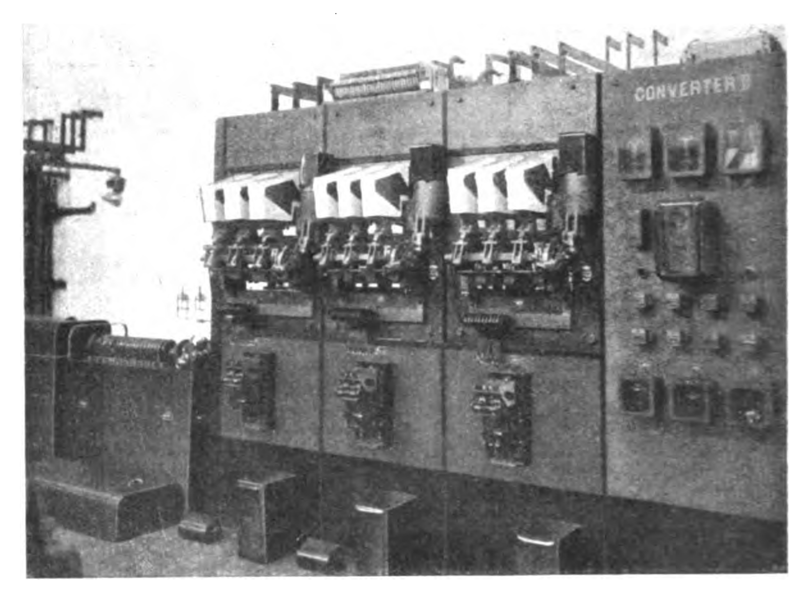


Abb. 6. Relais, Schalter, Schützen und Walzenschalter mit motorischem Antrieb zum selbsttätigen Anlassen eines Umformers.

Die Fernmessung elektrischer Einzel- und Summenwerte.

Von Dipl.-Ing. W. Stern, Berlin.

Übersicht. Bei vermaschten Kraftversorgungsnetzen sowie Fernstrombezug ergibt sich die Notwendigkeit der kontinuierlichen Fernmessung nach einer zentralen Stelle (Lastverteiler). Es wird ein Fernmeßverfahren beschrieben, das ohne Hilfsbatterien, auch von Freiluftstationen aus, Strom, Spannung und Leistungsangaben mit einfachsten Mitteln über beliebige Entfernungen überträgt und zugleich mehrere Leistungsangaben selbsttätig summiert, so daß auch die Summenleistung ganzer Kraftwerke überwacht werden kann.

Bekanntlich steht die Aufgabe der Fernmessung elektrischer Einzel- und Summenwerte infolge der schnellen Entwicklung der Elektrizitätswerke und deren Verteilernetze im Mittelpunkt des Interesses. Die vielen Lösungen, die für diese Art der Fernmessung angegeben werden, lassen sich auf zwei verschiedene Verfahren, die durch die Art der Auffassung des ganzen Fernmeßproblems von vornherein gegeben sind, zurückführen. Man kann die Aufgabe der Fernmessung entweder vom Standpunkt des Fernmeldetechnikers oder von dem des Meßtechnikers aus betrachten. Während der Meßtechniker versucht, die in der Ferne zu messende Größe direkt nach einem Meßinstrument zu übertragen, trachtet der Fernmeldetechniker danach, die Stellung des Zeigers eines Instrumentes in der Sendestelle nach dem Empfangsort fernzumelden.

Bis vor kurzer Zeit bemühte man sich eigentlich nur in der Richtung der Fernmeldetechnik, und zwar in all den Fällen, in denen wegen der großen zu überbrückenden Entfernung eine direkte Messung mit Hilfe von Strom- bzw. Spannungswandlern aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen versagen mußte. Da die Fernmessung von Leistungsangaben am häufigsten gewünscht wird, soll in den weiteren Betrachtungen vorwiegend von der Leistungsfernmessung gesprochen werden. Bekanntlich werden bei der Leistungsmessung die Nachteile der direkten Messung über größere Entfernungen infolge der vielen Meßleitungen und der großen Leitungsquerschnitte besonders unangenehm empfunden.

Die Übertragung der Zeigerstellung eines Leistungsmessers vom Sendeort nach dem Empfangsort wird heute noch in vielen Kraftwerken in enger Anlehnung an die Fernmeldetechnik mit Zeigertelegraphen durchgeführt. Die Übertragung erfolgt dabei so, daß in gewissen Zeitabständen ein Beamter den Geber eines Zeigertelegraphen auf diejenige Zahl stellt, die der Angabe des direkt anzeigenden Instrumentes entspricht. Gemäß der Einstellung am Gebeapparat ändert sich dann die Stellung des Zeigers am Empfangsapparat. Die hierbei zur Verwendung kommenden Zeigertelegraphen sind aus den schon lange bekannten Schiffsmaschinentelegraphen entstanden und beruhen meistens auf der Widerstandsänderung eines elektrischen Stromkreises, dessen Stromänderungen durch Einbau eines Strommessers usw. in der Ferne angezeigt werden. Selbstverständlich versuchte man, die Zwischenarbeit des Beamten am Sendeort auszuschalten, indem man den Zeiger des direkt zeigenden Instrumentes an der Sendestelle so mit einer Kontaktvorrichtung kuppelte, daß bei Bewegung des Zeigers zugleich eine Änderung des Widerstandes in dem Fernmeldestromkreis stattfand.

Da die Entwicklung der Fernmeßapparate den Weg über diese Zeigertelegraphen nahm, ist es auch erklärlich, daß fast alle Versuche und Ausführungen für die Fernmessungen nun auch nach dem Verfahren der Widerstandsänderung im Fernmeldestromkreis arbeiten. Die Benutzung des Zeigersystems elektrischer Meßinstrumente zur Betätigung einer sicher wirkenden Widerstandschaltvorrichtung stößt jedoch infolge des geringen Drehmoments der Meßinstrumente auf große Schwierigkeiten. In Anbetracht dieser Tatsache wurden die verschiedensten Lösungen zur Fernübertragung von Zeigerstellungen gegeben, bei denen diese nachteilige Belastung des Zeigers vermieden werden sollte.

Eine dieser Lösungen beruht z. B. darauf, daß man den Zeiger des Instrumentes am Sendeort nur in gewissen Zeitabständen zur Fernmessung heranzog, indem man ein Fallbügelinstrument verwendete, dessen Zeiger durch eine besondere Hilfsvorrichtung nur in Zeitintervallen an einem Potentiometer bestimmte Widerstandstufen eines Fernmeldestromkreises einschaltete. Die Nachteile dieser Anordnung liegen klar auf der Hand. Die Fernmessung geschieht bei diesen Systemen nicht kontinuierlich, sondern nur in gewissen Zeiten. Man kann sich also am Empfangsort kein Bild davon machen, welche Vorgänge sich seit der letzten Kontaktgabe des Sendeinstrumentes abgespielt haben. Um nicht ganz ohne Angabe zu sein, war man gezwungen, eine weitere Hilfsvorrichtung anzubringen, die den Zeiger des Empfangsinstrumentes bis zur nächsten Einstellung in der alten Lage festhält. Leider sind bei diesem System auch der Meßgenauigkeit bestimmte Gren-

zen gesetzt, da die Unterteilung der Widerstandstufen infolge des verfügbaren Platzes beschränkt ist, so daß also, wenn der Zeiger von einem Kontakt zum anderen geht, Zwischenwerte nicht fernübertragen werden können. Durch diese Anordnung entsteht bereits ein Fehler von rd. 2 %.

Unangenehm ist weiter bei diesen Vorrichtungen die Notwendigkeit der Aufstellung von Hilfsbatterien und Ladevorrichtungen, von deren Zustand die Meßgenauigkeit natürlich in weitem Maße abhängig ist.

Neben diesen Verfahren der Widerstandsänderung wurde die Übertragung der Zeigerstellungen noch auf den verschiedensten Wegen versucht. So bestehen z. B. Vorschläge, den Zeiger des Sendeinstrumentes zugleich als Teil eines Kondensators auszubilden. Durch die Änderung der Zeigerstellung sollte die Kapazität des Kondensators geändert werden. Da der Kondensator ein Teil eines Schwingungskreises war, mußte sich auch die Frequenz des Schwingungskreises entsprechend der Zeigerstellung ändern. Derartige Einrichtungen benötigen natürlich einen großen Aufwand von Hilfsapparaten, die auf alle Fälle die Betriebsicherheit und Meßgenauigkeit verschlechtern. Nachstehend soll nun eine Anordnung beschrieben werden, die aus der Auffassung in Richtung der Meßtechnik entstanden ist und die in keiner Weise von dem Gedanken, die Stellung eines Zeigers zu übertragen, beeinflußt ist. Dieses Verfahren wird als System Telewatt bezeichnet und ist von den Aronwerken bis zu seiner heutigen Vollkommenheit durchgebildet worden.

Der Grundgedanke des Verfahrens ist der, daß eine Umformervorrichtung geschaffen wird, die die verschiedenen Meßströme, die zur Messung der Leistung notwendig sind, so in eine Stromart umformt, daß die umgeformte Energie ohne weiteres über Fernmeldeleitungen geringsten Querschnitts mit höchster Präzision fernübertragen werden kann. Die geeignete Energieform zur Fernmeldung ist bekanntlich Gleichstrom. Die Empfangsinstrumente für Gleichstrom können ohne weiteres für Ströme in der Größenordnung von 1 mA gebaut werden, was selbstverständlich für die Fernübertragung über Leitungen geringen Querschnitts von größter Wichtigkeit ist. Da nur eine Änderung der Energieform bei dem System Telewatt stattfindet, werden, und das ist besonders wichtig, keinerlei Hilfsbatterien oder sonstige Einrichtungen benötigt. Man hat nur den Sender, dem die Meßströme zugeführt werden und der entsprechend den Meßströmen einen bestimmten Gleichstrom über Fernmeldeleitungen nach einem Drehspulenempfänger schickt. Der in Abb. 1 und 2 gezeigte Sender wird an der Stelle eingebaut, deren Leistungshöhe gemessen werden soll. Auf der Achse des Senders ist ein hochempfindlicher Gleichstromgenerator angebracht. Je mehr Leistung durch den Sender fließt, um so schneller dreht sich dessen Achse und um so mehr Spannung erzeugt der auf dieser Achse sitzende Generator. Die Proportionalität zwischen Meßgröße und Umdrehungszahl des Senders wird durch eine starke Wirbelstromdämpfung erzielt. Diese Art der Dämpfung ist aus dem Zählerbau bekannt. Dort wird eine Aluminiumscheibe, die auf der Drehachse sitzt, durch das Feld eines Dauermagneten hindurchbewegt. Dabei werden in der Scheibe elektromotorische Kräfte und Ströme erzeugt, die der Drehgeschwindigkeit proportional sind und bremsend wirken. Das von Strom und Spannung herrührende Drehmoment beschleunigt die Scheibe so lange, bis das Bremsmoment ebenso groß ist wie das antreibende Moment. Dabei stellt sich immer diejenige Drehgeschwindigkeit ein, die der dem Sender zugeführten Meßgröße entspricht.

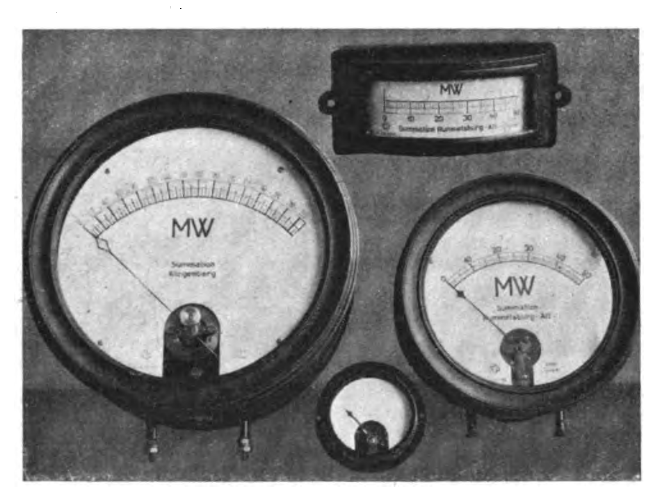


Abb. 3. Fernmeßempfänger System Telewatt.

Bei dem Telewattsender zerfällt das Bremsmoment in zwei Teile. So wird z. B. der in Abb 1 und 2 gezeigte Sender einerseits durch die Wirbelströme abgebremst, die in den besonders angebrachten Metallscheiben des Generators entstehen; anderseits erfolgt die Bremsung auch noch durch die im Generator erzeugte Gleichstromleistung. Der im Generator erzeugte Gleichstrom wird über eine beliebige Fernmeldeleitung nach der Kontrollstelle (Kommandostelle) zu dem Empfangsinstrument geleitet, das die in der Ferne zu messende Größe direkt anzeigt.

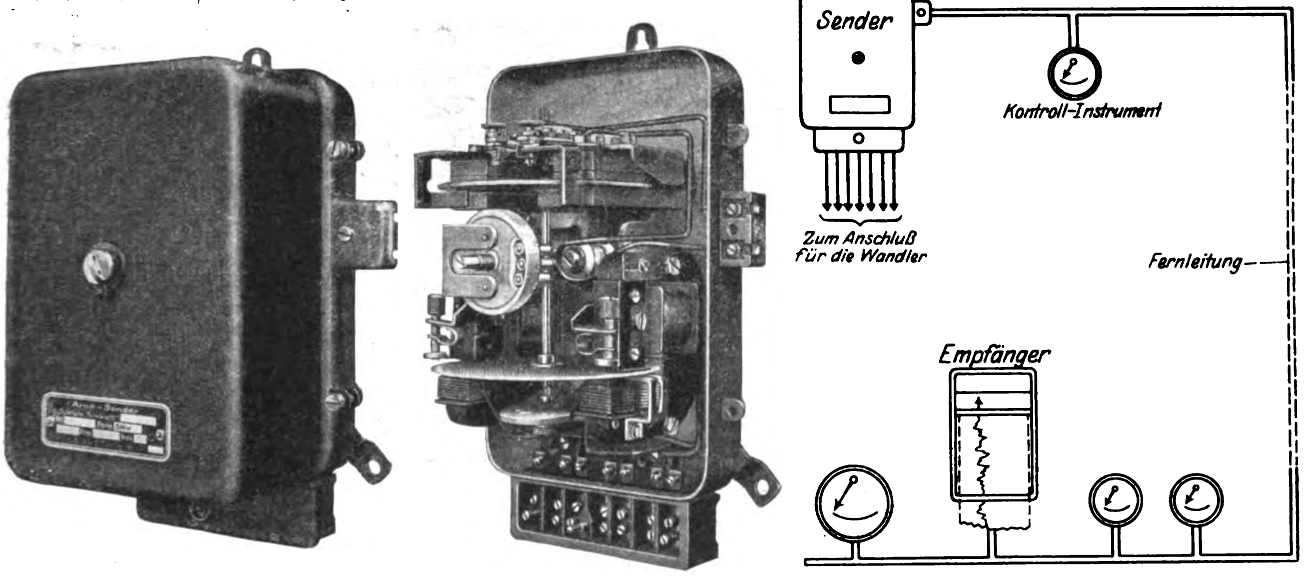


Abb. 1. Telewattsender geschlossen. Abb. 2. Telewattsender offen. Abb. 4. Schaltbild der Fernmeßanlage System Telewatt (Leistungsmessung).

Diese Empfangsinstrumente sind Spezial-Drehspulstrommesser, die in der zu messenden Größe (Kilowatt, Ampere oder Volt) geeicht sind. Der Strom in der Fernmeldeleitung beträgt nur rd. 1 mA. Die Genauigkeit der Fernanzeige ist höher, als die normaler Schalttafelinstrumente.

Außer der Wirkleistung lassen sich natürlich sowohl Blindleistung als auch Strom und Spannung fernmessen. Der Sender erhält dann eine für den jeweiligen Zweck geeignete Wicklungskombination. In den Fällen, in denen Leistungsabgaben und Leistungsaufnahmen fernzumessen sind, kann dies mit einem Sender und einem Empfangsinstrument zugleich geschehen, da der Sender bei Ände-

rung der Energierichtung seinen Umdrehungsinn ändert und damit im Empfangsinstrument die Stromrichtung umkehrt. In diesen Fällen wird das Empfangsinstrument mit Nullpunkt in der Mitte ausgeführt, so daß auf der einen Skalenhälfte Leistungsabgabe, auf der anderen Skalenhälfte Leistungsaufnahme gemessen wird.

Nach dem System Telewatt lassen sich auch Summationen von Meßgrößen vornehmen, so daß z. B. die Einzelleistungen der Generatoren und Umformer eines Kraftwerks oder eines Unterwerks am Sendeort summiert und über eine Fernleitung mit einem Instrument an einem beliebig entfernten Ort abgelesen werden können, was besonders wichtig für den Betrieb von Kesselhäusern ist. Die Summation nach dem System Telewatt bietet den großen Vorteil, daß sie auch bei nichtsynchronisierten Leitungen richtig arbeitet, was bekanntlich bei Summenwandlern nicht der Fall ist.

Wollte man mit den zu Anfang erwähnten Fernmeßvorrichtungen Summationen vornehmen, so würde man entsprechend der Zahl der zu summierenden Größen Hilfspannungen brauchen, die im Bereich von 100 bis zu 1000 V liegen. Außerdem würden Eisen-Wasserstofflampen zum Konstanthalten der Stromstärke benötigt werden sowie komplizierte Kompensationseinrichtungen für die Widerstände der Verbindungsleitungen. Bei dem System Telewatt werden einfach die Sender gleichstromseitig hintereinander geschaltet. Die Gleichstromspannungen summieren sich, und es ist dafür Sorge getragen, daß die Spannungen zum Fernmelden nie über den Bereich von 8 bis 10 V bei Summationsanlagen hinausgehen, so daß der Betrieb über Fernmeldeleitungen ohne jede Gefahr für das Personal und für die benachbarten Fernmelde- bzw. Fernsprechleitungen stattfindet.

Der Sender, Abb. 1 und 2, besteht, falls es sich bei der Fernmessung um Übertragung von Drehstromgrößen handelt, aus dem System eines Drehstromzählers nach der Aronschen Zweiwattmeterschaltung oder bei gleicher Belastung der Drehstromzweige aus dem System eines Wechselstromzählers in entsprechender Schaltung. Er wird an vorhandene Meßwandler der Sendestelle angeschlossen und daher normalerweise für einen Nennstrom von 5 A und eine Nennspannung von 110 V ausgeführt. Sein Drehmoment ist besonders hoch, so daß auch bei niedriger Belastung eine genaue Anzeige erfolgt. Der Eigenverbrauch der Strom- und Spannungswicklung entspricht etwa dem eines normalen Elektrizitätszählers, so daß der Sender unbedenklich an vorhandene Meßwandler mitangeschlossen werden kann. Der Anschluß des Senders an die Meßwandler erfolgt durch ein von einem plombierbaren Klemmendeckel bedecktes Klemmenbrett. Der erzeugte Gleichstrom wird durch ein seitlich angeordnetes Klemmenbrett das ebenfalls von einem plombierbaren Klemmendeckel verschlossen wird, abgenommen.

Um die Fernmessung von Temperatureinflüssen der Fernmeßleitung unabhängig zu machen, ist in den Gleichstromkreis ein temperaturunabhängiger, regelbarer Vorwiderstand eingeschaltet, der in den Sender eingebaut oder neben dem Sender angeordnet werden kann. In den Sender, Abb. 1, ist der Vorwiderstand eingebaut, der nach Entfernen einer plombierbaren Verschlußschraube von außen entsprechend dem Leitungswiderstand bei der Montage an Ort und Stelle eingestellt werden kann.

Ebenso wie die Wirkleistung, kann auch durch entsprechende Schaltung des Senders die Blindleistung ferngemessen werden. Ferner kann die Stromstärke oder die Spannung ferngemessen werden, wobei der Sender nur Strom- oder nur Spannungspulen erhält.

Als Anzeigeinstrument auf der Empfangseite werden für sämtliche Meßgrößen Spezial-Drehspulinstrumente verwendet, so z. B. Schalttafel-Instrumente zum Aufbau oder versenkten Einbau mit Nullpunkt links oder in der Mitte; Tisch- und Pultinstrumente, registrierende Instrumente nach dem System der Fallbügelschreiber mit ablaufendem Papierstreifen. Einige Ausführungen sind in Abb. 3 gezeigt.

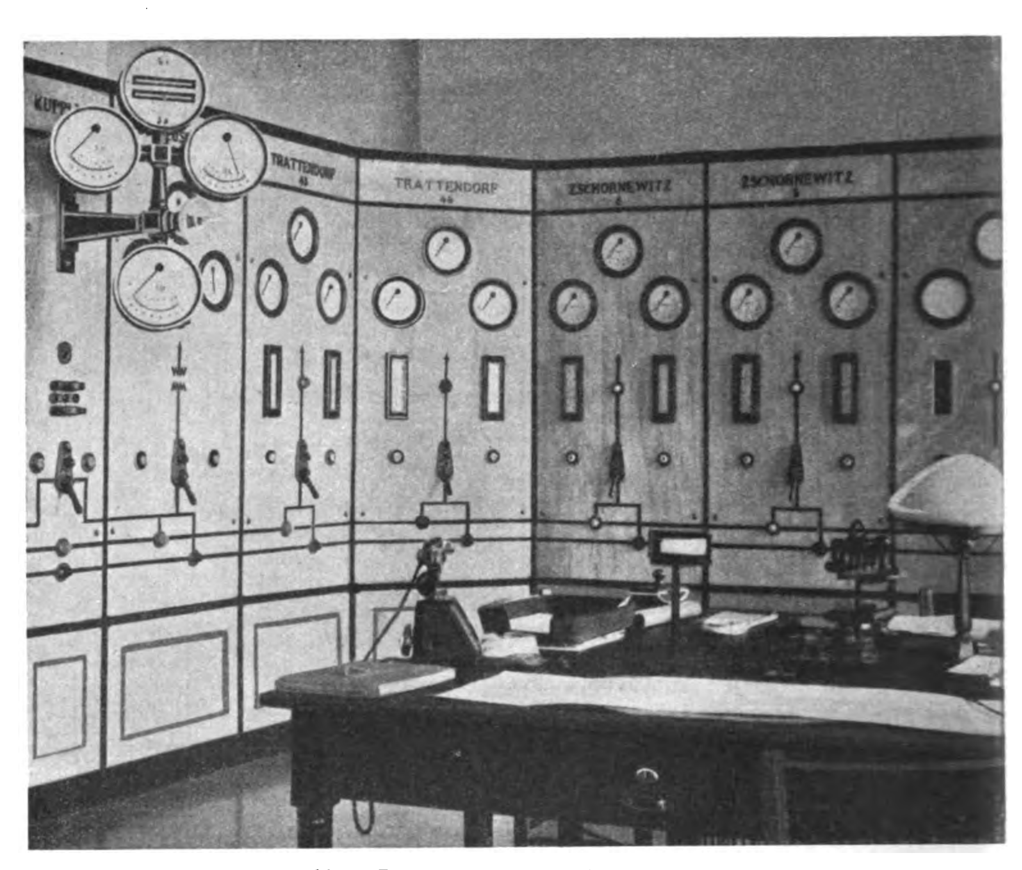


Abb. 5. Tischinstrument einer Telewattanlage.

Die zur Fernmessung benötigte Leitung ist am besten eine Doppelleitung, z. B. eine unbenutzte Telephonleitung oder eine ähnliche Schwachstromleitung, wobei nochmals darauf hingewiesen wird, daß der Fernmeßstrom in den Fernmeldeleitungen nur rd. 1 mA beträgt.

Soll eine größere Anzahl Meßgrößen fernübertragen werden, so sind für n Meßgrößen nur $(n+1)$ Leitungen notwendig. Es sind also zur kontinuierlichen Angabe von 20 verschiedenen Meßgrößen nur 21 Leitungen nötig. In den Fällen, in denen keine unbenutzte Doppelleitung zur Fernmessung zur Verfügung steht, kann die Fernmessung unter Umständen auch über im Betrieb befindliche Telephon-, Telegraphen- oder andere Signalleitungen getätigt werden. Außerdem kann zur Anordnung neben dem Sender ein in die Fernmeldeleitung eingeschaltetes Kontrollinstrument eingebaut werden, das ebenfalls, wie die Empfänger, als Spezial-Drehspulstrommesser ausgebildet ist und genau gleich, wie die Empfangsinstrumente, anzeigt. Abb. 4 stellt ein Schaltbild einer Meßanlage dar, bei der außer dem Sender ein Kontrollinstrument und auf der Empfängerseite mehrere Zeigerinstrumente, sowie ein registrierender Empfänger vorgesehen sind.

Aus den vorstehenden Ausführungen ist es ohne weiteres ersichtlich, daß mit diesen Fernmeßanlagen an beliebiger Stelle, z. B. an der Zentralkommandostelle, oder im Zimmer des Betriebsleiters sämtliche Vorgänge, die sich im Fernstromnetz oder im Nahversorgungsgebiet abspielen, überwacht werden können. Bekanntlich genügt es nicht, nur die Leistungsabgabe oder die Stromstärke einer vom Kraftwerk abgehenden Speiseleitung zu kontrollieren, sondern es ist in einer neuzeitlichen Kraftwerksanlage notwendig, auch die Vorgänge zu überblicken, die sich innerhalb der einzelnen Speise- und Verteilungspunkte eines stark ver-

maschten Stadt- oder Fernnetzes abspielen. Verschärft tritt diese Notwendigkeit der Überwachung ein, wenn in diesem Netz die Möglichkeit vorhanden ist, daß von einem fremden Kraftwerk Leistung hereingenommen werden muß oder an ein fremdes Versorgungsgebiet abgegeben wird, wobei der jeweilige Stromlieferungsvertrag, wie oben bereits erwähnt, eine große Rolle spielt. Die einzelnen Unterkraftwerke eines Netzes müssen dauernd überblicken können, ob der vertraglich zu bezahlende Fremdstrom auch wirklich voll ausgenutzt wird. Schon aus diesen Gründen ist ersichtlich, daß die Fernmeßanlagen für die wirtschaftliche und betriebstechnisch einwandfreie Führung von Kraftwerken die allergrößte Bedeutung haben. Weiter hat eine Zentralkommandostelle erst dann ihren vollen Wert, wenn sie die Vorgänge, die sich in den selbsttätigen Unterwerken abspielen, vollkommen beherrscht. Dies kann nur dann geschehen, wenn sie die Lastverteilung in den selbsttätigen und nicht selbsttätigen Unterwerken kontinuierlich ablesbar vor sich hat.

Sehr oft werden zur Betriebskontrolle außer Fernleistungsmessern auch Fernstrom- und Fernspannungsmesser verlangt, da mit diesen Instrumenten die Strom- und Spannungsverhältnisse in beliebiger Entfernung des Verteilungsnetzes überwacht werden können. Diese Fernmessung von Strom und Spannung kann ebenfalls, wie oben angegeben, durch das System Telewatt in einfachster Weise ausgeführt werden, so daß dem Betriebsleiter des Kraftwerks die Möglichkeit gegeben ist, Beschwerden über starke Spannungschwankungen im Kraftversorgungsnetz sofort nachzukontrollieren. Von großer Wichtigkeit ist, daß die Sender ohne Schwierigkeit für jede praktisch vorkommende Länge der Übertragungsleitung eingerichtet werden können, so daß die Überbrückung von mehreren 100 km ohne weiteres ausführbar ist und trotzdem über dieselbe Leitung ein einwandfreier Fernsprechverkehr stattfinden kann. In die Leitung eingebaute Vermittlungstellen stören die Fernanzeige, selbst wenn der Fernsprechverkehr ab- oder umgeschaltet ist, in keiner Weise. Befinden sich entlang einer solchen Fernsprechleitung mehrere Kraftwerke, so können die Telewattsender so auf die Leitung geschaltet werden, daß an den Empfängern die Gesamtleistung aller Werke angezeigt wird, wobei der hereingenommene oder abgegebene Fernstrom sich selbsttätig zu der Summe hinzuzählt oder abzieht. Liegt die Fernstromübergabestelle in einer Freiluftstation, so werden die Sender wetterfest in Gußeisen gekapselt. Da keine Hilfsbatterien notwendig sind, steht der Aufstellung im Freien nichts im Wege.

Abb. 5 gibt ein Beispiel der Übertragung von Leistungsangaben und zeigt die Empfangstelle der Fernwattmeteranlage der Elektrowerke A.-G. in der Zentralkommandostelle Friedrichsfelde-Ost. Mit diesem Instrument kann im Schaltwerk Friedrichsfelde dauernd abgelesen werden, wie hoch der Fernstrombezug im Kraftwerk Rummelsburg ist. Seit dem Einbau dieser Anlage sind selbstverständlich telephonische Rückfragen überflüssig geworden.

Ein weiteres hochinteressantes Beispiel für die Verwendung dieser Fernmeßapparate gibt der Lastverteiler der Bewag. In diesen Lastverteiler, der im Kraftwerk Moabit aufgestellt ist, sind die Fernanzeigeinstrumente nach dem System Telewatt von den Aronwerken eingebaut worden. In den einzelnen Kraftwerken und Unterstationen der Bewag stehen die Summationsender und melden kontinuierlich über Fernmeldeleitungen nach dem Lastverteiler die Gesamtsummenleistung der einzelnen Kraftwerke und Unterstationen. So wird also z. B. die Summenleistung des Großkraftwerks Klingenberg dauernd in Moabit angezeigt. Selbstverständlich erhalten die Betriebsleiter sowie die Kesselhäuser der Kraftwerke ebenfalls diese Summeninstrumente, so daß die Betriebsleiter ein einheitliches Bild über die Gesamtleistung des betreffenden Kraftwerkes dauernd vor sich haben.

Die weiteren mit Hilfe des Systems Telewatt gelösten Probleme sollen in einer späteren Veröffentlichung behandelt werden.

Einrichtungen zur Ladung von Fahrzeugbatterien.

Von Dipl.-Ing. W. Klein, Berlin.

Übersicht. Es wird eine kurze Zusammenstellung der Lademöglichkeiten von Fahrzeugbatterien unter Berücksichtigung der elektrischen und allgemeinen Betriebsverhältnisse gegeben.

Die immer häufigere Verwendung von Elektrofahrzeugen, insbesondere auch für gleislosen Betrieb (Elektromobile, Elektrokarren), läßt der Frage der wirtschaftlichen Ladung dieser Fahrzeuge immer größere Bedeutung zukommen. Die Klärung der ganzen Ladefrage ist um so wichtiger, als gerade der Laie meist nicht hinreichend mit dem Wesen und der Wirkungsweise des Akkumulators vertraut ist, so daß er sich dessen Behandlung vielleicht schwieriger vorstellt, als dies in Wirklichkeit der Fall ist, und

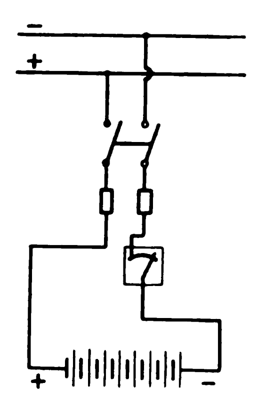


Abb. 1. Ladung einer Batterie von einem Gleichstromnetz aus mit Hilfe handbetätigter Regelwiderstände.

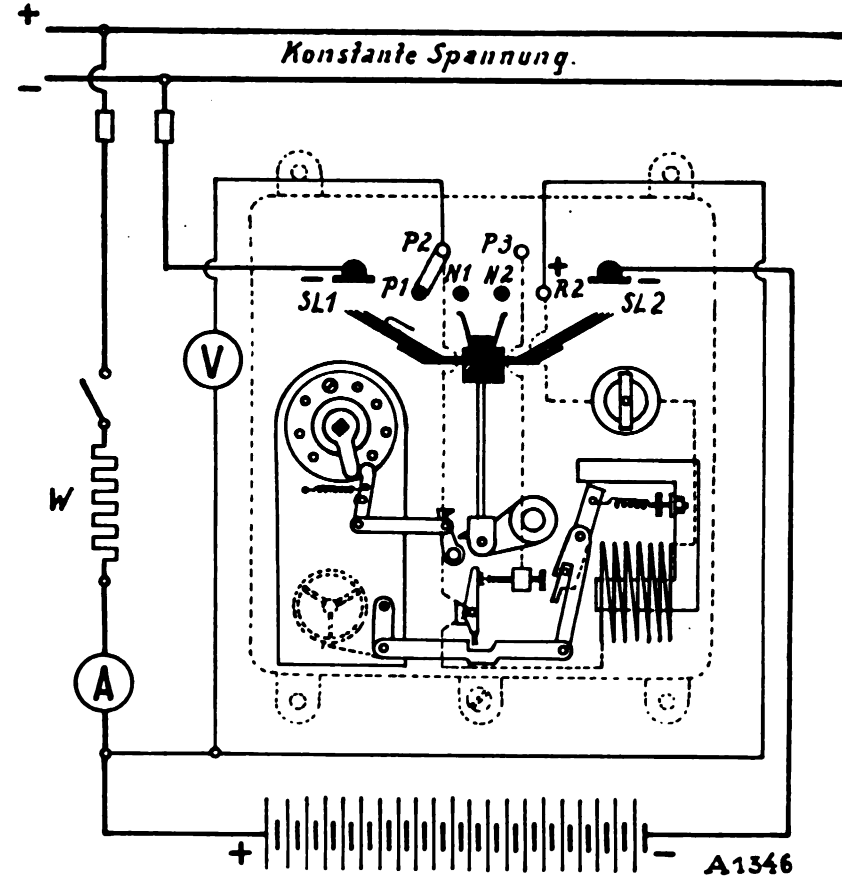


Abb. 2. Ladung einer Batterie selbsttätig vom Netz mit Pöhlerschalter und einteiligem, festem Widerstand.



dieser Umstand das Für und Wider der Verwendung derartiger Fahrzeuge entscheidet. Wie aus dem folgenden ersichtlich, ist irgendwelches Bedenken heutzutage bei Hinzuziehung entsprechender beratender Fachleute keineswegs mehr begründet; es läßt sich vielmehr die Ladung in allen Fällen dergestalt durchführen, daß sie auch von Laien sachgemäß vorgenommen werden kann.

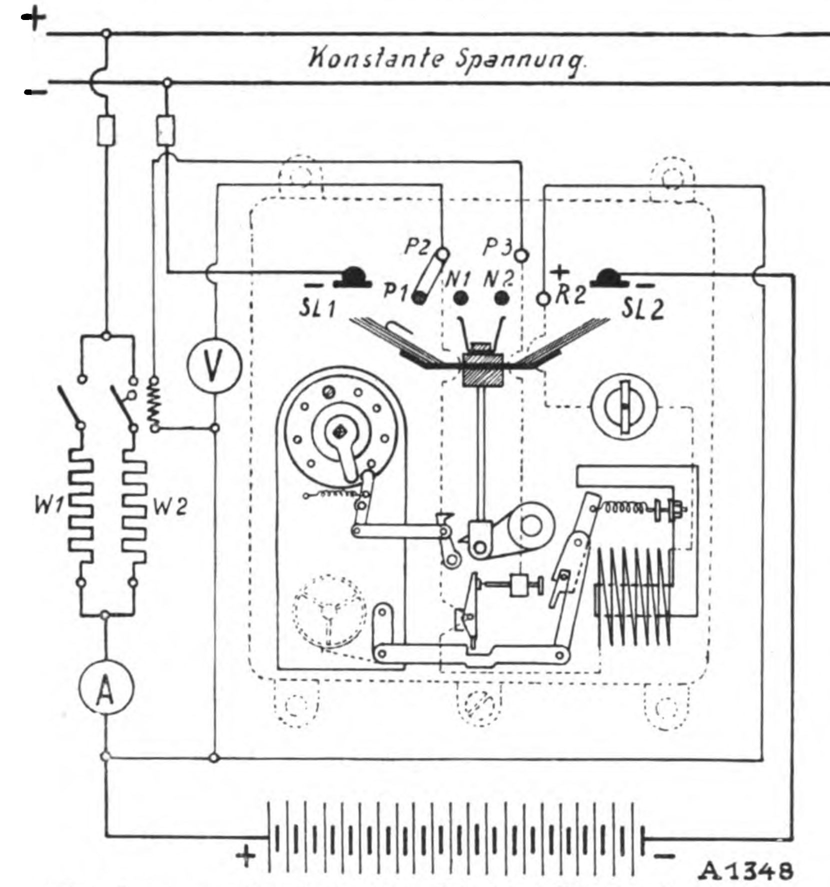


Abb. 3. Ladung einer Batterie vom Netz selbsttätig mit Hilfe eines Pöhlerschalters und eines zweiteiligen Vorschaltwiderstandes.

A. Durch die Batterietype, Zellenzahl und Anzahl der zu ladenden Batterien wird die Ladeleistung und somit die Größe der Ladeanlage bestimmt. Die Batterietype allein legt dem eigentlichen Ladevorgang noch gewisse unterschiedliche Bedingungen auf, die Zellenzahl wiederum, die bereits auf gewisse Größen festgelegt ist, beeinflußt die Höhe der Ladespannung.

B. Die verschiedenen Stromquellen stehen als Gleich- oder Dreh- bzw. Wechselstrom zur Verfügung, und zwar

a) Gleichstrom in der Regel mit 110, 220 und 440 V,

b) Wechsel- und Drehstrom mit 110, 220, 380 und 500 V.

C. Neben der bisher allgemein bekannten Art der Batterieladung unter Beaufsichtigung der einzelnen Ladephasen durch einen Ladewärter und Nachprüfung der Ladespannung bis zur Beendigung der Ladung liegt es nahe, den Ladevorgang auch ohne Überwachung durchzuführen und durch einen Selbstschalter zu beendigen. Dies ist möglich bei Verwendung eines selbsttätigen Ladeschalters, wobei heutzutage demjenigen nach System Pöhler, dessen Wirkungsweise unter Benutzung der Ladekurve von Bleibatterien als bekannt vorausgesetzt wird, unzweifelhaft der Vorzug zu geben ist. Ich verweise hierbei auf den Aufsatz „Der selbsttätige Ladeschalter, System Pöhler, in der ETZ 1926, S. 929.

Da die Ladung von Akkumulatoren ein rein elektrolytischer, also chemischer Vorgang ist, welcher das Vorhandensein von Gleichstrom zur Voraussetzung hat, so sind unter gewissen Bedingungen diejenigen Anlagen im Vorteil, welche diese Stromart als Netzspannung aufweisen können, während Wechsel- bzw. Drehstrom jeweils auf Gleichstrom umgeformt werden müssen.

Bei Vorhandensein von Gleichstrom wiederum arbeitet diejenige Anlage am wirtschaftlichsten, deren Spannungswert das Produkt aus der Batteriezellenzahl und der höchstnotwendigen Ladespannung der Zelle (diese ist rd. 2,7 V) nicht unterschreitet bzw. wesentlich überschreitet. So entspricht beispielsweise einer Batterie von 40 Zellen eine Gleichspannung von 110 V, das heißt eine normale Netzspannung.

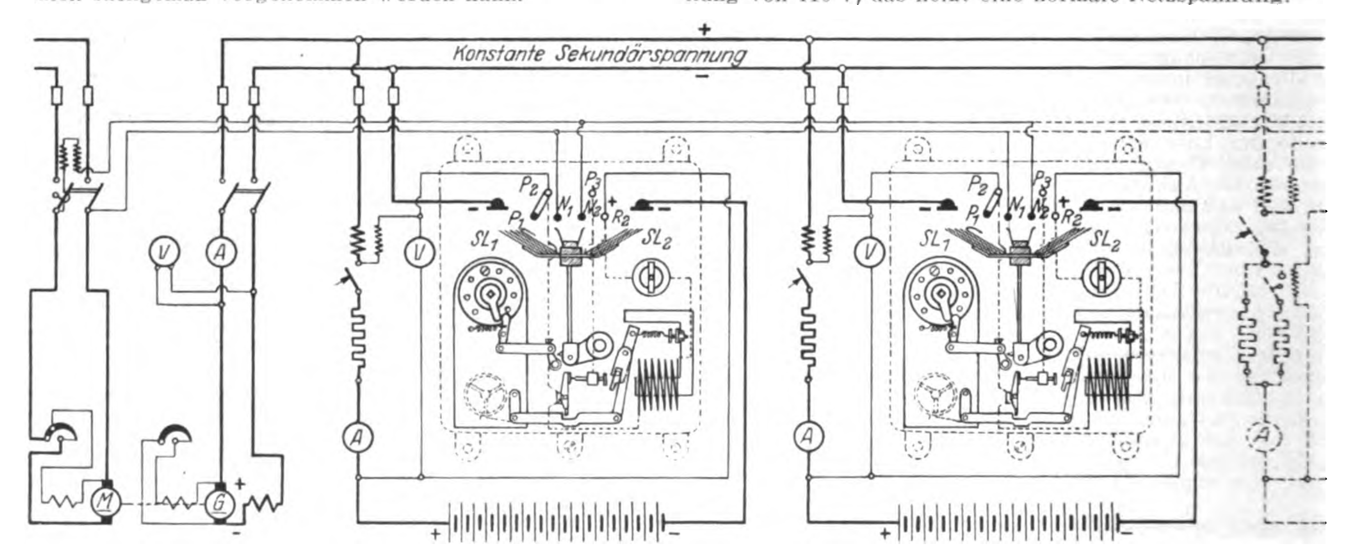


Abb. 4. Gleichzeitige selbsttätige Ladung mehrerer Batterien gleicher oder verschiedener Elementzahl und Kapazität durch Gleichstrom-Gleichstrom-Motorgenerator.

Die Wahl der Ladeeinrichtung wird durch drei Faktoren bedingt:

A. durch die Batterietype,

B. durch die zur Verfügung stehende Stromquelle und

C. durch die Art der in Aussicht genommenen Ladung, ob selbsttätig oder beaufsichtigt.

Um die genaueste Anpassung an die Ladecharakteristik der Akkumulatoren zu erreichen, muß die Ladespannung innerhalb der Werte von 2 ÷ 2,7 V/Zelle regelbar sein. Diese Regelung kann je nach der beabsichtigten Ladeart, natürlich unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Stromartverhältnisse, von Hand oder selbsttätig erfolgen.



Steht Gleichstrom zur Verfügung und ist beaufsichtigte Ladung beabsichtigt, so erfolgt die Ladung

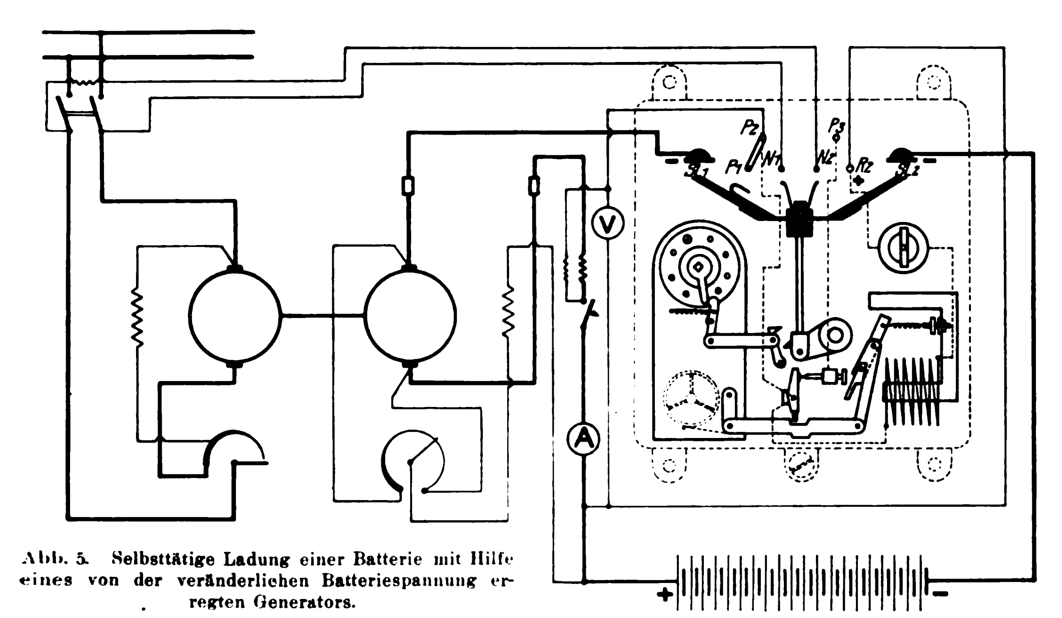


Abb. 5. **Selbsttätige Ladung einer Batterie mit Hilfe eines von der veränderlichen Batteriespannung erregten Generators.**

a) bei passender oder annähernd passender Spannung mit Hilfe von handbetätigten Regelwiderständen (Abb. 1);

b) bei nicht passender Spannung durch Umformung mittels rotierenden Umformers auf konstante passende Spannung und Ladung wie unter a). Lediglich bei Motorgeneratoren und Ladung einer einzigen Batterie kann die Regelung der Ladespannung im Nebenschluß der Sekundärmaschine vorgenommen werden.

Bei billigem Stromtarif ist auch im Falle b) die Regelung mit Hilfe von handbetätigten Regelwiderständen nicht von der Hand zu weisen.

Soll jedoch die Ladung der Batterie selbsttätig ohne Aufsicht vorgenommen werden, so ist die Verwendung eines selbsttätigen Ladeschalters notwendig. Die Ladung erfolgt unter Zugrundelegung des Pöhlerschen Systems

c) bei passender oder annähernd passender Spannung mit Hilfe von einteiligen (Abb. 2) oder zweiteiligen (Abb. 3) festen Vorschaltwiderständen je nach Höhe der Spannung, der zur Verfü-

Abb. 6a u. 6b. Gleichzeitige selbsttätige Ladung mehrerer Batterien gleicher oder verschiedener Elementzahl und Kapazität durch Drehstrom- bzw. Wechselstrom-Gleichstrom-Motorgenerator.



gung stehenden Zeit und der Batterietype. Näheres hierüber ist dem vorhergenannten Aufsatz in der ETZ zu entnehmen.

In neuerer Zeit hat sich immer mehr, und zwar mit sehr gutem Erfolg, die Umformung mittels Einphasen- bzw. Mehrphasen-Gleichrichter eingeführt. Bei beaufsichtigter Ladung erfolgt die Umformung auf konstante Spannung und Ladung wie unter a). Bei nur einer zu ladenden Batterie ist die Regulierung primärseitig durch Änderung der Transformatorenübersetzung möglich, eine Methode, die mit sehr gutem Wirkungsgrade arbeitet.

Da der Gleichrichter gegenüber einem rotierenden Umformer allgemein einer geringeren Wartung bedarf, auch seine Aufstellung ohne Anwendung besonderer Fundamentierungsmaßnahmen erfolgen kann, so wird er vor allem von Betrieben nicht rein technischer Art vorgezogen.

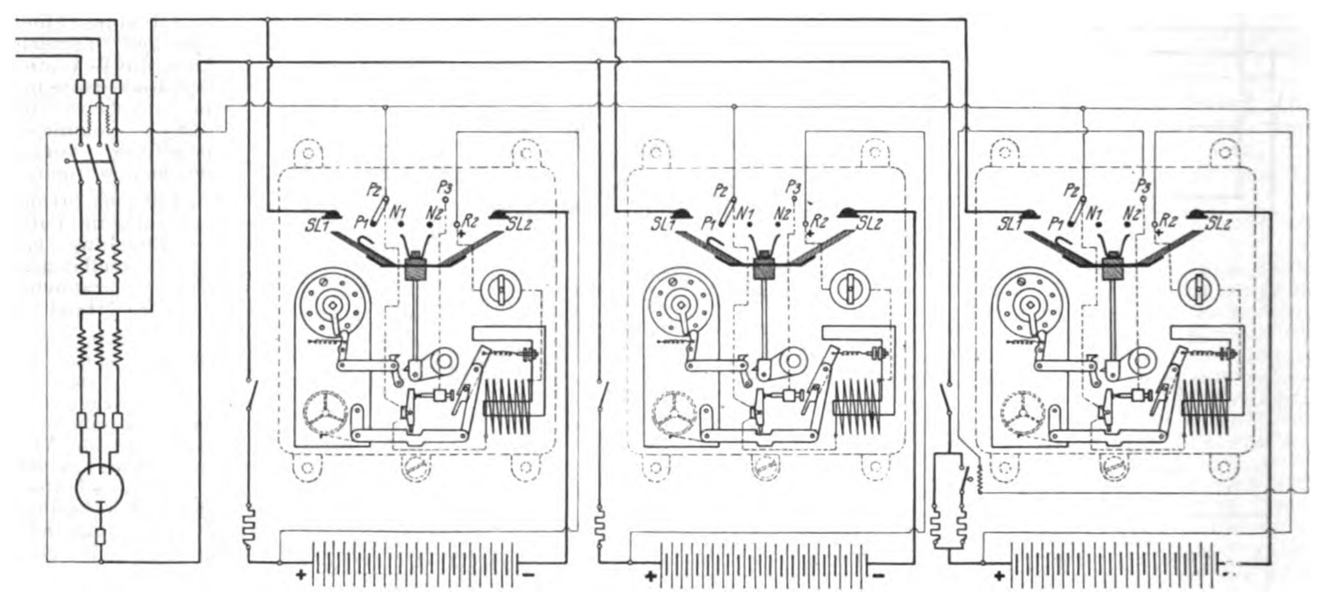


Abb. 7. Selbsttätige Ladung mehrerer Batterien von konstanter Gleichspannung aus, die mit Hilfe eines Gleichrichters hergestellt wird.

d) bei nicht passender Spannung durch Umformung mittels rotierenden Umformers, wobei die Sekundärmaschine für konstante Spannung ausgelegt wird. Die selbsttätigen Ladeschalter liegen mit den zugehörigen Ladewiderständen im Sekundärkreis. Die Schaltung entspricht daher von den Sekundärklemmen der Dynamomaschine ab der unter c) erwähnten (Abb. 4).

In jüngster Zeit hat sich bei Ladung nur einer einzigen Batterie eine der AEG patentierte Spezialschaltung bewährt, bei welcher die Dynamomaschine nicht von ihrer Ankerspannung, sondern von der zunehmenden Batteriespannung aus erregt wird (Abb. 5). Ohne daß zwar immer die vorher erwähnten Vorschaltwiderstände entbehrt werden können, arbeitet jedoch diese Methode mit geringeren Leistungsverlusten, da die Maschinenklemmenspannung in unmittelbarer Abhängigkeit von der Batteriespannung steht und, wie es der Ladevorgang vorschreibt, mit ihr steigt. Das Stillsetzen aller dieser Umformer nach Beendigung der Ladung erfolgt durch einen Nullspannungsschalter, dessen Nullspannungsspulenkreis über die Nebenkontakte des bzw. der Pöhlerschalter geführt und beim Auslösen der letzteren unterbrochen wird.

Bei Vorhandensein eines Wechselstrom- bzw. Drehstromnetzes spielt die zugeführte Spannung keine Rolle, da ohnehin eine Umformung in Gleichstrom erfolgen muß. Dies kann sowohl mit Hilfe von rotierenden Umformern, Motorgeneratoren usw. als auch von ruhenden Apparaten, Gleichrichtern, erfolgen.

Wird die Form der beaufsichtigten Ladung gewählt, so gilt bei rotierenden Umformern sinngemäß das gleiche wie bei der entsprechenden Umwandlung von Gleichstrom in Gleichstrom, bei Motorgeneratoren also Umformung auf konstante Spannung oder bei nur einer Batterie Regelung der Ladespannung im Nebenschluß der Dynamomaschine, bei Drehstrom-Gleichstrom-Einankerumformer Umformung auf konstante Spannung, wobei zu beachten ist, daß sich die Polarität an den Klemmen der Gleichstromseite wechselnd einstellt und daher ein Umschalter für den richtigen Anschluß der Batterie vorzusehen ist.

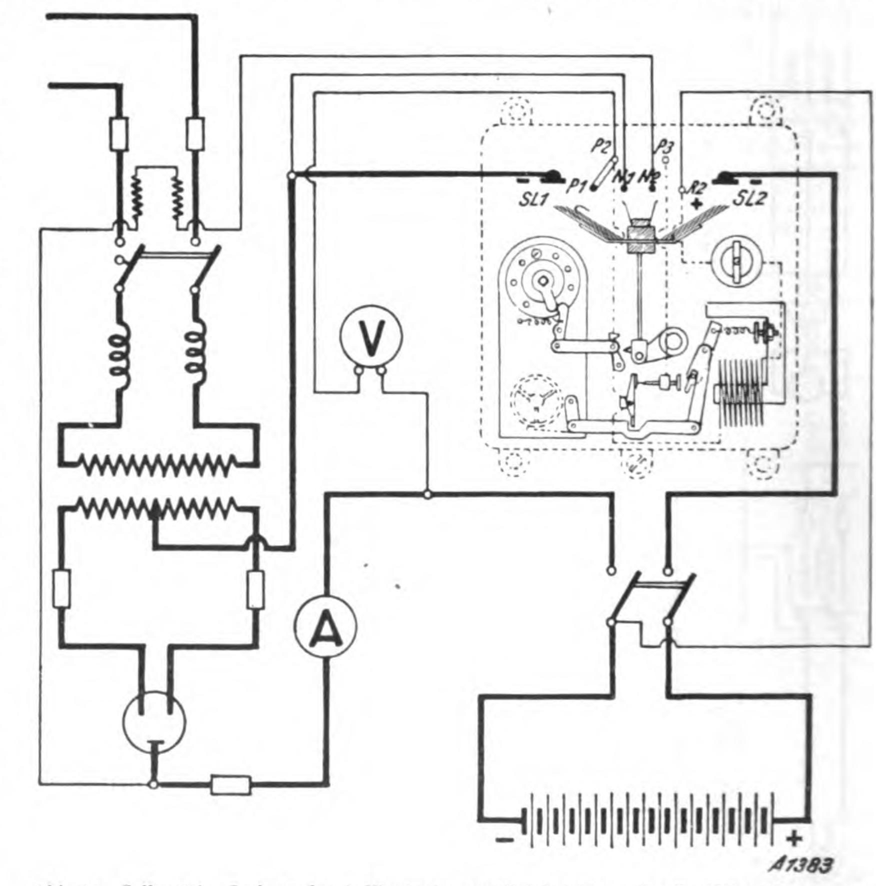


Abb. 8a. Selbsttätige Ladung durch Wechselstrom-Gleichrichter mit selbsttätiger Spannungsregelung und Zündung.

Wird die Form der selbsttätigen Ladung gewählt, so erfolgt sie wieder unter Verwendung des selbsttätigen Ladeschalters, bei rotierenden Umformern in sinngemäßer Übertragung der unter d) angeführten Richtlinien (Abb. 6a u. 6b), bei Gleichrichtern durch Umformung auf konstante Spannung und Ladung, wie unter c) beschrieben (Abb. 7), bei nur einer zu ladenden Batterie durch selbsttätige Regelung der Ladespannung mittels im Primärstromkreis angeordneter Drosselspule ohne Verwendung von Widerständen (Abb. 8a u. 8b). Die Abschaltung kann primärseitig durch Nullspannungsschalter entsprechend der Schaltung bei rotierenden Umformern vorgenommen werden.

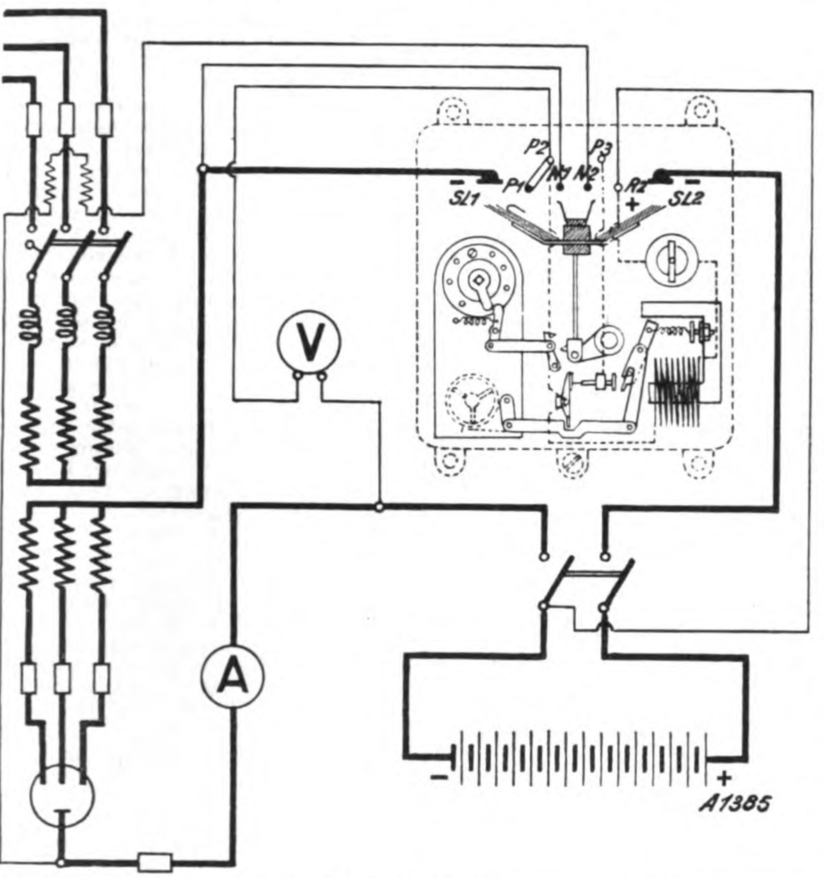


Abb. 8 b. Selbsttätige Ladung durch Drehstrom-Gleichrichter mit selbsttätiger Spannungsregelung und Zündung.

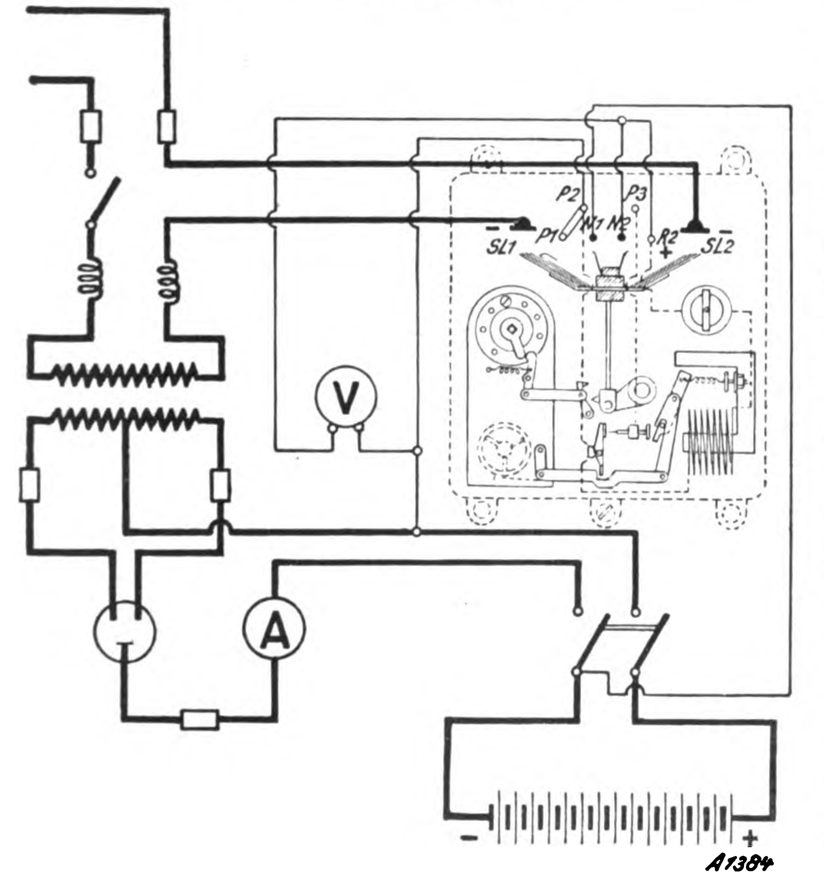


Abb. 9. Selbsttätige Ladung durch Wechselstrom-Gleichrichter mit selbsttätiger Spannungsregelung, Ladeschalter im Wechselstromkreis.

Bei Einphasengleichrichtern kann der Hauptschalter des selbsttätigen Ladeschalters System Pöhler auch in den Primärstromkreis gelegt und somit eine besondere primärseitige Abschaltung gespart werden (Abb. 9).

Zusammenfassend ist also zu bemerken, daß bei passender Spannung und Stromart die Ladung einer und mehrerer Batterien beaufsichtigt unter denselben Gesichtspunkten vorgenommen werden kann, während in sämtlichen Fällen der Umformung normalerweise die Ladung mehrerer Batterien in Parallelschaltung von der durch Umformer erreichten konstanten Ladespannung mit individueller Regelung für jede einzelne Batterie erfolgt, bei Ladung einer einzelnen Batterie aber die Regelung der Ladespannung vor den Sekundärklemmen des Umformers (durch Nebenschlußregelung der Generatoren bzw. Drosselspulen beim Gleichrichter) technisch einwandfrei und der geringeren Verluste wegen vorzuziehen ist. Eine gemeinsame Regelung der Ladespannung für mehrere Batterien ist also zu verwerfen.

Eine Vereinfachung und gleichzeitig eine Verbilligung sowohl der Anschaffungs- als auch der Bedienungskosten für die beaufsichtigte Ladung stellt die Verwendung von unregelbaren Widerständen ohne Pöhlerschalter sowohl bei direkter Ladung vom Netz aus als auch bei Umformung mittels eines Umformers dar, wobei ohne Gefährdung der Batterie lediglich die Ladezeit verlängert wird.

Vorstehende Richtlinien entsprechen den normalen und am häufigsten vorkommenden Fällen und sollen lediglich einen ersten Überblick über die verschiedenen Lademöglichkeiten geben, ohne Anspruch auf erschöpfende Behandlung der ganzen Ladefrage dieser Art zu erheben. Wie immer in der Praxis treten nicht selten zu der ersten theoretischen Überlegung die sich aus jedem einzelnen Fall für die praktische Durchführung ergebenden Sonderbetrachtungen, die häufig auch zu anderen Lösungen führen können.

Einige derartige Sonderfälle, die immer noch gewisse weitere Voraussetzungen nicht allgemeiner Natur, wie geübte Fachleute oder auch lange zur Verfügung stehende Ladezeit, zur Bedingung haben, sollen nicht unerwähnt bleiben.

Je nach der zur Verfügung stehenden Gleichspannung ist das Laden mehrerer Batterien in Hintereinanderschaltung wegen der damit verbundenen geringeren Ladeverluste mit Regelung der Ladespannung von Hand durch Regelschalter nicht von der Hand zu weisen. Diese Lademethode erfordert jedoch eine genaue Beobachtung des Ladezustandes jeder einzelnen Batterie und gegebenenfalls Abschaltung derselben bei gegenüber den übrigen Batterien vorzeitiger Fertigladung.

Die Ladung in Serie kann auch selbsttätig mit Hilfe je eines Ladeschalters und **eines Ersatzwiderstandes für jede Batterie erfolgen, wobei an Stelle der fertig geladenen ein Ersatzwiderstand eingeschaltet wird** (Abb. 10).

Steht genügende Ladezeit zur Verfügung, so empfiehlt sich besonders bei Umformung die zeitliche Hintereinanderladung der einzelnen Batterien, gegebenenfalls mit selbsttätiger Umschaltung der Ladespannung von der geladenen auf die ungeladene Batterie. Neben der Verwendung von Umformern kleinerer Leistung gestattet diese Lademethode die bereits früher erwähnte wirtschaftliche Regelung der Ladespannung vor den Sekundärklemmen des Umformers (Abb. 11).

In der ganzen vorhergehenden Abhandlung sind mit Absicht die normalen, für jede elektrische Anlage in Frage kommenden Schalt- und Meßapparate nicht erwähnt, da deren Anordnung und Verwendung der Entscheidung jeder einzelnen Lieferfirma überlassen werden muß. Prinzipiell ist für jede einzelne Batterie die Messung des Ladestromes und der Ladespannung nicht zu umgehen. Ebenso ist die Verwendung eines Rückstromschalters dort nicht außer acht zu lassen, wo bei Beendigung oder bei unbeabsichtigter Unterbrechung der Ladung eine Rückentladung der Batterie stattfinden kann.

Zur Vervollständigung der selbsttätigen Ladung dient die Einschaltung des Ladevorganges durch eine Ladeuhr, welche insbesondere bei kleinen Ladeleistungen ohne Komplizierung und große Verteuerung vorzusehen ist.

Aus Vorstehendem ist ersichtlich, daß die Lösung der Ladefrage unter klarer Beobachtung der vorhandenen elektrischen und allgemeinen Betriebsverhältnisse ohne weiteres gegeben ist und die Batterieladung auch für Laienbetriebe keinen abschreckenden Charakter mehr haben dürfte.

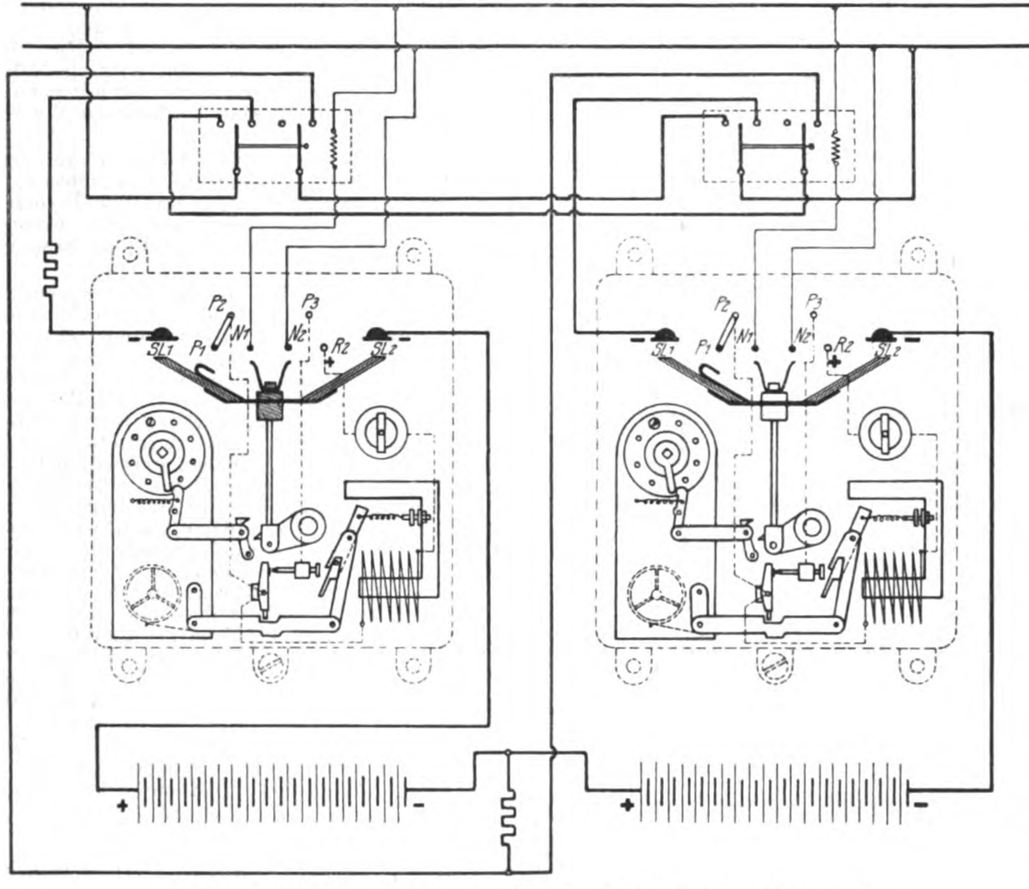


Abb. 10. Selbsttätige Ladung zweier Batterien in Serie mit Ersatzwiderstand

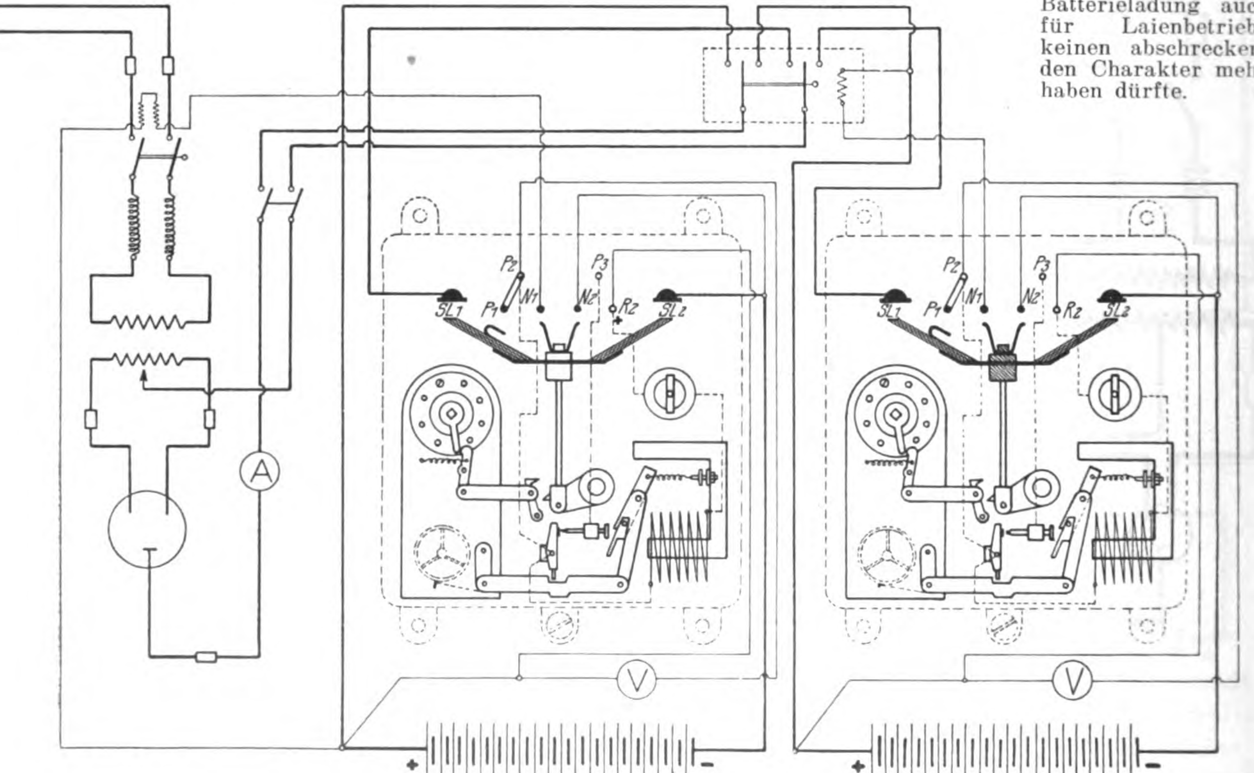


Abb. 11. Selbsttätige Ladung zweier Batterien zeitlich hintereinander.

Der Creed-Springschreiber.

Von **E. Beier**, Berlin-Steglitz.

Übersicht. **Es wird angestrebt, für den Telegraphenbetrieb einen Einheitsapparat zu schaffen, der nach dem „Startstop-Prinzip" — also als Springschreiber — arbeitet. Springschreiber werden bereits von den Firmen Morkrum-Kleinschmidt, Chikago, Creed & Co., London, und Siemens & Halske, Berlin, gebaut. Die Arbeitsweise des Springschreibers der Firma Creed & Co. wird kurz beschrieben.**

Die zur Zeit bei der deutschen Reichspost gebräuchlichen Typendrucktelegraphen für geringe und mittlere Leistungen sind der Ferndrucker von Siemens & Halske A.-G. und der häufig benutzte Hughesapparat. Der erste arbeitet mit Wechseln des Stromes von Plus auf Minus von verschiedener Länge. Der zweite dagegen benutzt für die Übermittlung der Zeichen bei Gleichlauf des Senders und Empfängers gleichgerichtete, in verschiedenen Zeitabständen aufeinanderfolgende Stromstöße. Neuerdings tritt dazu eine dritte Gruppe, die nach dem Startstop- oder Gehstehprinzip arbeiten, die sog. Springschreiber. Zu diesen gehören auch die beiden neuen Typendrucker, die die Firma Creed & Co., Ltd., in London entwickelt hat. Bei der Entwicklung dieser Apparate ist erstens auf den heutigen Betrieb Rücksicht genommen und zweitens darauf Bedacht genommen worden, diese Apparate größeren Geschäftsunternehmen zu vermieten. Das Arbeiten an diesen Apparaten mußte daher so einfach gestaltet werden, daß das bei den Geschäftsunternehmen vorhandene Büropersonal diese Tätigkeit ohne weiteres übernehmen kann. Das bedingt, daß der neue Telegraph der Schreibmaschine angepaßt werden mußte und zu seinem Betrieb kein Gleichlauf mehr erforderlich ist, er also ohne Innehaltung eines Taktes bedient werden kann.

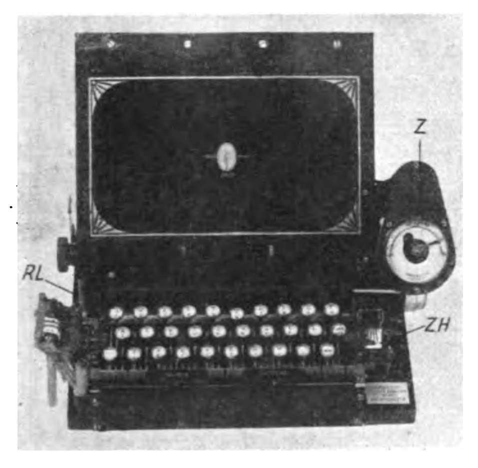


Abb. 1. Handsender des Creed-Springschreibers.

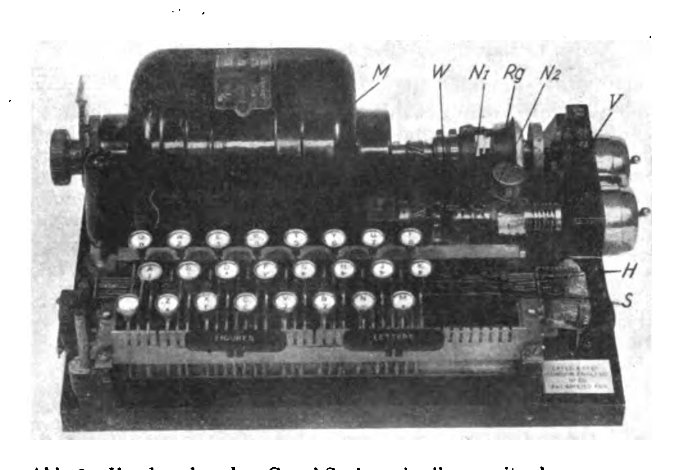


Abb. 2. Handsender des Creed-Springschreibers mit abgenommener Kappe.

Der Springschreiber der Firma Creed benutzt zur Zeichenbildung das Fünferalphabet nach M u r r a y. Jedem Zeichen aus fünf Stromschritten geht aber ein besonderer Stromstoß — der Anlaufstromstoß — voran, der die Kuppelung des Empfangsteiles des Apparates während der Übermittlung eines Fünferzeichens mit dem Antriebsmotor bewirkt. Nach Beendigung des Fünferzeichens folgt ein Sperrstromstoß, der die Kuppelung des Empfangsteiles mit dem Antriebsmotor wieder aufhebt, den Empfangsteil also wieder in die Ruhelage versetzt. Es besteht demnach jedes einzelne Telegraphierzeichen aus sieben Stromschritten. Diese Betriebsweise hat den Vorteil, daß kein dauernder Gleichlauf zwischen Sender und Empfänger erforderlich ist, es genügt eine angenäherte Umdrehungszahl (± 5 ÷ 10 % Abweichung voneinander sind zulässig) der Antriebsmotoren, weil nach Beendigung einer Umdrehung die Nullstellung wieder eingenommen wird.

Ein Satz des Creedapparates besteht

1. aus einem Handsender (Abb. 1 bis 3), mit dem die Zeichen sowohl unmittelbar in die Leitung geschickt als auch gleichzeitig in einen Streifen gestanzt werden können;

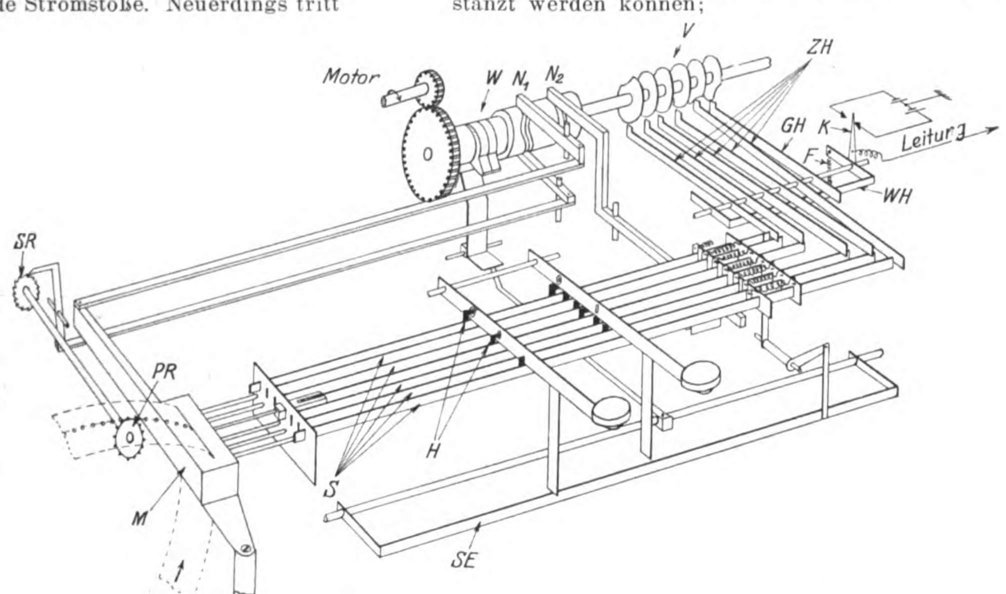


Abb. 3. Schematische Darstellung des Handsenders des Creed-Springschreibers.

2. aus einem Maschinensender (Abb. 4 u. 5), mit dem Lochstreifen gesandt werden, und
3. dem Empfänger (Abb. 6 bis 11).

Die Firma Creed stellt sowohl Empfänger mit Streifendruck als auch mit Blattdruck her. Die Empfänger sind so gebaut, daß die Einrichtungen für Blattdruck ohne weiteres gegen solche für Streifendruck und umgekehrt ausgetauscht werden können.



Der Handsender (Abb. 1 bis 3) besteht aus einem Tastenwerk, unter dem sich fünf Schienen *S* mit Ausschnitten und zwei Schienen mit kleinen Häkchen *H* be-

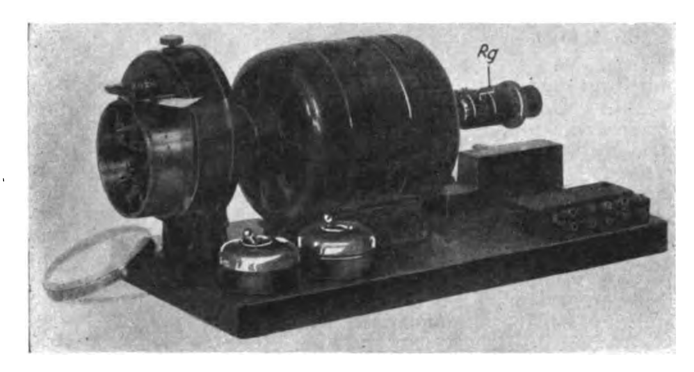


Abb. 4. Maschinensender des Creed-Springschreibers.

finden. Von vorn gezählt haben die *1.*, *2.*, *3.*, *5.* und *6.* Schiene Ausschnitte und die *4.* und *7.* Schiene Häkchen. Die Tastenhebel haben den Häkchen gegenüber Löcher. Beim Niedergehen einer Taste hakt sich zuerst die *7.* und dann die *4.* Schiene durch Federkraft in den Tastenhebel. Dabei legen sich die Nasen der Häkchen unter die übrigen

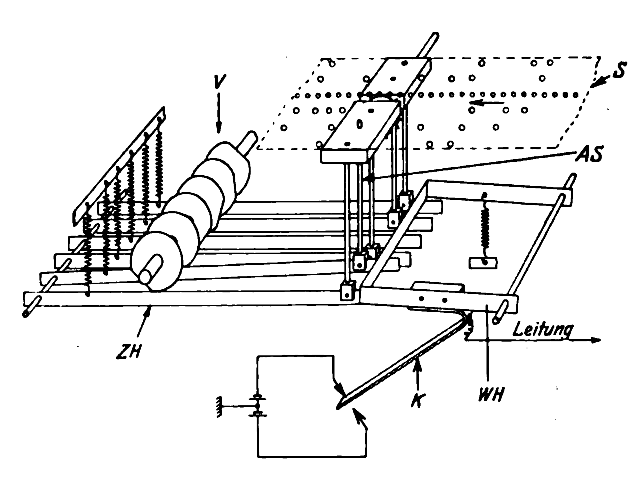


Abb. 5. Schematische Darstellung des Maschinensenders des Creed-Springschreibers.

Tastenhebel und sperren diese. Die *4.* Schiene hält den Tastenhebel während einer Umdrehung des Verteilers fest. Bei Erreichung der unteren Stellung kuppelt die Taste mit Hilfe der Schiene *SE* den Sendeteil mit dem Antriebsmotor *M*, wobei die *7.* Schiene den Tastenhebel hält und die übrigen Tastenhebel sperrt. Der Motor nimmt während einer Umdrehung eine Welle *W* mit, die zwei Nuten N_1, N_2 besitzt und einen kleinen mechanischen Verteiler *V* trägt. In der Nut N_2 liegt die Nocke eines Winkelhebels (in der Abb. 2 entfernt), dessen freier Arm infolge des Umlaufs der Welle eine Bewegung von links nach rechts ausführt. Hierbei gibt er die Wählerschienen frei. Spiralfedern ziehen die Wählerschienen, die dem Buchstaben entsprechen, bis zum gedrückten Tastenhebel, der als Anschlag dient. An den rechten Enden der Wählerschienen liegen die Arme von fünf zweiarmigen Hebeln *ZH* (Abb. 3), deren andere Arme in Nuten des mechanischen Verteilers liegen. Die mitgenommenen Wählerschienen legen die zweiarmigen Hebel fest, indem sie sich unter deren freie Enden legen (Abb. 2). Läuft der Verteiler um, so fallen die freien Hebel in halbkreisförmige Vertiefungen der Verteilerachse. Der Verteiler hat sechs Nuten. In der ersten ruht der Hebel *GH* für den Anlaufstromstoß. Dieser Hebel fällt beim Umlaufen des Verteilers zuerst in eine Vertiefung, darauf folgen Hebel *1, 2, 3, 4, 5* nacheinander, wenn sie nicht festgelegt worden sind. Beim Einfallen der Hebel in die Vertiefung nehmen sie einen Winkelhebel *WH* mit, der eine Kontaktzunge *K* trägt, die sich beim Niederdrücken durch die zweiarmigen Hebel vom Trennkontakt an den Zeichenkontakt legt. Am Schluß des Umlaufes des Verteilers legt sich die Kontaktzunge durch die Kraft einer Feder *F* von selbst wieder gegen den Trennkontakt und schickt **so selbsttätig** den Sperrstromstoß in die Leitung.

Sind die zweiarmigen Hebel durch die Wählerschienen festgelegt, so können sie nicht in die Vertiefungen des Verteilers einfallen, und der Winkelhebel mit der Kontaktzunge bleibt infolge der Zugkraft der Feder *F* am Trennkontakt liegen.

Am linken Ende der Wählerschienen ist eine Matrize *M* (Abb. 3) mit Stanzstempeln drehbar angebracht. Die Nut N_1 in der Welle *W* steuert einen zweiarmigen Hebel, der mittels einer Stoßstange die Matrize mit den Stanzstempeln gegen die stehengebliebenen Wählerschienen drückt. Die Stanzstempel schlagen Löcher und gleichzeitig auch das Führungsloch in den daran vorbeigeführten Papierstreifen. Nach dem Zurückgehen der Matrize bewegt ein zweiarmiger Hebel, der ebenfalls von der Nut N_1 gesteuert wird, durch eine Klinke ein Sperrad *SR*, das das Papiervorschubrad *PR* mitnimmt und den Streifen um eine Lochbreite vorwärtsbewegt. Der Streifen ist 17 mm breit. Der Winkelhebel, der die Wählerschienen für die seitliche Bewegung freigibt, bewegt noch eine Stoßstange,

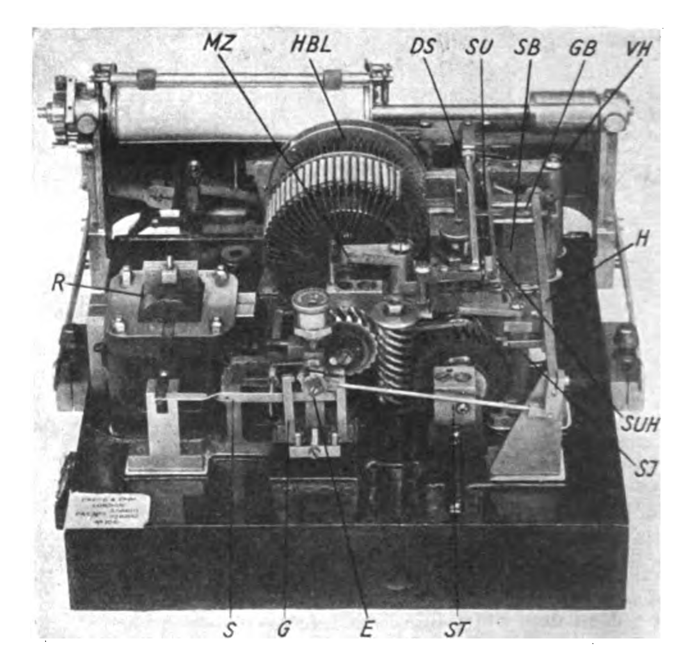


Abb. 6. Empfänger (Vorderansicht) des Creed-Springschreibers mit abgenommener Kappe.

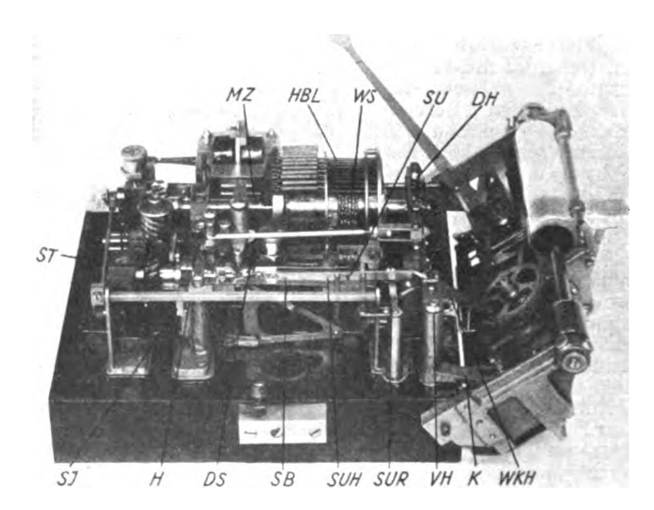


Abb. 7. Empfänger (Seitenansicht, Schreibwalze abgeklappt) des Creed-Springschreibers.

die ein Zählwerk *Z* (Abb. 1) weiterschaltet, an dem die Anzahl der gestanzten Zeichen abgelesen werden kann. Ist die Zahl der Buchstaben, die eine Zeile des Ankunfts-



blattes anfüllen, erreicht, so leuchtet eine rote Lampe *RL* auf, die anzeigt, daß die Taste für die Wagenrückführung zu drücken ist. — Ein Schalter ermöglicht die Einschaltung des Handsenders zur Herstellung eines Lochstreifens. Durch einen weiteren Schalter kann die Trenn- und Zeichenstrombatterie an den Handsender gelegt werden.

Abb. 8. Schematische Darstellung des Empfängers des Creed-Springschreibers.

Der Maschinensender (Abb. 4) besteht aus einem Motor, der mittels Zahnradübertragung eine Walze mit sechs eingedrehten Nuten, den Verteiler *V* (Abb. 5), bewegt. Jede der Nuten enthält eine halbkreisförmige Einfräsung,

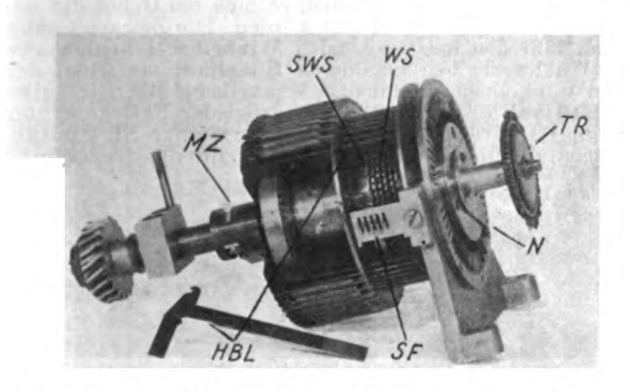


Abb. 9. Zeichenwähler mit Typenrad (einige Winkelhebel entfernt, um Wählerscheiben zu zeigen).

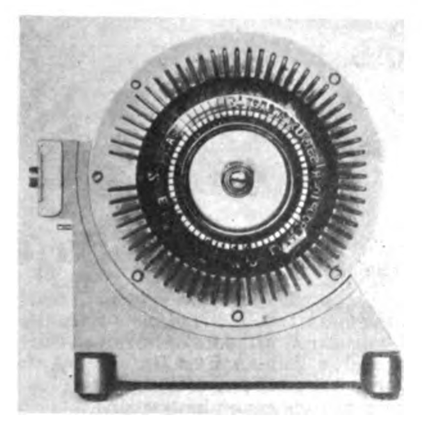


Abb. 10. Typenrad mit festgehaltener Nase.

die zueinander versetzt sind. Unterhalb dieses Verteilers sind sechs zweiarmige Hebel *ZH* mit je einer Nase angeordnet, die mittels Federn gegen die Walze gedrückt werden. An fünf Hebeln ist je ein Abfühlstift *AS* mittels Gelenks befestigt. Ein Sternrad bewegt während einer Umdrehung des Verteilers den Stanzstreifen um eine Lochbreite vorwärts. Stoßen dabei die Abfühlstifte in Stanzlöcher des Streifens *S*, so können die Hebel nacheinander mit ihren Nasen in die zugehörigen halbkreisförmigen Einfräsungen des Verteilers fallen. Dadurch wird ein Winkelhebel *WH* mit Kontaktfeder *K* bewegt, die Kontaktzunge legt sich gegen den Zeichenstromkontakt. Der sechste Hebel, der unter dem Führungsloch liegt, dient dazu, bei Beginn jedes Zeichens einen Zeichenstrom als Anlaufstromstoß in die Leitung zu senden, um den Empfänger auszulösen.

Der Empfänger (Abb. 6) besteht aus einem Antriebsmotor und dem Empfangsmechanismus. Der Antriebsmotor befindet sich unter der Tischplatte. Der Empfänger selbst wird durch einen Schutzdeckel mit Glaseinsatz geschützt. Der elektrische Teil des Empfangsmechanismus besteht aus einem kräftigen polarisierten Relais *R* (Abb. 6 u. 8), das die ankommenden Stromstöße aufnimmt und dessen Anker *A* die vollständig mechanisch vor sich gehende Wahl und den mechanisch erfolgenden Abdruck des Zeichens bewirkt. Der zuerst eingehende Anlaufstromstoß eines jeden Fünferzeichens legt den Anker nach rechts. Eine an ihm befestigte Stoßstange *S* bewegt dadurch eine Gabel *G* nach rechts, die einen Exzenter *E* freigibt. Mit dem Exzenter ist eine Stoßstange *ST* gekuppelt, an der mittels Gelenks der Hebel *H* angelenkt ist. Der Hebel hat vorn einen Stift *SJ* und hinten eine Gabel *GB*. Beim ersten Stoß der Stange *ST* kuppelt der Stift *SJ* den Empfangsmechanismus mit dem Antriebsmotor; die Welle *W* (Abb. 8) macht eine Umdrehung. Die danach ankommenden Zeichenstromstöße des Fünferzeichens geben durch

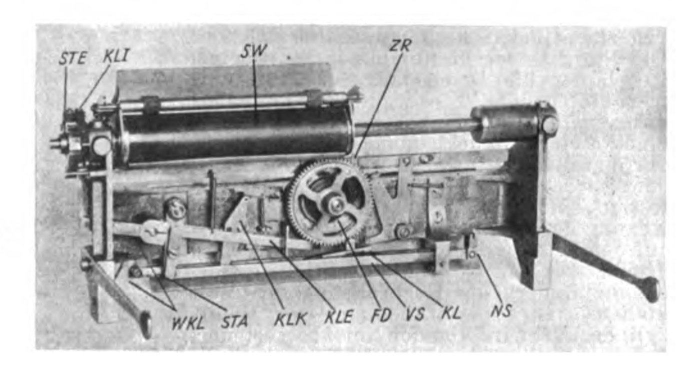


Abb. 11. Papiervorschubeinrichtung und Schreibwalze.

Steuerung der Stange *S* die Gabel *G* frei. Der Exzenter macht jedesmal eine halbe Umdrehung und läßt den Hebel *H* daran teilnehmen. Die Welle *W* besitzt 5 Nuten. Die schlangenförmige Nut *1* läßt durch Hebelübertragung ein in der Gabel *GB* liegendes Stahlblatt *SB* (Abb. 7 und 8) fünf horizontale Bewegungen nach links ausführen, die im Takte der einzelnen Stromschritte des Fünferzeichens erfolgen. Die Nut *3* führt mit Hilfe des Hebels *SUH* einen Sucherstift *SU* (Abb. 7 u. 8) an den fünf Sucherfüßen *SF* (Abb. 8) entlang. Da bei jedem eingehenden Zeichenstromstoß die Gabel *GB* durch den Hebel *H* gehoben wird, so wird der Sucherstift *SU* durch das Stahlblatt *SB* gegen den entsprechenden Sucherfuß *SF* geschlagen. Bei eingehenden Trennstromstößen wird durch die sich nach unten neigende Gabel *GB* das Stahlblatt *SB* an dem Sucherstift *SU* vorbeigeführt, so daß eine Verschiebung des Sucherfußes bei Trennstrom nicht eintritt. Der Hebel *HB* (Abb. 8) hebt nach Eingang des Fünferzeichens die Sucherfüße, wobei aber nur die eingedrückten Sucherfüße die fünf mit Ausschnitten versehenen Wählerscheiben *WS* drehen.

Durch die fünf Stromstöße des Fünferzeichens sind die fünf Wählerscheiben so verstellt worden, daß ein durchgehender Einschnitt entsteht. In diesen Einschnitt fällt durch Federkraft ein Hebel *HBL* ein. Der Hebel *SUH* zieht darauf mit Hilfe des Winkelhebels *SUR* die Sucherfüße zurück, dagegen bleiben die Wählerscheiben in ihrer Lage, weil sie durch den eingefallenen Hebel *HBL* in ihrer Lage gehalten werden. Das Ende dieses Hebels legt sich in den Weg einer mit dem Typenrad umlaufenden Nase *N*, die an der Typenradbuchse befestigt ist. Das Typenrad *TR*,

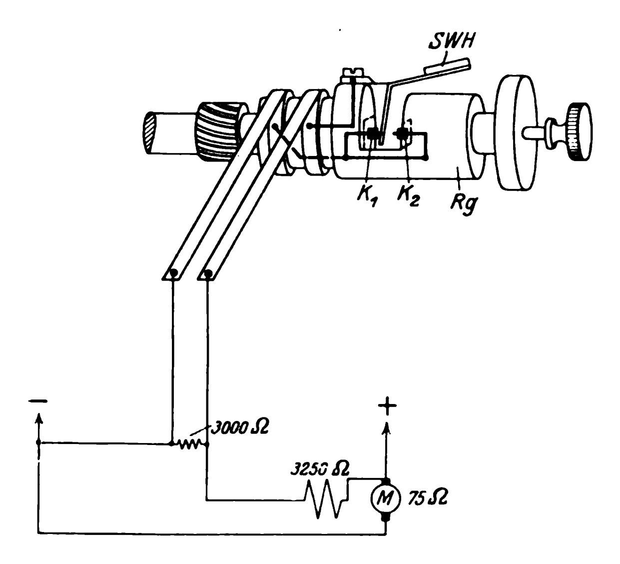


Abb. 12. Schematische Darstellung des Geschwindigkeitsreglers.

das nur durch Reibung mit seiner Antriebsachse gekuppelt ist, wird dadurch angehalten. Abb. 9 und 10 zeigen einen eingefallenen Winkelhebel, der die Nase des Typenrades angehalten hat. Inzwischen hat die Welle *W* ihre Umdrehung beendet und bleibt infolge des positiven Sperrstromstoßes stehen. Eine Nase *N* hält sie in dieser Lage fest. Der nächste Anlaufstromstoß kuppelt wieder die Welle *W* mit dem Antriebsmotor. Zunächst erfolgt nun der Abdruck des bei der vorhergehenden Umdrehung eingestellten Zeichens. Die Nut *2* steuert mittels einer Nocke einen Hebel, der die Druckstange *DS* von vorn nach hinten stößt. Dieser Stoß wird auf einen zweiarmigen Hebel übertragen, der mittels eines kleinen Druckhammers *DH* gegen die vor ihm stehende Type schlägt. Da die Typen beweglich am Rande des Typenrades befestigt sind, nimmt die Type an der Bewegung des Schlaghammers teil und wird so auf dem vor ihr liegenden Papierband abgedruckt. Die Nut *4* vermittelt mit Hilfe eines Metallzylinders die Rückführung des Winkelhebels in seine Ruhelage. Der Metallzylinder *MZ* wird von der Nut *4* so gesteuert, daß der Zylinder erst nach Verstellen der Wählerscheiben die Winkelhebel *HBL* zum Einfallen freigibt und sie nach Abdruck des Zeichens wieder aushebt und festlegt. Jede Fünferkombination wird sowohl für einen Buchstaben als auch für eine Ziffer oder ein Zeichen benutzt. Der Einschnitt, der beim Verschieben der Wählerscheiben entsteht, ist so breit, daß sowohl der Winkelhebel für den betreffenden Buchstaben als auch der Winkelhebel des diesem entsprechenden Zeichens einfallen kann. Eine sechste Wählerscheibe *SWS* begrenzt diesen Einschnitt so, daß entweder nur der Winkelhebel des Buchstabens oder der des Zeichens einfallen kann. Zu diesem Zweck wird die sechste Wählerscheibe durch die Winkelhebel, die zum Buchstabenblank und Zahlenblank gehören, mittels einer Nase entweder vor- oder zurückgeschoben, so daß nach Buchstabenblank nur der Winkelhebel für den betreffenden Buchstaben oder bei vorangegangenem Zahlenblank nur der Winkelhebel des betreffenden Zeichens einfallen kann.

Der Papiervorschub wird durch den von der Nut *3* gesteuerten Hebel SUH, der bereits den Sucherstift an den Sucherfüßen vorbei bewegt, bewirkt. Dieser Hebel verschiebt den Winkelhebel *VH*, der mit seiner Klaue *K* die Nase *NS* (Abb. 11) umklammert. Die Bewegung von vorn nach hinten und zurück des Hebels *SUH* wird durch den Winkelhebel *VH* in eine Bewegung von links nach rechts und zurück umgewandelt. Die Stange *VS* macht also eine Bewegung von links nach rechts und bewegt dabei mittels einer Klinke *KLE* ein Steigrad um einen Zahn weiter, das mit einem Zahnrad *ZR* fest gekuppelt ist. Das Zahnrad greift in eine Zahnstange unterhalb des Wagens und bewegt ihn um eine Buchstabenbreite vorwärts. Bei diesem Vorgang wird außerdem die Feder *FD* gespannt.

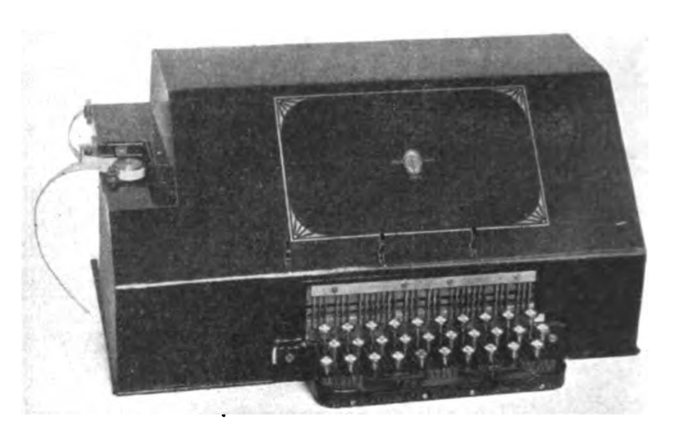


Abb. 13. Creed-Springschreiber (Sender und Empfänger auf einer Grundplatte vereinigt).

Ist die Zeile zu Ende und soll das Papierband um eine Zeile verschoben werden, also ein Zeilenwechsel mit Wagenrückführung stattfinden, so muß am Geber die dafür bestimmte Taste gedrückt werden. Die Zeichenkombination läßt den entsprechenden Winkelhebel in den von den Wählerscheiben gebildeten Einschnitt einfallen, der einen Winkelhebel hinter dem Winkelhebel *WKH* freigibt, der sich auf die Klinke *KL* legt. Bei der Bewegung der Stange *VS* wird dadurch eine zweite Stange *STA* mitgenommen, die die Klinke *KLK* bewegt, die die Sperrklinke

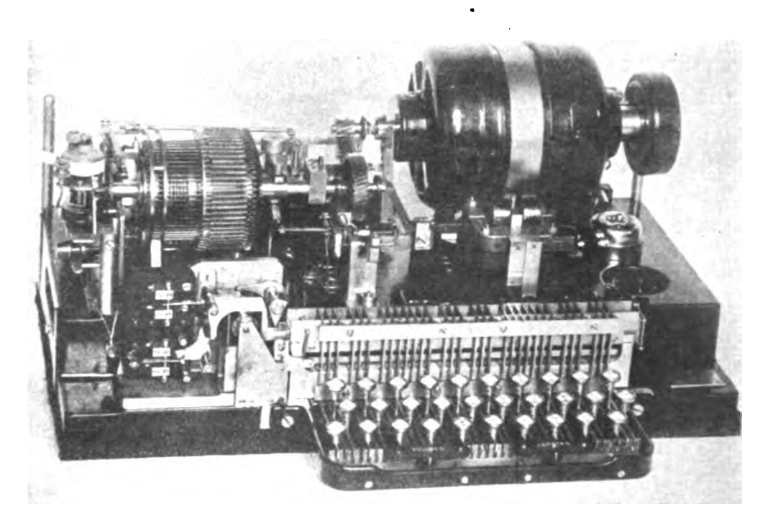


Abb. 14. Creed-Springschreiber (Sender und Empfänger auf einer Grundplatte vereinigt, Kappe abgenommen).

des Steigerades heraushebt. Dadurch tritt die Kraft der Feder *FD* in Tätigkeit, die das Zahnrad *ZR* dreht und den Wagen mittels der Zahnstange in die Anfangstellung bringt. Außerdem bewegt die Stange *STA* den Winkelhebel *WKL*, der mittels einer Kinke *KLI* das Steigrad *STE* um einen Zahn weiter bewegt, wodurch die Schreibwalze *SW* um eine Zeilenbreite verschoben wird.

Soll nur ein Zeilenwechsel stattfinden, so läßt die entsprechende Kombination den Winkelhebel *WKH* auf die Klinke *KL* drücken, der so dieselben Vorgänge wie der andere Winkelhebel auslöst. Nur macht er die Auslösung der Sperrklinke des Steigrades dadurch wirkungslos, daß er den Winkelhebel *SWH* mitnimmt, der als Ersatz für die

ausgehobene Sperrklinke in das Steigrad fällt, wodurch der Wagen in seiner Lage verbleibt.

Zur Erhaltung des Gleichlaufes während der Umdrehung für ein Zeichen sind die Antriebsmotoren mit groben Reglern *RG* ausgerüstet (Abb. 2, 4 u. 12). Jede Motorenachse trägt zwei isolierte Ringe und einen Zylinder aus Hartgummi. Der Zylinder hat einen Einschnitt, der auf seinen beiden Seiten je einen Kontakt K_1 und K_2 besitzt. Zwischen diesen Kontakten schwingt ein Winkelhebel *SWL*, der infolge des Druckes einer Blattfeder in der Ruhe an einem Kontakt liegt und dadurch einen Widerstand von 3000 Ω kurzschließt, der parallel zum Motor liegt. Wird der Motor angelassen, so entfernt sich der Winkelhebel infolge der Fliehkraft von dem Kontakt K_1, schwebt kurze Zeit zwischen den Kontakten K_1 und K_2 und legt sich dann gegen den Kontakt K_2. Während der Schwebelage ist der Widerstand parallel dem Motor eingeschaltet. Durch das Pendeln zwischen Kontakt K_2 und Schwebelage des Winkelhebels erhält der Motor eine gleichmäßige Bewegung. Der Kontakt K_2 kann durch eine Schraube von außen verstellt und dadurch die Geschwindigkeit in geringen Grenzen verändert werden. Die gleichmäßige Umdrehungszahl wird bei den Motoren durch ein Rädchen mit weißem Punkt und durch ein Stroboskop festgestellt. Das Stroboskop besteht aus einer schwingenden Zunge, die einen Schlitz öffnet oder schließt. Sieht man durch diesen Schlitz auf das Rädchen mit weißem Punkt, so muß bei richtiger Umdrehungszahl der weiße Punkt als feststehend gesehen werden. Hat es den Anschein, als liefe er vor oder zurück, so läuft der Motor entweder zu schnell oder zu langsam. Der Kontakt K_2 ist dementsprechend zu verstellen.

Bei einem neuen Muster dieses Springschreibers sind der Sender- und der Empfängerteil zusammengefaßt. Der vorher beschriebene Empfänger befindet sich mit dem Handsender auf einem gemeinsamen Grundbrett, und beide werden von nur einem Motor angetrieben (vgl. Abb. 13 u. 14). Der Stanzteil am Handsender fällt bei dieser Ausführung weg. Auf Leitungen mit zeitweise stärkerem Verkehr kann dem Handsender ein selbsttätiger Sender mit einem als Locher benutzten Handsender beigeordnet werden, um bei Anhäufung in Betrieb genommen zu werden.

Die Leistung der Apparate beträgt 8,5 Zeichen in der Sekunde, d. s. 59,5 Bauds. Dieses Tempo gestattet die Erfassung fast aller Spitzenleistungen des Sendebeamten.

Höchstspannungs-Isolatoren hoher Lebensdauer aus organischem Werkstoff.

Von **O. Scheller**, Berlin-Lichterfelde.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß Zugorgane aus Holz oder dgl. in Hochspannungsisolatoren durch Entlastung vom Spannungsgefälle an den Einspannstellen vor dem Zerstören durch elektrische Einflüsse geschützt werden können. Zur Abkürzung von Dauerversuchen wird für besondere Fälle die Prüfung mit Hochfrequenz vorgeschlagen.

Die Entwicklung der elektrischen Kraftleitungen drängt mit der Zunahme ihrer Länge zur Verwendung immer höherer Spannungen. Mit der wachsenden Größe der Netze steigen auch die zu übertragenden Leistungen, so daß auch die Leitungsquerschnitte aus wirtschaftlichen Gründen immer größer werden. Damit wachsen aber ihre Gewichte, und der Konstrukteur steht vor der Aufgabe, nicht nur Isolatoren zu schaffen, die den hohen elektrischen Spannungen gewachsen sind, sondern auch noch recht große mechanische Kräfte aufnehmen müssen.

Man ist nun stellenweise dazu übergegangen, das Porzellan durch andere Stoffe zu ersetzen, und hat sich auch nicht gescheut, zu organischen Stoffen zu greifen. Es stehen dann Werkstoffe zur Verfügung, die bei hervorragender Isolationsfähigkeit im Verhältnis zu ihrem Gewicht außerordentlich große Festigkeit zeigen; übertrifft doch schon ein gutes Hanfseil jedes Eisenseil an freier Reißlänge.

Leider steht diesen Vorteilen der große Nachteil gegenüber, daß alle organischen Stoffe verhältnismäßig leicht durch physikalische und chemische Angriffe zerstörbar sind. Das ist wohl auch der Grund, daß man erst so spät, gewissermaßen notgedrungen, bei Hochspannungsisolatoren zu diesem Material gegriffen hat. Die unter Umständen leichte Zerstörbarkeit solcher Isolatoren nötigt zu ganz besonderen Konstruktionen und Schutzmaßnahmen.

Glücklicherweise liegen auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik darüber Erfahrungen vor, und der Zweck dieser Zeilen soll sein, auf diese Erfahrungen hinzuweisen, damit sie auch der Hochspannungstechnik zugute kommen. Bei den Antennen der drahtlosen Telegraphenanlagen waren seit Beginn, also seit etwa 30 Jahren, ähnliche Spannungen zu beherrschen, wie sie jetzt bei Hochspannungsleitungen vorkommen, nur waren dort anfangs die Leistungen sehr klein. Lange Hartgummiknüppel in den mechanisch gering beanspruchten Antennen und paraffinierte Holzklötze und -knüppel (Esche und Akazie) in den Abspannungen der Maste genügten anfangs. Später wurden Antennenisolatoren aus imprägniertem Hanfseil benutzt, das durch ein übergeschobenes und vergossenes Porzellanrohr äußerlich geschützt wurde.

So gut all diese Isolatoren seinerzeit ihren Zweck erfüllten, versagten sie alle, als die Leistungen stiegen. Als man von den alten Funkensendern, bei denen die wirksame Zeit zur unwirksamen etwa auf 1 : 5000 bis 1 : 1000 einzuschätzen war, auf ungedämpfte Schwingungen überging, war kein Isolator aus organischem Material mehr zu brauchen, selbst nicht bei beträchtlich geringeren Spannungen.

Die Ursache der Zerstörung war nun nicht darin zu suchen, daß die dielektrischen Verluste stiegen und der Isolator sich erwärmte, wenn dies die Katastrophe auch beschleunigte, sondern darin, daß an den Befestigungsstellen des Isolators mit dem Metall die organischen Stoffe anfingen zu verkohlen. War aber erst einmal dadurch der Isolator an diesen Stellen etwas leitend geworden, machte die Zerstörung rasche Fortschritte; durch Spitzenwirkung verstärkte sich das Sprühen, und die Kohle als Leiter wirkte wie der Glühfaden einer Lampe.

Da früher bei höheren Spannungen mit ähnlichen Frequenzen die Isolatoren gehalten hatten, konnte nicht die hohe Frequenz die Ursache sein, sondern offenbar nur die absolut hohe Zahl der Beanspruchungen. Tritt bei jedem Wechsel auch nur die kleinste Zerstörung irgendwo am Isolator ein, muß dieser mit der Zeit altern und nach einer bestimmten Zahl Beanspruchungen versagen. Versuche mit Hochfrequenz müssen deshalb unter Umständen dazu geeignet sein, viel schneller ein Bild über die Lebensdauer von Isolatoren zu ergeben als solche bei 50 Hz.

Wie bei Kabeln fand die größte Kraftliniendichte und damit die größte elektrische Beanspruchung an den Stellen statt, an denen der Isolator mit dem Metall in Berührung stand, nur mit dem Unterschied, daß diese Stellen beim Isolator auch gleichzeitig die mechanisch am höchsten beanspruchten waren. Oberflächenvorsprünge, Ränder mit kleinem Krümmungshalbmesser und Luftzwischenräume waren deshalb an diesen Stellen unvermeidlich. Glimmen, Ozon- und Salpetersäurebildung mußten eintreten und die Zerstörung der organischen Stoffe einleiten; Kabel werden ja bei Fabrikationsfehlern an dieser Stelle ebenso zerstört.

Wollte man die Zerstörung des Isolators verhindern, so mußte man die gefährdete Stelle von Spannung gründlich entlasten. Es geschah dies sehr einfach, indem man die Befestigungsstellen des Isolators nach Möglichkeit elektrisch kurzschloß und die Kraftlinien an einer andern Stelle in den Isolator eintreten ließ. Damit war man gleichzeitig in der Formgebung an dieser Stelle frei und konnte sie so wählen, daß Glimmen und Sprühen sicher vermieden wurden.

Auch eine weitere Möglichkeit, den Isolator zu schützen, steht dann bequem offen; man kann zwischen Metall und Isolator aus organischem Stoff eine Zwischenisolation aus Porzellan oder dgl. einschalten, so daß die schädlichen Einflüsse in erster Linie das unverkohlbare Porzellan treffen.

Da sich bei der ersten Versuchsausführung eines solchen Isolators die Verhältnisse klar übersehen lassen, ist dieser in Abb. 1 dargestellt, gleichfalls das ungefähre Spannungsgefälle und der dabei auftretende Verlauf des Verschiebungsstromes. Der Isolator besteht aus einem Stab *A* aus imprägniertem Papier (Pertinax) und einem Hüllrohr *B* aus Porzellan. Die mechanischen Zugkräfte werden durch die Schrauben *C* übertragen. Die Kraftlinien treten der Hauptsache nach über den Metallzylinder *D* in das Porzellanrohr und den Pertinaxstab ein. Die metallische Verbindung *F* zwischen *C* und *D* schließt den Isolator auf dieser Strecke kurz, so daß, wie sich aus dem Spannungsgefälle *E* ergibt und wie der Verschiebungsstromverlauf *J* zeigt, von den Befestigungsschrauben nur wenig Kraftlinien in den Isolator eintreten, die gefährdete Stelle also elektrisch vollständig entlastet ist.

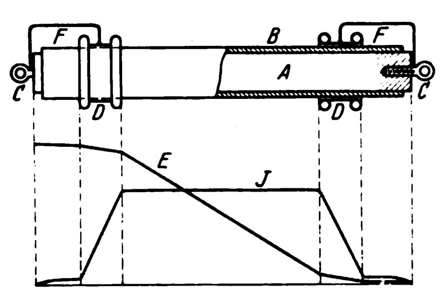




Abb. 1. Spannungsgefälle und Verschiebungsstrom in einem Hochspannungsisolator mit von Kraftlinien entlasteter Befestigungsstelle.

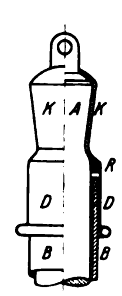


Abb. 2. Aufhängeöse eines Hochspannungsisolators mit Kurzschlußschutz der Einspannstelle.

Wie die seinerzeitigen Erfahrungen zeigten, trat der erwartete Erfolg voll ein. Isolatoren, die nach diesen Gesichtspunkten gebaut waren, hielten jede Spannung bis zur vollen Überschlagsspannung selbst bei Hochfrequenz aus. In Abb. 2 ist eine praktische Ausführungsform dargestellt. Als Zugglied dient ein an beiden Enden konisch eingedrehter imprägnierter Holzstab *A*, über den ein Porzellanrohr *B* geschoben ist. Der Raum zwischen beiden ist mit einer nachgiebigen Isoliermasse vergossen. Zur Befestigung des Isolators wird eine Metallkappe *K* über den Kopf gezogen und fest gegen den Konus eingedrückt. Ein Metallring *R* hilft die Erhaltung der Form sichern. Als Verlängerung der Befestigungskappe ist ein Metallzylinder *D* vorgesehen, der den Kopf von Verschiebungströmen entlastet; natürlich können *K* und *D* auch aus einem einzigen Stück bestehen.

Um einen Überschlag entlang der Oberfläche des Isolators möglichst zu vermeiden, wird derselbe zweckmäßig noch mit einer Überspannungsfunkenstrecke versehen.

Auf Grund der mitgeteilten Erfahrungen läßt sich bereits voraussagen, daß zwar die Gefahr besteht, daß Isolatoren aus organischem Werkstoff bei gleichzeitig starker mechanischer und elektrischer Beanspruchung wie in Höchstspannungsleitungen nur eine begrenzte Lebensdauer haben werden, daß sich jedoch diese Gefahr sehr vermindern oder gänzlich beseitigen läßt, wenn man die gefährdeten Stellen, wie bereits in der Hochfrequenztechnik, elektrisch entlastet.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 252.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten ist die folgende Form von Stromwandlern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System 17, Form TCJU, tragbarer umschaltbarer Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der

Koch & Sterzel A.-G. in Dresden.

Charlottenburg, den 25. XI. 1927.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Paschen.

Beschreibung

System 17

Form TCJU, tragbarer umschaltbarer Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Koch & Sterzel A.-G. in Dresden.

Die umschaltbaren Stromwandler der Form TCJU können für die Frequenz von 50 Hz, für primäre Nennstromstärken von 20 ÷ 1500 A, für die sekundäre Nennstromstärke von 5 A, für eine sekundäre Nennleistung von 15 VA entsprechend einer Nennbürde von 0,6 Ω und für eine Prüfspannung von 2500 V beglaubigt werden.

Stromwandler der Form TCJU haben primär 12 Meßbereiche für 20, 30, 60, 100, 150, 300, 400, 500, 600, 750, 1200 und 1500 A. Die Primärwicklung für 20, 30, 60, 100 und 150 A ist ebenso wie die Sekundärwicklung auf einem ringförmigen Eisenkern aufgebracht. Die primären Zuleitungen für diese Meßbereiche werden an hierfür bestimmte Klemmen angeschlossen. Für die Meßbereiche 300, 400, 500, 600, 750, 1200 und 1500 A wird der Primärleiter ein- bis viermal durch die Mittelöffnung geschlungen, wobei für die Meßbereiche 500, 750 und 1500 A als Sekundärwicklung für 5 A die eigentliche Sekundärwicklung in Reihenschaltung mit der auf dem Eisenkern aufgebrachten Primärwicklung für 150 A benutzt wird. Die Enden der Sekundärwicklung sind an zwei Klemmen geführt, die durch eine drehbare federnde Lasche sichtbar kurzgeschlossen werden können. Der Wandler ist in ein Holzgehäuse, das durch die erwähnte Mittelöffnung durchbrochen ist, eingebaut. Zur Befestigung eines Tragriemens sind am Gehäuse zwei Tragknöpfe eingeschraubt. Auf dem am Wandler angebrachten Leistungschild sind für die einzelnen Meßbereiche die Primär- und Sekundärklemmen sowie die besonders herzustellenden Verbindungen bei den Primär-Meßbereichen 500, 750 und 1500 A angegeben. Die Spannungsprobe mit 2500 V kann zwischen der Primär- und Sekundärwicklung bzw. zwischen der Innenseite des Durchführungsloches, wobei dieses mit Stanniol auszulegen ist, und der Primär- und Sekundärwicklung ausgeführt werden. Spannungsproben gegen das Gehäuse, welches aus Holz besteht, und gegen den Eisenkern, der unzugänglich ist, sind nicht möglich.



Die Abbildung läßt den äußeren Aufbau des Wandlers erkennen.

[1] Reichsministerialblatt 1927, S. 587.



RUNDSCHAU.

Leitungen.

AEG-Spreizkopf. — Bisher benutzte man zum Abschluß der Enden von Hochspannungs-Dreileiterkabeln

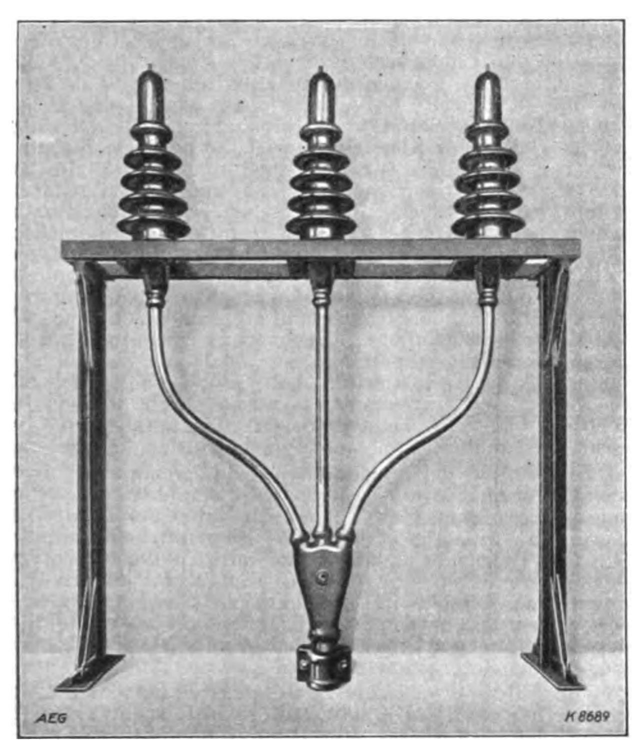


Abb. 1. AEG-Spreizkopf-Kabelabschluß f. eine Betriebspannung von 60 kV.

Dreiphasen-Endverschlüsse, die meist als Flach-Endverschlüsse ausgebildet waren. Um Dreileiterkabel mit Einleiter-Endverschlüssen zu versehen, kann man das Ende des Dreileiterkabels in die drei Einzeladern aufteilen und über die freigelegten Einzeladern Bleirohre schieben. Für den Abschluß der Spreizstelle hat die AEG einen sogenannten „Spreizkopf" konstruiert. Die durch DRGM geschützte Anordnung ist aus Abb. 1 ersichtlich. Sämtliche Einführungstellen der Bleirohre in den Spreizkopf und in die Endverschlüsse, sowie die des Kabelbleimantels in den Spreizkopf, werden ebenso wie Ober- und Unterteil des längsgeteilten Spreizkopfes durch

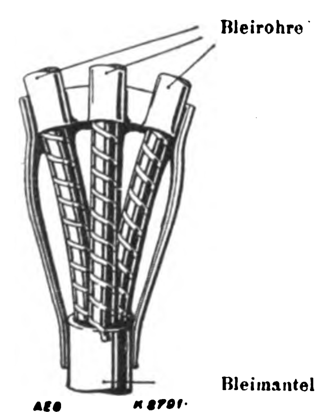


Abb. 2. Kabel-Spreizstelle mit geradem Spreizkopf (Deckel abgenommen).

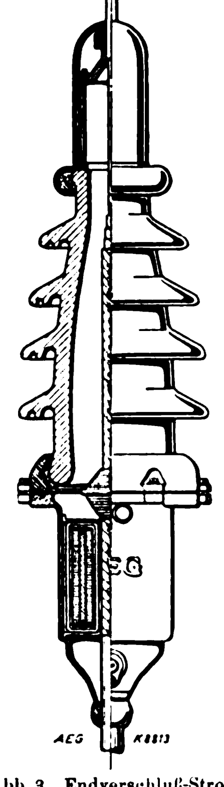


Abb. 3. Endverschluß-Stromwandler, 60 kV, DRP angemeldet.

Schmierwulste verbunden und gedichtet. Der Kopf wird in gerader oder gebogener Form geliefert, je nachdem die Lage und Richtung des ankommenden Kabels es erfordert. Bei dem gebogenen Spreizkopf beginnt die Aderbiegung bereits im Gehäuse, so daß es möglich ist, den Spreizkopf auch bei den ungünstigsten Raumverhältnissen einzubauen. Als Endverschlüsse werden normale Einleiterkabel-Endverschlüsse verwendet, wie sie aus der Gesamtanordnung Abb. 1 zu erkennen sind. Die Füllung der ganzen Anordnung mit Masse geschieht derart, daß der Spreizkopf, die Verbindungsbleirohre und die Einphasen-Endverschlüsse in einem Prozeß unter Vakuum mit Isoliermasse ausgegossen werden. Die Konstruktion, die naturgemäß nur für höhere Spannungen in Frage kommt, bietet noch den Vorteil, daß sich die Enden der Phasen beliebig auseinanderziehen und vertauschen lassen. Außerdem lassen sich in die Einleiter-Endverschlüsse gemäß Abb. 3 Stromwandler einbauen, so daß der Raum für besondere Stromwandler gespart wird.

Elektromaschinenbau.

Die magnetischen Felder in leerlaufenden Synchronmaschinen. — Die durch wirtschaftlichen und technischen Wettbewerb bedingte und fast erreichte magnetische Gleichartigkeit der Synchronmaschinen, wenn sie selbst von verschiedenen Firmen stammen, führt dazu, das Problem der einheitlichen analytischen Behandlung unter Berücksichtigung der von der Induktion abhängenden Sättigung des Eisens wieder aufzunehmen. Bezieht man nämlich die gewöhnliche Leerlaufcharakteristik der Synchronmaschinen auf den normalen Leerlaufpunkt für 100 % Nennspannung, so ergibt sich für diese Gruppe von Maschinen eine nur wenig von einem gewissen Mittelwert abweichende Kurvenschar. E. Weber gelingt es nun, für diese mittlere Kurve, die sog. Normal-Leerlaufcharakteristik, einen sehr einfachen mathematischen Ausdruck in der Form

$$\frac{E}{E_n} = 1{,}584\left(1 - e^{-\frac{i}{i_n}}\right)$$

zu finden, wobei E eine beliebige, E_n die Nennspannung, i und i_n die zugehörigen Erregerströme sind. Dies gilt für beide Arten von Synchronmaschinen, sowohl für Turbo- als auch für Schenkelpolläufer. Nur besonders ausgeführte Maschinen brauchen zu ihrer Charakterisierung noch einen konstanten Faktor beim Exponenten der e-Funktion.

Mit Hilfe dieses Ansatzes berechnet nun Weber weiterhin die Feldformen der beiden genannten Maschinenarten, indem er mehr oder weniger willkürlich für i/i_n die Felderregerkurve einführt, das ist die funktionale Abhängigkeit der magnetomotorischen Kraft von der Ankerumfangskoordinate. Die Ergebnisse belehren über die Berechtigung, da bei geringen Sättigungen der bekannte Gegensatz zwischen Trapezfeld und Sinusfeld (für stetig veränderten Luftspalt) entgegentritt, der bei höheren Sättigungen sich verschleift. Die rechnungsmäßig durchgeführte harmonische Analyse zeigt auch das mit der Sättigung rasch stärker werdende Hervortreten der dreifachen Oberwelle des Feldes. Um auch dem Einflusse der Nutungen gerecht zu werden, benutzt Weber die von verschiedenen Autoren mit Hilfe der konformen Abbildung einer rechteckigen, unendlich tiefen Nut gewonnenen Ergebnisse bezüglich der Induktionsenkung, die durch eine solche Nut bewirkt wird. Bei den Turbomaschinen werden nur die Rotornuten berücksichtigt, weil die Ständernuten stets fast geschlossen sind, also fast keine verzerrende Wirkung auf die Feldkurve ausüben können, während in Schenkelpolmaschinen umgekehrt nur die Ständernuten in Betracht gezogen werden. Es zeigt sich, daß sich der Einfluß der Rotornuten in Turbomaschinen recht einfach durch die beiden in der Ordnung um ± 1 von der doppelten Nutenzahl abliegenden Oberwellen von fast gleicher Amplitude darstellen läßt. Die Interferenz der zwei Wellen gibt den Eindruck einer fiktiven, der Nutenzahl selbst entsprechenden Oberwelle. Ferner wird auch das von R. Rüdenberg so bezeichnete Zahnfeld, das durch die Treppenkurve des Erregerstrombelages in Turbomaschinen entsteht, durch das Zusammenwirken dreier Oberwellen erklärt, die die doppelte Nutenzahl und die um ± 2 veränderte als Ordnungen besitzen. Dabei ist die Amplitude ersterer doppelt so groß wie jene der beiden letzteren. In genau gleicher Weise wie im letz-

teren Fall ergibt sich auch die Darstellung des Ständernuteneinflusses auf die Feldkurven in Schenkelpolmaschinen. (E. Weber, Arch. El. Bd. 19, H. 2, S. 193.)

Apparate.

Treppenhausschaltuhren der Firma J. G. Mehne. — Die elektrische Beleuchtung von Treppenhäusern durch selbsttätig wirkende Ein- und Ausschalteinrichtungen in Gestalt von Uhren hat sich in Rücksicht auf die Verpflichtung der Hausbesitzer, für eine ausreichende Treppenbeleuchtung zu sorgen, andernfalls sie bei fehlender oder ungenügender Beleuchtung für Unfälle haftbar gemacht werden können, außerordentlich gut eingeführt. Wenn auch allgemein die Elektrizitätswerke es auf Grund ihrer Stromlieferungsbedingungen ablehnen, bei Versagen der in den meisten Fällen von den Werken selbst gegen Mietgebühr zu stellenden Uhren die dem Hausbesitzer durch Gesetz auferlegte Haftpflicht auf sich zu nehmen, so ist es doch eine moralische Pflicht der Werke, den Abnehmern für derartige Anlagen Apparate zu liefern, die auf größte Zuverlässigkeit Anspruch machen können. Hierzu gehört nicht nur ein möglichst genauer Gang, damit die Einschaltung zur richtigen Zeit erfolgt, sondern vor allen Dingen unbedingt sicher wirkende Schaltorgane, da gerade bei diesen die meisten Störungen auftreten, die ein Versagen der Beleuchtung zur Folge haben.

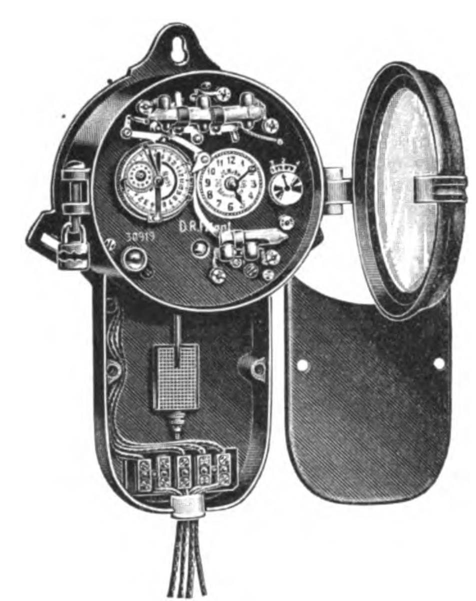


Abb. 4. Treppenhausschaltuhr.

Das Städtische Elektrizitätswerk Nürnberg, welches selbsttätige Treppenbeleuchtungen bereits im Jahre 1906 einführte, und an welches jetzt 10 500 Uhren angeschlossen sind, hat die Frage, welche Anforderungen an solche Schaltuhren gestellt werden müssen, in den verflossenen 20 Jahren eingehend geprüft und in nicht unerheblicher Weise an der Verbesserung mitgearbeitet. Hierbei stellte sich heraus, daß eine Pendeluhr einer Ankeruhr vorzuziehen ist, was für jeden Uhrsachverständigen nicht weiter verwunderlich ist. Eine viel schwierigere Aufgabe war aber die Auswahl der zweckmäßigsten Schaltorgane. Ursprünglich wurden hierfür rein mechanisch wirkende Momentschalter mit Schleifkontakten eingebaut in ähnlichen Konstruktionen, wie sie für Drehschalter für elektrische Anlagen bekannt sind. Hierbei zeigte sich jedoch, daß trotz der Verwendung des für solche Kontakte am geeignetsten erscheinenden Metalles (Silber) die Abnutzung derselben, besonders durch die Ausschaltlichtbogen, außerordentlich groß war und zu vielen Störungen Anlaß gab. Die alsdann einsetzenden Versuche, an Stelle derartiger Schleif- und Sprungkontakte mit Quecksilber gefüllte Röhren als durch ein Relais betätigte Kippkontakte zu verwenden, zeitigten schon nach einer Reihe von Verbesserungen in kürzester Zeit einen vollen Erfolg. Heute sind beim Elektrizitätswerk Nürnberg in der Hauptsache Uhren mit Quecksilberkontakten in Betrieb, die sich ausgezeichnet bewährt haben und nur selten zu Störungen Anlaß geben. Der beste Beweis hierfür ist gewiß der, daß bei den am Ende des Jahres 1927 angeschlossenen 10 500 Uhren im abgelaufenen Jahre nur 6554 Störungsmeldungen einliefen, und von diesen sich nur 4921 Meldungen auf die Schaltorgane bezogen. Somit wurden durchschnittlich nur 10 bis 15 Uhren täglich wegen Fehler der Schaltorgane gemeldet oder nur jede zweite Uhr einmal im Jahre. Bezüglich der sonstigen Konstruktion von Treppenschaltuhren ist das Verlangen zu stellen, daß dieselben eine Gangzeit von mindestens 42 Tagen, eine möglichst übersichtliche Anordnung aller einzelnen Teile, eine astronomische Zeiteinstellung und schnelle und einfache Regelung der Uhr und etwaiger Änderung der Ausschaltzeiten besitzen müssen.

Diese Gesichtspunkte waren maßgebend bei der Konstruktion der Treppenschaltuhren der Firma J. G. Mehne, Schwenningen a. Neckar, deren Gestaltung aus Abb. 4 ersichtlich ist, und die bis jetzt in einer Anzahl von 10 000 Stück beim Elektrizitätswerk Nürnberg zur Verwendung kamen. Bei dieser Konstruktion ist die bequeme Zugänglichkeit des Pendels für Nachregelungen gewährleistet. Das gesamte Uhrwerk nebst Schalt- und Einstellorganen ist mit kräftigen Steckstiften versehen, in das Gehäuse auf der Grundplatte eingesetzt und gestattet so ein leichtes Herausnehmen zur Prüfung aller Uhrwerke und sonstigen Teile. Als Aufzug hat das Elektrizitätswerk Nürnberg nunmehr endgültig nur noch den mechanischen Handaufzug gewählt, nachdem auch umfangreiche Versuche mit dem elektrischen Aufzug gemacht worden waren. Es ging hierbei von dem Standpunkt aus, daß, abgesehen von Fehlern, die ein selbsttätiger Aufzug doch schließlich mit sich bringt, die Uhren sowieso allmonatlich wegen der richtigen Gangzeit nachgesehen werden müssen und bei dieser Gelegenheit auch aufgezogen werden können.

Erwähnenswert ist dann noch, daß genannte Fabrik auch Treppenschaltuhren liefert, die zugleich mit einer Kontaktvorrichtung für Doppeltarifzähler versehen sind. Hierdurch braucht man für jedes Haus nur eine einzige Uhr für Treppenbeleuchtung und alle in demselben angeschlossenen Doppeltarifzähler, was einer großen Ersparnis an Anlagekapital gleichkommt. Das Elektrizitätswerk Nürnberg verwendet in letzter Zeit ausschließlich diese kombinierten Uhren und hat bereits 4000 Stück hiervon in Betrieb genommen.

Die Fabrikationsfirma stellt auch einfache Minutenschalter her, also eine Uhr zur Einschaltung der Treppenbeleuchtung für wenige Minuten durch Betätigung eines Schalters. Schließlich liefert sie noch selbsttätige Schaltuhren für Straßenbeleuchtung, Schaufensterbeleuchtung und als Sperrschalter. Ely.

Beleuchtung.

Ein Lichtfest in Frankfurt a. M. — Im Dezember v. J. hat in Frankfurt a. M. auf Anregung der Zentrale der deutschen Schaufenster-Lichtwerbung, Berlin, ein Lichtfest stattgefunden, an dessen erfolgreicher Durchführung die Städtischen Elektrizitätswerke, der Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes, der Verband der Beleuchtungsgeschäfte Deutschlands und andere Korporationen beteiligt waren. An eine lichttechnisch richtige und daher sehr wirkungsvolle Schaufensterbeleuchtung, über deren Bedeutung die Geschäftsinhaber vorher eingehend unterrichtet worden sind, schloß sich eine Anstrahlung zahlreicher öffentlicher Gebäude, die, wie eine von der „Zetdeschau" über das Fest herausgegebene Broschüre zeigt, die Architektur dieser außerordentlich schön zur Geltung brachte. Die Anleuchtung des Domes erfolgte mit Hilfe von acht Scheinwerfern und 20 Flutlichtleuchten, seine Innenausleuchtung durch 28 Spiegelflächenleuchten mit Farbfiltern. Insgesamt erforderte dieser Effekt 43 kW.

Landwirtschaft.

Die Elektrizität auf dem Lande. — Die Ausstellung „Grüne Woche Berlin", die vom 28. I. bis 5. II. wieder im Rahmen der Großen landwirtschaftlichen Woche stattfand, entwickelt sich immer mehr zu einer bedeutenden Schau für den Bedarf der Landwirtschaft und verwandter Betriebe, so daß diesmal zwei Ausstellungshallen am Kaiserdamm voll belegt waren. Reichhaltiges statistisches Material ließ auch hier die fortschreitende wissenschaftliche Vertiefung erkennen, die zur Erkenntnis des Aufbaus der Produkte und damit zur Möglichkeit der Erhöhung der Produktion führt. Als zweiter Weg hierzu war die fortschreitende Ausnutzung der Technik ersichtlich, um den landwirtschaftlichen Betrieb zu intensivieren und durch Ersparnis an Arbeitskräften, Vermeidung von Verderb und damit Verlust an Erzeugnis zu verbilligen. Die Elektrizität ist hierbei ein williger Diener, der stets hilfsbereit

wirtschaftlichen und sauberen Betrieb ermöglicht und gewährleistet. Abgesehen von ihrer Anwendung als Antriebsmotor für die verschiedensten landwirtschaftlichen Maschinen ist ihre zunehmende Bedeutung für die Milchwirtschaft und den Haushalt des Gutsbetriebes festzustellen.

Der Elektromotor in Verbindung mit der Vakuumpumpe beim elektrischen Melken hat weitere Verbreitung gefunden, wie die Zunahme der Systeme der Melkmaschinen zeigt. Auf der Ausstellung waren etwa sieben Systeme vertreten, bei denen dahin gestrebt wird, zwei Kühe gleichzeitig zu melken und den Pulsschlag dem Milchzustrom anzupassen. Ein weiteres wichtiges Gebiet ist die vom Elektromotor angetriebene Kältemaschine mit Kompressor oder die elektrisch beheizte Absorptionskältemaschine für die Milchtiefkühlanlagen. Allein die sofortige Tiefkühlung der Milch auf etwa 2° C am Gewinnungsort verhindert die Entwicklung schädlicher Bakterien und erhält die lebenswichtigen Vitamine. Der Kältemaschinenindustrie ist hier ein Sonderarbeitsgebiet entstanden und vielfach waren die Einrichtungen auf der Ausstellung zu sehen, so eine komplette Milchabnahme- und -sammelstelle der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A. G. für eine stündliche Leistung von 1500 l Milch. Viel Interesse bot auch die Ultraviolettbestrahlung der Frischmilch durch den Hanauer Quarzbrenner. Die Milch wird hierdurch vitaminreich und hat eine antirhachitische Heilwirkung. Nach diesem System ist eine Großapparatur für Molkereien mit einer Leistung von 250 l/h in Vorbereitung.

Das Märkische Elektrizitätswerk hatte, um die Verwendung der Elektrizität im Haushalt vorzuführen, eine elektrische Küche des Landwirts ausgestellt. Der Sparherd in der Ausführung „Elektro-Ökonom" mit etwa 1,2 kW Leistung, in welchem die Speisen insbesondere gedämpft werden, der direkt beheizte Kochtopf bis zu 6 l Inhalt mit 1,2 kW Leistung, die Bratpfanne für gleiche Leistung, der Brat- und Backofen mit regelbarer Ober- und Unterhitze mit einer Leistung von zusammen 1,5 kW, der elektrische Tischherd mit zwei Platten für je 1,2 kW Leistung, die sich auch niedriger einstellen läßt, sind hier neben dem Küchenmotor mit ¼ PS für die mannigfachsten Küchenhilfsmaschinen die verschiedenen Einrichtungen. Dem Elektro-Heißwasserautomat für Nacht- und Dauerspeicherung von 15 bis 150 l Wasserinhalt, wie ihn in neuester Ausführung BBC Mannheim als Überlaufspeicher und Druckspeicher bis zu 6 atü Überdruck mit Temperaturregler zeigte, wird besondere Aufmerksamkeit zugewendet, da seine Aufladung mit billigem Nachtstrom erfolgen kann. Die Anheizperiode kann damit auf eine lange Zeit ausgedehnt werden und der Anschlußwert niedrig sein.

Ein wichtiges Zubehör zur elektrischen Gutsküche ist der elektrische Futterdämpfer, dessen elektrische Heizeinrichtung nachts angeschlossen werden kann. Das MEW gewährt für diesen Zweck in der Zeit von 21.30 bis 6.30 Uhr einen Preis von 6 Pf/kWh. Der Anschluß an das Netz erfolgt mit einem Doppeltarifzähler und einer Schaltuhr, die vom Werk gestellt werden. Da zur Güte der Dämpfung bei den verschiedenen Futterarten und auch Kartoffelsorten eine bestimmte Dämpfzeit, die wiederum von der Temperatur abhängig ist, erforderlich ist, empfiehlt es sich, Futterdämpfer mit selbsttätiger Ausschaltvorrichtung zu verwenden. Dies hat auch den Vorteil, daß durch die aufgespeicherte Wärmemenge ein Weiterdämpfen bis zum Garwerden ohne Strom erfolgen kann.

Auch die elektrische Waschküche führt in einem großen Gutshaushalt zu erheblichen Ersparnissen an Personal und Feuerung, so daß mit diesen die Kosten für die erforderlichen Einrichtungen, wie Waschmaschine und Wäscheschleuder, in wenigen Jahren abgeschrieben sind und diese dann für weitere Beschaffungen frei werden. Die Elektroindustrie ist hier bestrebt, die Beschaffungskosten weitgehend zu senken. So zeigten die SSW, Berlin, einen neuen Protos-Turbowascher, bei dem Waschen, Spülen und Schleudern in einer Maschine erfolgt. Diese, für die Aufnahme von 5 kg Trockenwäsche bestimmt, kann mit Wandsteckdose an jeden Lichtstromkreis angeschlossen und bei 110 ÷ 125 V Spannung mit 10 A, bei 220 V mit 6 A gesichert werden. Der Antriebsmotor ist unten am Boden der Maschine angeordnet und mit Getriebe derart ausgestattet, daß die zum Waschen schräg gestellte Maschine etwa 25 Umdr/min und, zum Schleudern in aufrechte Stellung gebracht, 550 Umdr/min macht. Das Einschalten des Motors erfolgt gleichzeitig mit der Verriegelung des Kesseldeckels durch einen beweglichen Handgriff. Zu dieser Maschine wurde eine neue Plättmaschine für glatte Wäschestücke gezeigt, bei der die elektrische Heizung der Walze durch einen Schalter an der Maschine eingeschaltet und der im Fuß der Maschine eingebaute Motor durch Druckknopf betätigt wird. In Parallele hierzu ist auf die durch Elektromotor angetriebene Drehrolle mit eisernem Gestell und selbsttätiger Ausschaltvorrichtung der Firma Gebr. Müller vormals Carl Plaen, Berlin, hinzuweisen.

In der Gutsküche spielen natürlich auch die Kühlanlagen als Kühlräume, Kühlzellen und Kühlschränke zur Aufbewahrung und Frischhaltung der Lebensmittel eine bedeutende Rolle, die zu ihrem Betrieb, sei es mit Kompressionskältemaschinen, sei es mit Absorptionskältemaschinen, elektrische Energie benötigen. Auf der Ausstellung waren hier wohl alle Fabrikate vertreten, insbesondere interessierte die Kompressionskühlanlage der Firma A. Borsig, Berlin, für eine im Betriebe befindliche Gutsschlächterei. Bei den Kühlanlagen wird ein immer vollkommenerer selbsttätiger Betrieb angestrebt, die sich bei Verwendung der Elektrizität zur Kälteerzeugung leicht durchführen läßt.

Die selbsttätige Regelung der Temperatur in elektrischen Brutanlagen haben jetzt auch die Sartorius-Werke A. G., Göttingen, bei ihren Warmwasserbrütern „Deutschland" eingeführt, indem durch einen Quecksilberkontakt in Verbindung mit einer im Brutraum angebrachten Membran die elektrische Heizung je nach der eingestellten Temperatur zu- und abgeschaltet wird.

Abschließend sei noch erwähnt, daß alle sonst der Hausfrau dienenden elektrisch angetriebenen oder beheizten Geräte, wie Bügeleisen, Tischfächer, Strahlungsofen, Nähmaschinen, Kaffee- und Teemaschinen, Tauchsieder, Staubsauger, Bohner usw. zu sehen waren. Zu den hier in Frage kommenden Firmen ist das Sachsenwerk, Niedersedlitz, mit einem Staubsauger getreten, dessen Motor unten im Kessel eingebaut ist und der auch zum Blasen geeignet ist. Ein elektrischer Brennstempel „Alk", der auch als Lötkolben verwendbar ist, bewies, wie auch das einfachste Werkzeug auf elektrische Betätigung umgestellt wird.

Zu diesen Darbietungen auf der Ausstellung „Grüne Woche" standen in enger Beziehung die Vorträge, die auf der Jahresversammlung der ATL-Arbeitsgemeinschaft der Technik in der Landwirtschaft am 30. Januar gehalten wurden. Wie der Vorsitzende Dr. Ruths ausführte, war die Elektrizität diesmal in den Mittelpunkt der Tagung gestellt worden, die dem kleinen Bauernbetrieb den Vorteil des Ersatzes der Muskelkraft durch Maschinenkraft bietet, dem großen Gutsbetrieb aber zur Förderung der Rationalisierung hilft. Nach Erstattung des ATL-Jahresbericht 1927 von dem Geschäftsführer der ATL, Major Brauer, der von dem weiteren erfolgreichen Wirken der ATL auf ihren Arbeitsgebieten der aufklärenden Werbung, des Lehrmitteldienstes und Unterrichtswesens, der Forschungs- und Tagesaufgaben, wie als Mittler zwischen Landwirtschaft und Landmaschinenindustrie Kenntnis gab, hielt Direktor Petri von der Überlandzentrale Pommern, Stettin, seinen Vortrag über „Zeitfragen der ländlichen Stromversorgung". In dem Zeitraum von 1907 bis 1925 hat der elektrische Kraftbedarf in der Landwirtschaft um 3 Mill. PS zugenommen, und heute werden zwei Drittel ihres gesamten mechanischen Kraftbedarfs durch die Überlandkraftwerke gedeckt. Vielfach werde über den hohen Strompreis für Kraft, 20 bis 35 Pf/kWh, und Licht, 50 ÷ 60 Pf/kWh, im Durchschnitt etwa 25 Pf/kWh, geklagt, wiewohl die Erzeugungskosten, auf die Stromabgabestelle berechnet, etwa 5 Pf/kWh betrügen. Hierzu wurde auf den Einfluß der Kapitalkosten für Kraftwerk und Verteilung, wie der Ausnutzung dieser im Jahr, auf den Strompreis, wie auf den Aufbau des Grundgebührentarifs und der Preisberechnung nach den Anschlußwerten, Transformatorenleistungen, Morgenzahl u. dgl. eingegangen. Ein derartiger Tarif stelle eine Prämie auf gute Ausnutzung dar und sei auch für den Verbraucher der gerechteste Tarif. Nach den von der Vereinigung der Elektrizitätswerke aufgestellten Richtlinien würde die Belastung der verschiedenen Abnehmergruppen, wie Landwirtschaft, Städte, Industrie, mit den festen Kosten der Energieerzeugung auf das genaueste festgestellt. Infolge der Verschiedenheit der Größe der Leitungsnetze und der nutzbar abgegebenen Kilowattstunden müßten in verschiedenen ländlichen Versorgungsgebieten die Strompreise verschieden ausfallen. So entfalle in Brandenburg auf das halb so große Verteilungsnetz wie in Pommern der dreifache Anschlußwert. Auch eine Übernahme der Kraftwerke durch das Reich oder den Staat würde an der Preisbildung nichts ändern, da auch hier danach gestrebt werden müsse, eine Verzinsung des Kapitals zu erreichen. Eine Monopolstellung der Überlandwerke läge nicht vor, da dem Landwirt auch andere Möglichkeit der Energieerzeugung zu Gebote stände. Heute hätten sich die Tarife den Verhältnissen im allgemeinen angepaßt, eine fühl-

barere Preissenkung sei nur möglich, wenn es gelänge, den Umsatz zu erhöhen und eine Nachtbelastung zu schaffen.

Auf diese letzten Punkte gingen Obering. Riefstahl, Berlin, in seinem Vortrage „Der Stand der Anwendung der Elektrizität im landwirtschaftlichen Außenbetrieb" und Frau Rittergutsbesitzer Conrad, Augusthof, in ihrem Vortrage „Die Elektrizität als Helferin der Landfrau" ein. Wiewohl nach der Betriebszählung des statistischen Reichsamts im Jahre 1925 von der gesamten verwendeten Kraftleistung in der Landwirtschaft 88,5 % mit 2 500 000 kW auf Elektromotoren entfallen, so ist doch, wie Obering. Riefstahl hervorhob, zu beachten, daß sich die für diese Leistung verwendeten 746 810 Elektromotoren auf 644 843 Betriebe verteilen. Damit begnügt sich der größte Teil der Betriebe mit nur einem Motor für die verschiedensten Zwecke. So ist mit der Zeit mit einer Spezialisierung und Vermehrung der Motoren zu rechnen. Auch ist eine große Zahl der Betriebe noch ohne elektrische Kraft. 477 494 Dreschmaschinen werden noch mit Pferdegöpel betrieben. Mit dem elektrischen Antrieb der Milchzentrifugen ist erst der Anfang gemacht. Unter den 5 Mill. gezählten Betrieben benutzen erst 40 % Antriebsmaschinen, von denen 12 % auf die Elektrizität entfallen. Unter den gezeigten Antriebsmotoren für die verschiedenen landwirtschaftlichen Maschinen interessierte ein vielseitig verwendbarer tragbarer AEG-Kleinmotor als ⅓ PS-Kurzschluß-Drehstrommotor aus Leichtmetall, 16 kg schwer, 230 Umdr/min, mit Riemenantrieb auf der einen und biegsamer Welle auf der anderen Seite, der gut neben dem Dreschmotor Verwendnug finden kann. Ferner wurde auf den neuen Doppelnutenanker für Kurzschlußmotoren hingewiesen, der diesen eine größere und wirtschaftlichere Verwendungsmöglichkeit schafft.

Frau Conrad, Augusthof, zeigte in überzeugender Weise, wie heute im Gutshaushalt durch Einführung der elektrischen Koch- und Waschküche wie der elektrischen Reinhaltung der Wohnung Zeit, Kraft und Geld erspart werden kann.

Abschließend sprachen Dr. Riede, Bonn, und Prof. Dr. Koernecke, Bonn, über „Elektrizität und Pflanzenwachstum". Sicher träte bei den Lebensvorgängen der Pflanzen elektrische Energie auf und käme in diesen zur Wirkung, doch sei noch nicht hinreichend geklärt, wie sich durch elektrische Reize die Lebensvorgänge der Pflanze steigern lassen. Die in den letzten Jahren angebotenen Elektrokulturapparate kämen hierfür nicht in Frage, dagegen versprächen das Lehmströmsche Verfahren mit in den Boden geleiteten Wechselströmen hoher Frequenz und das mit stark ionisierter Luft nach den Versuchen im Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf Erfolg. Diese Versuche müßten als Großversuche systematisch weiter durchgeführt werden, um ihre Bedeutung für die Praxis sicherzustellen. Przygode.

Fernmeldetechnik.

Emge-Automaten und Reihenschaltungsapparate. — Die „Emge"-Wandzentralen nach dem Anrufsuchersystem der Mix & Genest A. G. sind insbesondere für kleinere Betriebe geschaffen worden und vermitteln den Fernsprechverkehr in ständiger Betriebsbereitschaft Tag und Nacht unter völliger Wahrung des Gesprächsgeheimnisses. Als Fernsprechstationen sind alle Modelle für Zentralbatteriebetrieb mit 10teiliger Nummernscheibe verwendbar. Die Herstellung der Verbindungen erfolgt schnell und sicher durch Wählen ein- bis zweistelliger Zahlen vermittels der Nummernscheibe. Die Signalisierung ist gut durchgebildet und die gleiche wie bei öffentlichen selbsttätigen Ämtern. Der Teilnehmer braucht sich daher nur an einen Signalrhythmus zu gewöhnen. Die Trennung erfolgt sofort, und kann kein Teilnehmer blockiert werden. Die Zentralen sind billig, wirtschaftlich und zuverlässig. In bezug auf Raumbedarf und Raumbeschaffenheit sind sie völlig anspruchslos, trotzdem sind alle Einzelteile auch während des Betriebes gut zugänglich und, soweit erforderlich, auf schwenkbaren Eisenrahmen montiert. Die Wählerrahmen sind von abnehmbaren, eisernen Kappen staubdicht umschlossen. Jede Brandgefahr wird hierdurch völlig vermieden. Wähler und Relais sind von jahrelang erprobter Konstruktion, wie sie in großen selbsttätigen Ämtern verwendet werden. Die Zentralen können in allen Ländern ohne besondere Wartung benutzt werden.

Die kleinste Type dieser Art (Abb. 5) gestattet den Anschluß von 10 Teilnehmerstationen. Anrufsucher und Leitungswähler sind 10teilige Drehwähler und mit den zugehörigen Apparaten (Teilnehmerrelais, Wählerrelais usw.) auf gemeinsamer Grundplatte montiert. Bei einem anderen Modell für 30 Teilnehmer (Abb. 6) bestehen die

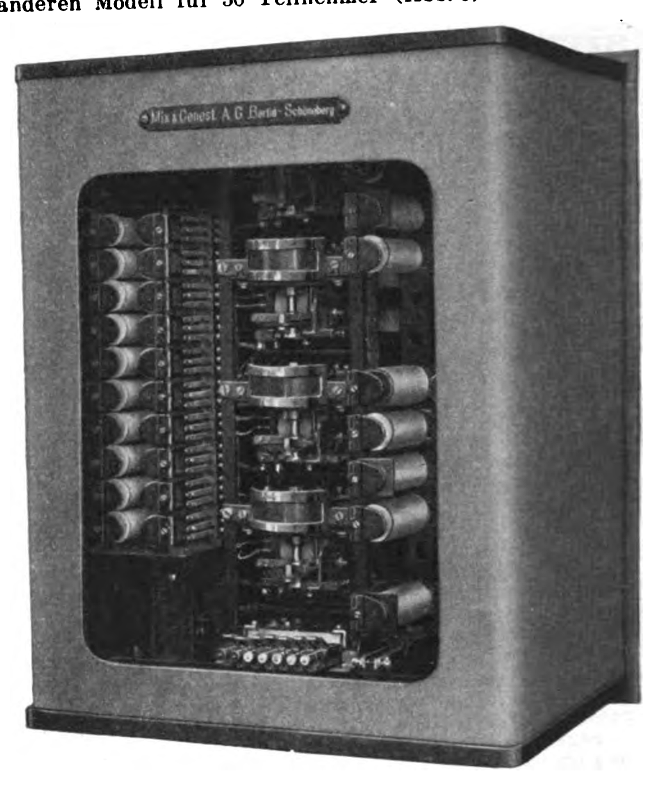


Abb. 5. Emge-Automat für 10 Teilnehmer.

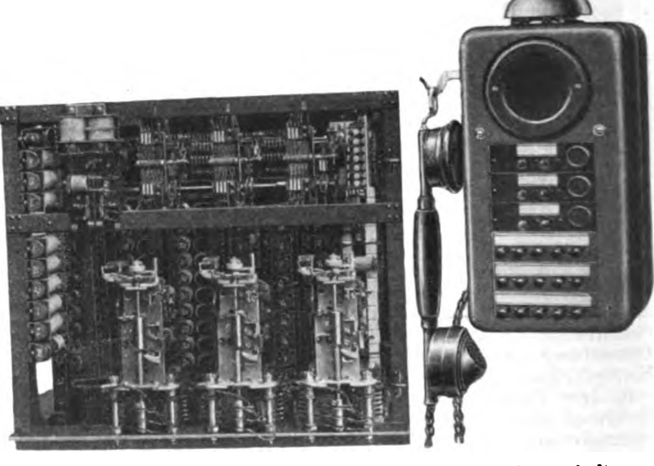


Abb. 6. Emge-Automat für 30 Teilnehmer.

Abb. 8. Reihenschaltungs-Wandapparat.

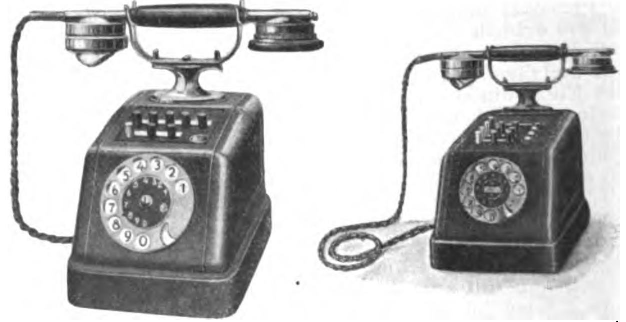


Abb. 7. Reihenschaltungs-Tischapparat.

Abb. 9. Reihenschaltungsapparat zum Anschluß an vollselbsttätige Hauszentralen.

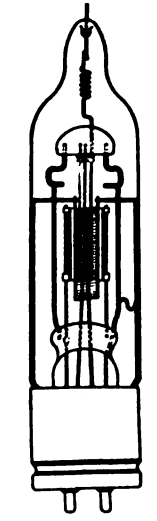
Verbindungsätze aus je einem 30teiligen Drehwähler als Anrufsucher, dessen Kontaktfeld jedoch mit nur 15 Schritten beschaltet werden kann und einem Hebdrehwähler

als Leitungswähler. Die erforderliche Batteriespannung beträgt ebenso wie für die vorher beschriebene Type 24 V. Bemerkenswert ist die Anpassungsfähigkeit dieser Zentralen bei einer späteren Erweiterung.

Die neuen Reihenschaltungs-Tisch- und -Wandapparate der Firma (Abb. 7 und 8) bestehen aus schwarz lackierten Metallgehäusen auf Metallsockel. Der Tischapparat ist pultförmig ausgeführt und mit einem Anschlußkasten in Verbindung gebracht. Ein besonderer Vorteil in der Ausführung liegt darin, daß man ein und denselben Reihenschaltungsapparat für sämtliche Amtsysteme verwenden kann. Der Einbau der Materialien, die für den Übergang von Ortsbatterie- oder Zentralbatterie- in Selbstanschlußämter notwendig sind, läßt sich mühelos vornehmen, da hierfür der Platz und das Befestigungsmaterial bereits in den Stationen vorgesehen wird. Für die Abwicklung des internen Verkehrs werden die Reihenschaltungsapparate mit Druckknopflinienwählern ausgerüstet oder mit einer vollselbsttätigen Hauszentrale in Verbindung gebracht. Zur Überwachung der Amtsleitung sind erstere mit Drehschauzeichen und letztere (Abb. 9) mit Glühlampen versehen, deren Speisung von der Batterie der vollselbsttätigen Zentrale erfolgen kann. Wird bei einer Anlage die Möglichkeit, die Amtsgespräche mitzuhören, ausdrücklich verlangt, so erhalten die dafür bestimmten Apparate besondere Tasten. Auch der Einbau von Botentasten läßt sich ermöglichen.

Die Reihenschaltungs-Tisch- und -Wandapparate werden in zwei Größen fabrikationsmäßig hergestellt. Bei Wahl von Apparaten mit Druckknopflinienwählern können solche bis zu 3 Amtsleitungen und 15 Hausleitungen ausgebaut werden. Werden die Reihenschaltungsapparate mit vollselbsttätigen Hauszentralen in Verbindung gebracht, so kann der Ausbau derselben bis zu 5 Amtsleitungen erfolgen, wogegen die Anschlußzahl für den Hausverkehr verschieden groß gewählt werden kann.

Schutzgitterröhren. — Die kapazitive Rückkoppelung zwischen Gitter und Anode läßt sich bekanntlich nach Schottky durch Anbringung eines Schutzgitters zwischen Anode und Steuergitter weitgehend herabsetzen. Die von der Anode ausgehenden elektrischen Kraftlinien enden dann hauptsächlich auf dem Schutzgitter. Doch ist die elektrostatische Abschirmung unvollständig, da von der Anode ausgehende Kraftlinien auch noch auf den Zuleitungsdrähten des Steuergitters enden. Die dadurch verursachte Kapazität ist bedeutungslos bei langen Wellen; sie macht sich aber bei kurzen Wellen sehr bemerkbar und verhindert eine Verstärkung solcher Wellen. A. W. Hull und N. H. Williams haben daher die Anordnung der Teile so verändert, daß die elektrostatische Abschirmung wesentlich verbessert wird. Abb. 10 zeigt den Aufbau der Röhre. Das Steuergitter ist wieder durch ein Schutzgitter von der Anode getrennt; seine Zuführung ist aber am oberen Ende der Röhre angebracht. Dadurch ist es möglich, die Anode gegen diese Zuleitung vollständig abzuschirmen durch einen Metallzylinder an der inneren Röhrenwand, der das Schutzgitter trägt. Der Einfluß dieser Anordnung zeigt sich in der Kapazität zwischen Steuergitter und Anode, die auf die Größe 0,025 ÷ 0,0054 cm herabgedrückt ist, d. h. auf etwa 1 % des kleinsten bisher gebrauchten Wertes. Von den 7 Parametern, die bei einer gewöhnlichen Dreielektrodenröhre den Anodenstrom beeinflussen, ist bei der Schutzgitterröhre nur noch einer wirksam: die Steilheit der Röhre. Die Freiheit der beschriebenen Röhren von innerer Rückkoppelung gestattet, dieselben zu Verstärkern in beliebiger Zahl zusammenzusetzen. Die Spannungsverstärkung einer Stufe hängt von der Impedanz des Kreises ab; sie wurde bei 6000 m zu 200, bei 300 m zu 40 und bei 30 m zu 7 gefunden. Bei 300 m wurde eine Gesamtverstärkung von 2 000 000 erreicht. Dies ist die größte Verstärkung, die überhaupt nutzbringend verwandt werden kann, da der Schroteffekt eine weitere Verstärkung unwirksam macht. Bei 30 m wurde eine Gesamtverstärkung von 10 000 erreicht. Von anderen Anwendungen bespricht Hull noch die Verstärkung photoelektrischer Ströme und die Verwendung in Kreisen mit piëzoelektrischen Kristallen. (A. W. Hull u. N. H. Williams, Phys. Rev. Bd. 27, S. 432 u. 439.) *Br.*


Abb. 10. Schutzgitterröhre mit verbesserter Abstimmung der Anode.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Abhängigkeit der Lichtbogencharakteristik von der Anodentemperatur. — Die statische Charakteristik des normalen Lichtbogens läßt sich durch die empirische Gleichung wiedergeben $V = A + B/I^n$. Darin hängen A und B von der Länge des Lichtbogens, dem Elektrodenmaterial und der umgebenden Atmosphäre ab, während n nur von dem Anodenmaterial abhängt. Diese Abhängigkeit hat W. B. Nottingham genauer untersucht; das Ergebnis zeigt die Abb. 11. Als Abszisse ist die absolute Temperatur des Siedepunktes

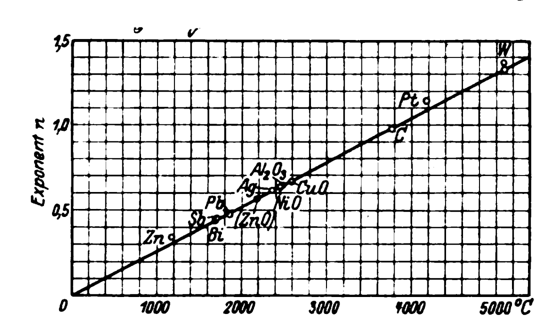


Abb. 11. Exponent in der Lichtbogengleichung als Funktion der Siedetemperatur des Anodenmaterials.

des Anodenmaterials aufgetragen, als Ordinate der Wert von n. Die Abbildung zeigt, daß die einzelnen Punkte recht genau auf einer Geraden liegen, so daß der Exponent n der absoluten Temperatur des Siedepunktes der Anode proportional ist: $n = 2{,}62 \cdot 10^{-4} \cdot T$. Bei einigen Stoffen, z. B. bei Zink, ist dabei für den Lichtbogen in Luft die Sublimationstemperatur des Zinkoxyds eingesetzt, während für den Zinklichtbogen in Argon die Siedetemperatur des Metalls benutzt wurde. Die obige einfache allgemeine Beziehung gilt allerdings nur, wenn dafür gesorgt wird, daß die Temperatur der Anode nicht durch zu große Wärmeableitung zu sehr herabgesetzt wird, was durch geeignete Formgebung der Anode zu erreichen ist. (W. B. Nottingham, Phys. Rev. Bd. 28, S. 764.) *Br.*

Werkstatt und Baustoffe.

„Spara"-Schnellsäge. — Das Trennen von Metallen auf einfachen Bügelsägemaschinen dürfte noch am meisten angewandt werden, obwohl es als das unwirtschaftlichste und primitivste Schneiden von Metallen zu bezeichnen ist. Diese Maschinen schneiden lediglich dadurch, daß ein Sägeblatt, welches im Bügel der Maschine eingespannt ist, auf dem zu schneidenden Material unter gewissem Druck hin und her bewegt wird. Nun besitzen aber die verwendeten Sägeblätter nur nach einer Bewegungsrichtung Schneidzähne, so daß beim Rückgang des Sägeblattes die Schneidzähne auf dem zu schneidenden Material, ohne daß der verwendete Schnittdruck beseitigt wird, stumpf geschliffen werden. Diese einfachen Maschinen besitzen in den seltensten Fällen eine Kühlvorrichtung, so daß das Stumpfwerden der Zähne durch Erhitzung begünstigt wird. Auch erfolgt keine Ausspülung der Sägespäne, so daß diese beim Rückgang des Blattes sich zwischen den Schneidzähnen hindurch würgen müssen und dadurch die Abstumpfung der Schneidkanten fördern. Diese Maschinen arbeiten daher mit einer sehr niedrigen Schnittgeschwindigkeit und besitzen eine außergewöhnlich geringe Schnittleistung bei sehr hohem Sägeblattverbrauch. Die Verwendung dieser einfachen Bügelsägemaschinen mutet den umsichtigen Betriebsfachmann genau so unmöglich an, als die Verwendung von Werkzeugen aus der Steinzeit, und kann als sicherer Beweis dafür gelten, daß der betreffende Betrieb unwirtschaftlich und zu teuer arbeitet und auch in seinem übrigen Teile rückständig ist.

In den letzten Jahren werden in der Industrie zum Trennen von Metallen zunehmend verbesserte Bügelsägemaschinen verwendet, die für den Rückgang des Sägeblattes auf hydraulischem Wege vom Material abgehoben werden, so daß ein Stumpfreiben des Sägeblattes beim Rückgang verhindert wird. Diese Maschinen arbeiten mit einem dünnen Sägeblatt, vorwiegend von nur 1 ÷ 2 mm Stärke. Hieraus ergibt sich ein sehr geringer Materialverlust, weiter ein sehr geringer Kraftbedarf, so daß durch

diese Maschinen andere Schneidverfahren nach und nach verdrängt werden, zumal bei genauer Erfassung aller Momente sich der Preis für 1 cm² Schnittfläche am günstigsten stellt und die erzielte Schnittfläche keiner weiteren Nachbearbeitung bedarf, vorausgesetzt, daß eine Hochleistungs-Bügelsägemaschine verwendet wird, die allen Voraussetzungen einer Qualitäts-Werkzeugmaschine entspricht. Dies kann jedoch mit einem Arbeitsdiagramm durch Indizieren der Maschine nachgewiesen werden. Zum Indizieren bedient man sich einer Meßdose, deren Kolben auf hydraulischem Wege den durch den Sägebügel erzeugten Arbeitsvorgang auf der Schreibtrommel eines Indikators, welche mit dem Sägebügel in üblicher Weise verbunden wird, aufzeichnet. An Hand des Diagramms ist alsdann genau ersichtlich, ob der Druck für den Schnitthub in der richtigen Stellung beginnt und zur rechten Zeit wieder aufgehoben wird, ferner ob das Sägeblatt jeweils beim Schnitthub auf das Material etwa zu hart aufstößt und ob für den Rückgang das Sägeblatt genügend vom Material abgehoben ist, so daß ein Stumpfschleifen der Blattzähne verhindert wird. Auch darüber, ob der Druckverlauf während des Arbeitshubes gleichbleibend ist, gibt das Diagramm (Abb. 12) Aufschluß.



Abb. 12. Diagramm einer Säge mit Öldruck.

Bei manchen Hochleistungs-Sägemaschinen setzt das Sägeblatt bei Beginn des Schneidens stoßweise auf das zu sägende Material auf, ferner läßt der Druck während des Schnittes nach oder er steigt, wenn Öldruckbelastung vorhanden, zu langsam an. Auch die Abhebung des Sägeblattes vom Schnittmaterial ist oft unvollkommen. Dies ergibt eine dauernde Verlustquelle für den Betrieb, die der fortschrittlich denkende Betriebsleiter vermeiden muß; denn das Sägeblatt wird durch das stoßweise Aufsetzen beschädigt, durch den nachlassenden oder zu langsam ansteigenden Druck die Schnittleistung verringert, das Sägeblatt nur zum Teil ausgenutzt, und durch ungenügendes oder zu spätes Abheben werden die Blattzähne abgestumpft. Dieses beweist am besten das obige Arbeitsdiagramm, welches aufgenommen wurde auf einer Sägemaschine mit Öldruckbelastung, bei welcher bekanntlich der Schnittdruck durch einen Pumpenkolben erzeugt wird, der am Anfang des Schnitthubes beginnt, leider aber erst gegen Ende des Schnitthubes seine volle Höhe erreicht.

Um einem berechtigten Wunsch der metallverarbeitenden Industrie nachzukommen, werden bei führenden Spezialfabriken von Sägemaschinen diese vor Verlassen der Fabrik in oben genannter Weise indiziert und das Originaldiagramm dem Käufer der Maschine ausgehändigt.

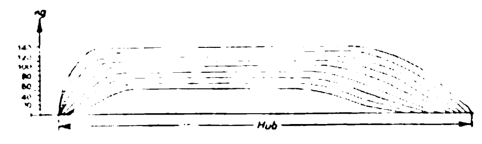


Abb. 13. Arbeitsdiagramm der „Spara".

Abb. 13 stellt das Arbeitsdiagramm einer „Spara"-Schnellsäge Gr. 3 dar, aus welchem erkennbar ist, daß der Arbeitshub stoßfrei beginnt, der Druck auf kurzem Wege zu der eingestellten Höhe ansteigt und alsdann konstant bleibt. Gegen Ende des Hubes erfolgt hydraulisch die Abhebung des Sägeblattes, so daß beim Rückweg das zu sägende Material nicht berührt wird. Abb. 13 zeigt neun aufeinanderliegende Diagramme, also neun verschiedene Druckeinstellungen. Es lassen sich jedoch auf der „Spara"-Schnellsäge auch alle dazwischenliegenden Drücke einstellen. Nach Abb. 12 wurde eine Maschine mit Öldruckbelastung in sieben verschiedenen Druckstufen indiziert und zeigt z. B. (wie auch alle anderen) schon die äußere Diagrammlinie, daß das Sägeblatt mit rd. 30 kg Druck auf das zu sägende Material aufstößt, alsdann der Druck zu langsam ansteigt, so daß eine Ausnutzung des Sägeblattes im vorderen Teil nicht erfolgt. Während im Diagramm nach Abb. 12 nur am Schnittende ein Druck von rd. 140 kg erreicht wird, zeigt das Diagramm in Abb. 13, daß dieser Druck fast während des ganzen Arbeitshubes vorhanden ist und konstant bleibt.

Dieser günstige Wirtschaftsgrad wird dadurch erreicht, daß der Sägeschlitten in seiner ganzen Länge geführt ist. Diese Führung ist mit Längsträger zu einem stabilen Stabdreieck verbunden, und werden dadurch Vibrationen in der Maschine verhindert[1]. Ein weiterer Vorteil liegt bei der Maschine darin, daß bei ihr der Schnittdruck durch ein mittels Spindel und Kurbel verstellbares Regelgewicht beliebig eingestellt werden kann, welches zur Vermeidung von Vibrationen nicht auf der Verstellungspindel, sondern auf besonderen Führungsflächen gleitet.

Aus der Gegenüberstellung des Arbeitsdiagramms der „Spara"-Schnellsäge nach Abb. 13 mit dem Arbeitsdiagramm einer Sägemaschine mit Öldruckbelastung nach Abb. 12 geht hervor, daß das Regelgewicht die Ausnutzung des vollen Schnittdruckes fast während des ganzen Schnitthubes ermöglicht, während dies nach Abb. 12 nicht der Fall ist, da der Arbeitsdruck ja erst während des Arbeitsganges erzeugt wird und seine volle Höhe nur gegen Ende des Arbeitshubes erreichen kann. Die getrennte Führung des Regelgewichtes ist bei der „Spara" ebenfalls unter Kl. 49 b Nr. 342 947 durch DRP geschützt.

Einen weiteren nicht zu unterschätzenden Vorzug besitzt die Schnellsäge darin, daß der Sägebügel vor dem Durchschneiden eines Metallblocks eine zunehmende Druckentlastung durch eine entsprechende Druckfederanordnung erfährt, wodurch ein plötzliches Durchstoßen des Sägeblattes am Schlusse des Schnittes verhindert wird, um eine Beschädigung oder ein Zerbrechen des Sägeblattes durch Überlastung zu vermeiden[2].

Welchen günstigen Einfluß die Vorteile der Schnellsäge auf einen geringen Verbrauch an Metallsägeblättern besitzen, geht aus einer Untersuchung von Dipl.-Ing. Muschner hervor, welcher auf einer „Spara"-Schnellsäge Gr. 3 mit einem einzigen Sägeblatt insgesamt 39 456 cm² SM-Stahl von 50 ÷ 60 kg Festigkeit abgesägt hat, ohne das Blatt nachzuschärfen, und zwar:

107	Abschnitte von	177 mm	Dmr. =	26 372 cm²
61	„ „	160 „	„ =	12 263 „
11	„ „	100 „	„ =	864 „

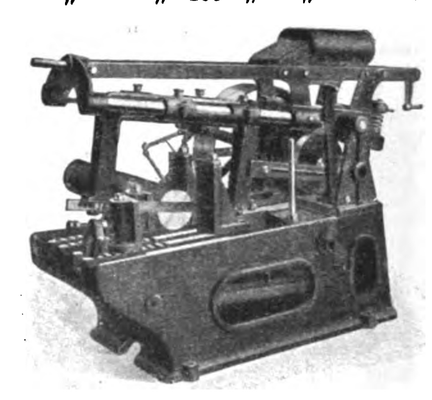


Abb. 14. „Spara" für Stahl bis 310 Dmr.

Eine Abbildung der Maschine Gr. 4 ist in Abb. 14 wiedergegeben. Als Standardmodelle werden hergestellt „Spara"-Schnellsägen für einen Schnittbereich bis 150, 200, 250, 300 und 500 mm zum Schneiden aller vorkommenden Metalle und Festigkeiten, desgleichen Spezialausführung für besonders hohe Leistungen und Abmessungen, ferner solche für mehrere Abschnitte in einem Arbeitsgang.

Die Maschine wird von der „Spara"-Maschinen-Aktiengesellschaft in Birkwitz b. Dresden hergestellt, welche sich ausschließlich mit der Fabrikation von Hochleistungs-Sägemaschinen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit eines jeden Betriebes befaßt.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Die Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz London 1928. — Nach einer Mitteilung der Z. VDI gliedert sich das Programm der vom 24. IX. bis 6. X. unter dem Ehrenvorsitz des Earl of Balfour und dem Vorsitz von Sir Alfred Mond in London stattfindenden Brennstofftagung in 5 Klassen: Feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe, Verwendung dieser und Allgemeines, von denen jede wieder in entsprechende Untergruppen zerfällt. Die Beiträge — man will sie auch diesmal nicht durch die Verfasser, sondern

[1] DRP Nr. 342 947.
[2] DRP Kl. 49b, Gr. 22, Nr. 342 947

von Generalberichterstattern in Übersichtsform vortragen lassen — werden in der gewählten Sprache (Deutsch, Englisch oder Französisch) mit kurzen Zusammenfassungen in den beiden anderen Sprachen vor Beginn der Konferenz gedruckt und nach deren Schluß mit den Aussprachen gesammelt herausgegeben. Für jeden Beitrag übernehmen eine oder mehrere Fachorganisationen die Patenschaft und wählen den oder die Verfasser aus. Soweit bis jetzt feststeht, sind von Deutschland u. a. vorgesehen: eine „Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Kohlenveredlung in Deutschland" von Dr. Heinze, ein Beitrag von Bleibtreu „Stand der Kohlenstaubforschung in Deutschland", von Dr. Keppeler über „Torfveredlung", von Baum über „Technische Probleme der Gasfernleitung", von Dr.-Ing. Rosin „Kupplungsmöglichkeiten zwischen Kohlenveredlung und Elektrizitätserzeugung" und von Dipl.-Ing. zur Nedden „Übersicht über die Organisationen zur Förderung der Wärme- und Energiewirtschaft in Deutschland".

Energiewirtschaft.

Die Verteilung der festen Stromkosten unter die Abnehmer[1]. — Im Fall einer Summenbelastungskurve mit 100 % Belastungsfaktor sind die festen Kosten unter die einzelnen Abnehmer im Verhältnis der verbrauchten Arbeit, also im Verhältnis der Durchschnittsleistungen zu verteilen. H. W. Hills führt nun jeden gegebenen Fall auf diesen genannten Fall zurück, indem er einen „Phantomabnehmer" *F* hinzufügt, der den Belastungsfaktor der Summenkurve auf 100 % ergänzt. Dann ist jeder Abnehmer für seine eigene Durchschnittsbelastung und für einen Anteil an der Durchschnittsbelastung von *F* zu belasten. Hills behauptet jetzt, daß 1. die Kosten von *F* ausschließlich jene Abnehmer belasten sollen, welche während der ursprünglichen Spitzenbelastung der Summenkurve mehr als ihre eigene Durchschnittsleistung beziehen und 2. jeder Abnehmer zu der Existenz und damit zu den Kosten von *F* in dem Maß beiträgt, in dem die Spitzenleistung des betr. Abnehmers seine Durchschnittsleistung überragt („Überschußleistung"). Daher werde der Anteil eines Abnehmers an den Kosten von *F* gefunden, indem man die letzteren multipliziert mit dem Quotienten: Überschußleistung des Abnehmers geteilt durch die Summe der Überschußleistungen aller Abnehmer. Diese Schlußfolgerung wäre richtig, wenn die Durchschnittsleistung von *F* der Summe der Überschußleistungen der einzelnen Abnehmer proportional wäre. Tatsächlich ist aber, wie eine einfache Überlegung zeigt, die „Größe" (kWh) von *F* eine verwickeltere Funktion der Überschußleistungen, in welcher auch noch die Spitzenleistungen aller Abnehmer und der Summenkurve als Variable auftreten.

Diese Unrichtigkeit der Grundlagen des — übrigens preisgekrönten — Verfahrens führt nun auch zu fehlerhaften Resultaten. Es seien z. B. nur zwei Abnehmer vorhanden, beide mit rechteckigen Belastungskurven. A benutze 10 000 kW während drei Stunden des Tages (Durchschnittsleistung $= \frac{10\,000 \cdot 3}{24} = 1250$ kW) und B 9999 kW während einer Viertelstunde des Tages außerhalb der Belastungszeit von A (Durchschnittsleistung = 104 kW). Dann sind nach Satz 1 die Kosten des Phantomabnehmers *F* (d. s. $10\,000 \cdot 20\frac{3}{4} + 1 \cdot \frac{1}{4} : 24 = 8646$ kW) ganz dem A anzurechnen, der daher für $1250 + 8646 = 9896$ kW aufzukommen hat. Wenn aber A seine Belastung um nur 2 kW verringert, so ist ihm nach Satz 1 nur mehr seine eigene Durchschnittsbelastung von 1250 kW anzurechnen. Die Leistung, für welche B aufzukommen hat, schnellt dabei von 104 auf 8750 kW hinauf!

Wenn nun auch Hills später in Privatäußerungen den Satz 1 auf jene sehr seltenen Abnehmer beschränkt hat, denen das Elektrizitätswerk die Stromlieferung zur Zeit der Werkspitze abschneiden darf, so bleibt auch ohne Anwendung von Satz 1 das Ergebnis noch immer unrichtig. So wird im angegebenen Beispiel, wenn A und B die volle Kraftwerksleistung von 10 000 kW nacheinander 3 Stunden bzw. eine Viertelstunde lang beanspruchen und sonst kein Strom bezogen wird, Abnehmer B für

$$104 + 8646 \frac{10\,000 - 104}{(10\,000 - 1250) + (10\,000 - 104)} = 4693 \text{ kW}$$

oder nahezu die Hälfte der gesamten Kosten bezahlen, obwohl er die Leistung nur ein Zwölftel so lange als A benutzt.

Nimmt man nun etwa allgemein zwei Abnehmer an, welche nacheinander je die volle Kraftwerksleistung mit rechteckigen Belastungskurven beanspruchen, so zeigt eine einfache algebraische Rechnung, daß nach dem Hillsschen Verfahren jeder Abnehmer nicht etwa proportional der Zeit zu belasten ist, während welcher er das Kraftwerk benutzt, sondern proportional der Zeit, während welcher der andere Abnehmer das Kraftwerk nicht benutzt! Wohin das führt, zeigt das folgende triviale, aber drastische Beispiel: Zwei Familien M und N mieten gemeinschaftlich etwa eine Waschmaschine. M benutzt sie eine Stunde wöchentlich, während N die Tischwäsche seiner kleinen Gastwirtschaft wäscht und die Maschine zwei Stunden lang alle Tage, also wöchentlich zwölf Stunden lang gebraucht. Dann müßte M nach dem Hillsschen Verfahren über 48 % der festen Kosten (Miete) bezahlen, also praktisch dasselbe wie der Hauptbenutzer N. Wenn aber jetzt M sich der Waschmaschine etwa drei Stunden täglich und N fünf Stunden täglich (auch Sonntags) bedient, so errechnet man nach dem Hillsschen Verfahren, daß der Mietsbeitrag von M heruntergegangen ist (auf 47¾ %), obwohl dessen Benutzungsdauer von 1/12 der Benutzungsdauer des N auf volle 6/10 letzterer gestiegen ist!

Erhöht man ferner, zu dem ersten Beispiel des 10 000 kW-Kraftwerks zurückkehrend, ohne Änderung von B die Belastungskurve von A auf 15 000 kW, so zwingt A dadurch die Elektrizitätsgesellschaft, ihre Anlagen für A allein um 5000 kW zu erweitern. Während die ursprünglichen 10 000 kW für A und B gemeinschaftlich benutzt werden, beansprucht A weitere 5000 kW für sich allein, welche von B gar nicht benötigt werden. Trotzdem schlägt das Hillssche Verfahren beide Abnehmer auch jetzt über denselben Leisten und teilt die gesamten 15 000 kW nach denselben Grundsätzen gleichmäßig unter die beiden Abnehmer auf.

Hills verwendet viel Worte, um u. a. die Unrichtigkeit meiner ganz alten Methode darzutun, welche ich vor fast anderthalb Jahrzehnten als ersten positiven Vorschlag, der überhaupt in dieser Richtung gemacht wurde, gezeigt habe und die ich selbst, nachdem von verschiedenen Autoren Vereinfachungen angegeben worden waren, schon vor Jahren wieder verworfen habe. Dagegen erwähnt er nirgends mein neues Verfahren, das allerdings damals erst seit einem halben Jahr, u. zw. nur in schwedischer Sprache gedruckt, vorlag[1]. (El. World, Bd. 89, 1927, S. 249.)

H. Eisenmenger

Vom Walten des neuen englischen Zentralamtes. — Das Institution of Electrical Engineers hat 1927 den leitenden Ingenieur des neuen elektrischen Zentralamtes, A. Page, zum Vorsitzenden gewählt. Dessen Antrittsrede sah man daher mit mehr als der gewöhnlichen Spannung entgegen, weil von ihr eine Darlegung der künftigen Politik des Zentralamtes erwartet werden durfte. Indessen sagte Page darüber nicht gerade viel. Er gab einen kurzen geschichtlichen Überblick über die englische Elektrizitätsversorgung, aus dem der Schluß zu ziehen war, daß die im Augenblick rückständige Lage im Vergleich zu anderen Ländern verschiedentlich begründet ist. In der ersten Zeit, mit den achtziger Jahren vorigen Jahrhunderts beginnend, wirkte die Gesetzgebung einer gesunden Entwicklung geradezu entgegen. Spätere Gesetze, besonders das von 1919, hätten zwar darauf abgezielt, größere Gebiete nach einem einheitlichen wirtschaftlichen Gesichtspunkt zu versorgen, der Plan sei aber an der mangelnden Unterstützung seitens der Werke, die sich sogar bis zum Widerstand steigerte, gescheitert. Ein weiterer Grund für die unbefriedigende Sachlage sei die Konkurrenz zwischen den großen Unternehmungen und ein übereifriger Lokalpatriotismus der kleineren Städte. Dazu komme die verhältnismäßige Armut des Landes gegenüber Amerika, die Billigkeit der Kohle und der Mangel an Wasserkraft im Vergleich zu anderen europäischen Staaten. Erwähnt werden müsse, daß die Gasindustrie in keinem Lande so hoch entwickelt sei wie in Großbritannien.

Um zu zeigen, wie groß die Entwicklungsmöglichkeit für die Elektrizitätsversorgung ist, wies der Vortragende auf folgende Ziffern hin, die zeigen, wie sich die 180 Mill. t Jahresverbrauch an Kohle verteilen:

	%		%
Öffentliche Elektrizitätswerke	4,4	Kohlenbergwerke	9
Gaserzeugung	9,3	Roheisenerzeugung	8
Hausbedarf	18,8	Stahlerzeugung	9,8
Eisenbahnbedarf	8	Allgemeine Fabriken	27,7
Küstendampfer	1	Den Bergarbeitern geschenkt	4

[1] Die Veröffentlichung dieser Kritik an der schon anfangs 1927 bekannt gewordenen Arbeit H. W. Hills' wurde durch Rückfragen beim Referenten verzögert.

[1] Seither auch in deutscher Sprache und erweiterter Form von der ETZ (1927, S. 1450) veröffentlicht. D. S.

Aus der Praxis des Zentralamtes wurde nur eine Beschreibung der Freileitungen gegeben. Die Maste seien mit Rücksicht auf die Ästhetik konstruiert; man ließ sich dabei von Sir R. Blomfield beraten. Die für 132 kV Phasenspannung bestimmten Leiter sollen aus Stahlaluminium bestehen und 19,5 mm Dmr. haben bei 3,65 m Vertikalabstand.

Über die Frequenznormung teilte Page mit, daß die Kosten sich auf 0,02 d (etwa 0,167 Pf) je im ganzen Lande verkaufte Kilowattstunde belaufen dürften. Einer Aufzählung der Vorteile, die von dem Walten des Zentralamtes zu erhoffen seien, stellte Page das gegenüber, was man von jenem nicht erwarten dürfe. Die Wirtschaftlichkeit bestehender großer Kraftwerke werde dadurch nicht wesentlich gehoben und der Strompreis in den großen Städten sich deshalb auch nicht erheblich niedriger stellen. Für die endgültige Beendigung der in Angriff genommenen Arbeiten wurden acht Jahre angegeben, doch sollen sich die Vorteile in einzelnen Gegenden schon innerhalb dreier Jahre bemerkbar machen. *R. O. K.*

Eine Dampfzentrale für das Bayernwerk. — Schon bei Errichtung des Bayernwerkes war man in den maßgebenden Kreisen übereinstimmend der Auffassung, daß der Betrieb der staatlichen Elektrizitätsversorgung in Bayern nach Erreichung eines bestimmten Energieabsatzes zur Ergänzung und Erhöhung der Wertigkeit der Wasserkräfte den Ausbau eines Dampfkraftwerkes erfordere. Aus diesem Grunde sicherte sich die Bayernwerk A. G. bereits im Jahr 1923 das Vorkaufsrecht auf ein am Hafen Aschaffenburg gelegenes Grundstück, das sich für die Errichtung einer mit Steinkohle betriebenen Zentrale besonders gut eignete. In der Zwischenzeit durchgeführte Studien ergaben jedoch, daß ein sich auf das der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A. G. gehörendes großes Braunkohlenvorkommen bei Schwandorf stützendes Dampfkraftwerk die wirtschaftlichste Möglichkeit darstellt, um im großen Umfang ständig vorhandene Energie für die Zwecke der Bayernwerk A. G. zu beschaffen. Die Steigerung des Energieabsatzes des Bayernwerkes hat in den zurückliegenden vier Betriebsjahren (es nahm im Januar 1924 seine Tätigkeit auf) den gehegten Erwartungen voll entsprochen. Bei einem Energiebedarf von mehr als 500 Mill. kWh für das laufende Geschäftsjahr ist der Zeitpunkt gekommen, um der Ergänzung der verfügbaren Wasserkraftanlagen (Walchenseewerk, Mittlere Isar [1. und 2. Ausbau] und Achenseekraftwerk) einschließlich der in nächster Zeit in Betrieb kommenden Kraftwerke im Zuge der Rhein-Main-Donau A. G. durch ein Großdampfkraftwerk näherzutreten.

In dieser Richtung ist der in den letzten Tagen erfolgte Abschluß der seit 1926 mit der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A. G., Schwandorf, bzw. der Rütgerswerke A. G., Charlottenburg, als der Inhaberin der Aktienmajorität gepflogenen Verhandlungen zu betrachten; die Bayernwerk A. G. hat nahezu die gesamten Aktien der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A. G. übernommen. Das geplante Dampfkraftwerk soll in geringer Entfernung von der Grube unmittelbar an der Naab errichtet und bei einer Gesamtausbauleistung von rd. 150 000 kW im ersten Ausbau mit zwei Maschinensätzen von insgesamt 55 000 kW ausgerüstet werden. *Me.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 28. Februar 1928, abends 7½ Uhr, in der Technischen Hochschule Berlin, E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen. — Bericht der Rechnungsprüfer.
2. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Seeliger (Greifswald) über: „Untersuchungen des Mechanismus des Lichtbogens".

Inhaltsangabe:

Entwicklung des Bogens aus der Glimmentladung.
Entwicklung des vollständigen Bogens aus dem Glimmbogen.
Zischende Bogen.
Neue Schwierigkeiten für die thermische Bogentheorie.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingange Gastkarten bereitgehalten. — Eingeführte Gäste willkommen!

Nachsitzung im „Hotel am Tiergarten" in Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Bekanntmachung.

Die Deutsche Kinotechnische Gesellschaft hat zu ihrer Sitzung **am Montag, dem 27. Februar, abends 7.30 Uhr, im Ingenieurhaus,** eingeladen.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Ing. Thun über: „Der Zeitdehner, sein Bau und seine Anwendung". — Mit Filmvorführungen.

Inhaltsangabe:

Bauarten und Eigenschaften der verschiedenen Zeitdehner. — Vergleich der verschiedenen Bauarten miteinander. — Anwendung des Zeitdehners im Spielfilm, Kulturfilm und besonders in der Technik (Ballistik, Elektrotechnik und Maschinenbau). — Vorführung einiger Filme aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

Eintrittskarten sind in der Geschäftstelle des E. V. zu haben.

Besichtigung.

Am Sonnabend, dem 3. März 1928, 15 Uhr (3 Uhr nachm.) findet eine

Besichtigung des Straßenbahnhofs Müllerstraße

statt.

Treffpunkt: Bahnhof Müllerstraße 77/82 in Berlin N 65.

Verkehrsverbindungen: Straßenbahnlinien Nr. 25, 27, 28, 29, 68 und 128.

Auch Damen können teilnehmen.

Die Berliner Straßenbahn-Betriebs-G. m. b. H. hat die Zahl der Teilnehmer auf 60 beschränkt. Die Beteiligung an der Besichtigung ist nur gegen Karten gestattet, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II, bis spätestens Donnerstag, den 1. März, mittags 1 Uhr, erhältlich sind.

Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9320 u. 9306.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betr. Fachberichte zur VDE-Jahresversammlung Berlin 1928.

An den Nachmittagen der Berliner Arbeitstagung des VDE, Montag, den 18. Juni, und Dienstag, den



19. Juni 1928, finden, wie in den Vorjahren, Fachberichte statt. Anmeldungen von Fachberichten sind der Geschäftstelle, von der auch Richtlinien für Fachberichterstatter kostenlos erhältlich sind, bis zum 29. Februar 1928 einzusenden.

Bekanntmachung.

Betrifft: Fachbericht-Sonderheft Kiel.

Wir machen auf die Beilage in Heft 1 aufmerksam, die alles Wissenswerte für die Bestellung des Sonderheftes der Fachberichte Kiel enthält. Bestellungen erbitten wir umgehend, da die Auflagehöhe beschränkt ist. Der Versand erfolgt sofort. Verbandsmitglieder erhalten bedeutende Preisermäßigung.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Vom 30. Januar bis 1. Februar 1928 hat die Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften in Hamburg getagt. Diese Tagung der Kommission war die dritte nach der in ETZ 1926, S. 772 erwähnten Würzburger Tagung. Eine Aufnahme der Teilnehmer an dieser Sitzung ist in Abb. 1 wiedergegeben.



Abb. 1. 1. Grundner. 2. Klement. 3. Zaudy. 4. Heym. 5. Kothe. 6. Schrottke. 7. Weber. 8. Rachel. 9. Passavant. 10. Stotz. 11. Denzinger. 12. Dettmar. 13. Apt. 14. Ullmann. 15. Schneider. 16. Schoene 17. Vogel. 18. Zöllner. 19. Foerster. 20. Auernheimer. 21. Perls. 22. Reichel. 23. Vogelsang. 24. Riedl. 25. Matthias. 26. Zimmermann. 27. Unbehauen. 28. Koebke. 29. Krüger. 30. Ely. 31. Heyl. 32. Kattwinkel. 33. Hermanni.

Kommission für Installationsmaterial.

Mit Rücksicht auf die Jahresversammlung muß die auf den 1. April 1928 festgesetzte Einspruchsfrist zu dem Entwurf der Vorschriften für Installationsmaterial um zwei Wochen gekürzt werden. Die Einspruchsfrist läuft daher am 15. März 1928 ab.

Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen.

Die Aufgabe, Regeln für Kleintransformatoren mit Kleinspannungen aufzustellen, ist hervorgegangen aus Beratungen des Arbeitsausschusses der Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften, der mit der Normung von Kleinspannungen unter 100 V befaßt war. Der zu diesem Zweck eingesetzte Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen hat einen Entwurf zu Konstruktions- und Prüfbestimmungen für sogenannte Kleintransformatoren mit Kleinspannungen, die vorzugsweise in Anlagen verwendet werden sollen, in denen gemäß § 3d der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" wegen der dort vorhandenen besonderen Gefahr entsprechende Schutzmaßnahmen gegen das Auftreten zu hoher Berührungsspannungen zu treffen sind, ausgearbeitet, der im folgenden zur Veröffentlichung gelangt und der Kritik unterbreitet wird.

Einsprüche gegen den nachstehenden Entwurf, an dessen Aufstellung die Herren Bahrmann, Bang-Kaup, Dietz (Dietz & Ritter), Dietz (SSW), Fendt, Gobiet, Hammerer, Kattwinkel, Kurda, Molly, Norden, Ruppel, Schöne, Schreck, Schütz, Schwarzenhauer, Vahl, Wissmann, Zimmermann beteiligt waren, sowie gleichzeitige Verbesserungsvorschläge sind in doppelter Ausfertigung bis spätestens zum 14. April 1928 an die Geschäftstelle des V D E zu richten, damit nach Erledigung der evtl. Einwände der Entwurf zur Beschlußfassung der Jahresversammlung 1928 in Berlin vorgelegt werden kann.

Die dem Entwurf beigefügten Erklärungen wurden im Auftrage des Ausschusses zusammengestellt von dem Vorsitzenden, Herrn K. Norden, und dem Kommissionsbearbeiter, Herrn O. Hammerer.

Entwurf.

Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Kleintransformatoren mit Kleinspannungen

R. E. K. T./1929.

Diese Regeln sind in Anlehnung an die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T./1923" bzw. die Neubearbeitung „R. E. T./1929" und an die „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung - Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen)" aufgestellt; es haben nur Bestimmungen für die Konstruktion und Prüfung solcher Transformatoren Aufnahme gefunden, deren Leistung auf höchstens 1500 VA beschränkt bleibt und deren Sekundärspannung 42 V nicht übersteigt. Bestimmungen über Installation solcher Anlagen sind in diesen Regeln nicht enthalten, ebensowenig Richtlinien für zweckentsprechende Verwendung der Kleintransformatoren mit Kleinspannungen.

Einteilung.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungstermin.

Diese Regeln gelten ab 1. Januar 1929.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für solche Kleintransformatoren, die zum Schutze gegen zu hohe Berührungsspannung dienen:

Unter diese Regeln fallen nicht:

Transformatoren mit Oberspannungen über 500 (550) V[1],

Ofentransformatoren[1],

Transformatoren für andere thermische Zwecke[1] sowie
Transformatoren für Fernmeldeanlagen[2] und Meßwandler[3].

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Wicklungen und elektrische Größen.

Maßgebend sind die Begriffserklärungen der R.E.T. 1929[4] unter II A, Wicklungen, und II B, Elektrische Größen.

§ 4.

Schutzarten.

Hinsichtlich der Schutzart werden unterschieden:

KT 1: Abgedeckt. Abdeckung aller spannungführenden Teile gegen zufällige oder fahrlässige Berührung; der Eisenkern kann frei liegen. Abdeckung kann durch gelochtes Blech erfolgen.

KT 2: Regensicher. Regen- und spritzwasserdichte Abdeckung aller Teile des Transformators; die Wicklung muß feuchtigkeitsicher imprägniert sein. Zwischen Primär- und Sekundärklemmen und geerdeten Teilen muß ein Mindestabstand von 10 mm eingehalten werden.

KT 3: Gekapselt. Vollständig luftdichte Kapselung aller Teile des Transformators, die auch das Atmen verhindert, oder Masse- bzw. Ölfüllung. Die Wicklung muß feuchtigkeitsicher imprägniert sein. Die Anschlüsse für Ober- und Unterspannung sind aus dem abgedichteten Gehäuse herausgeführt und räumlich voneinander getrennt.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeine.

§ 5.

Normale Nennleistungen.

Als normale Nennleistungen gelten:

Einphasenstrom: 25, 50, 100, 200, 320, 500, 750, 1000, 1500 VA
Drehstrom: 150, 300, 500, 750, 1000, 1500 VA.

§ 6.

Normale Nennsekundärspannungen.

Normale Nennsekundärspannungen sind 24 und 42 V, gemessen bei induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung.

§ 7.

Netzanschluß.

Kleintransformatoren mit Kleinspannungen dürfen als Einphasentransformatoren nur *einen* zweipoligen, als Dreiphasentransformatoren nur *einen* dreipoligen Netzanschluß haben.

Sind im Transformator Umschaltungen oder Anzapfungen der Oberspannung vorgesehen, so müssen die hierzu erforderlichen Klemmen von den Netzanschlußklemmen getrennt und von außen unzugänglich, Umschaltungen von außen unausführbar sein.

§ 8.

Verbrauchsanschluß.

Auf der Unterspannungsseite darf im allgemeinen nur *eine* Verbrauchsspannung, bei Drehstromtransformatoren jedoch kann außerdem noch die sekundäre Nullpunkt-Spannung herausgeführt werden.

Um am Verwendungsort Abweichungen der Netzspannung um ± 7 % von der Nenn-Oberspannung des Kleintransformators auszugleichen, können Anzapfungen an den Unterspannungwicklungen vorgesehen werden, müssen aber zu einer vom Verbrauchsanschluß getrennten und von außen nicht zugänglichen Klemmleiste geführt werden.

§ 9.

Erdung.

Es ist am Kleintransformator eine Erdungsschraube oder -klemme von mindestens 6 mm Durchmesser vorzusehen, die den Erdungsanschluß des Gehäuses ermöglicht. Der Kleintransformator muß so gebaut sein, daß auf der Unterspannungseite eine leitende Verbindung von metallenen Leitungsumhüllungen mit dem Gehäuse unmöglich gemacht ist.

---

[1] Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T. 1929.

[2] Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen).

[3] Regeln für die Bewertung und Prüfung von Meßwandlern.

[4] Die Begriffserklärungen der R. E. T. 1929 sind übereinstimmend mit denen der R. E. T. 1923.

§ 10.

Wicklungen.

Weder zwischen Oberspannung- und Unterspannung-Wicklungen noch zwischen Unterspannung-Wicklungen und Gehäuse darf eine leitende Verbindung bestehen. Beide Wicklungen müssen so voneinander und von dem Gehäuse getrennt sein, daß auch bei evtl. Drahtbruch der Wicklungen dieser Forderung genügt wird.

§ 11.

Isolierfestigkeit.

Die Prüfung der Isolierfestigkeit erfolgt als Wicklungsprobe nach den Bestimmungen der R. E. T., jedoch mit einer einheitlichen Prüfspannung von 2500 V bzw. 2500 V + 15 % = 3000 V bei Trockentransformatoren, wenn die Probe im kalten Zustande vorgenommen wird.

Die Kleintransformatoren KT 2 und KT 3 müssen die Wicklungsprobe auch aushalten, nachdem sie 24 h lang in einem mit Feuchtigkeit gesättigten Raum von 20 ° C gelagert haben.

§ 12.

Erwärmung.

Die Übertemperatur ist zu messen bei Dauerbetrieb mit der Nennleistung. Bei der Prüfung dürfen die betriebsmäßig vorgesehenen Abdeckungen und Umhüllungen nicht entfernt werden. Für die höchstzulässigen Grenzwerte von Temperatur und Erwärmung und für ihre Messung gelten die Bestimmungen der R. E. T.

§ 13.

Schilder.

Jeder Kleintransformator muß den Namen des Herstellers oder dessen Firmenzeichen erkennen lassen; diese Angaben können auch auf dem Leistungschild angebracht werden, das jeder Kleintransformator tragen muß.

Auf dem Leistungschild sind deutlich lesbar und in haltbarer Weise folgende Angaben anzubringen:

1. Modellbezeichnung oder Listennummer.
2. Fertigungsnummer.
3. Oberspannung in V.
   (Falls umschaltbar die jeweilige Oberspannung, für die der Kleintransformator geschaltet ist; falls Anzapfungen nach § 8 vorgesehen sind, ist deren Bereich von ± 7 % bei der Angabe der Oberspannung mit zu vermerken; falls Umschaltung Dreieck-Stern, parallel oder in Reihe vorgesehen wird, ist *die* Spannung anzugeben, für die der Kleintransformator geschaltet ist; Abänderungen sind nur durch die Fabrikanten zulässig.)
4. Frequenz in Per/s.
5. Unterspannung in V.
6. Leistung in VA.
7. Schutzart (abgekürzt: KT 1, KT 2, KT 3).
8. Weitere zusätzliche Angaben nach § 16.

§ 14.

Schutzarten.

KT 1, abgedeckt, ist zulässig für trockene Innenräume.

KT 2, regensicher, ist zulässig für feuchte Räume und für das Freie.

KT 3, gekapselt, ist zulässig für durchtränkte, feuergefährliche und explosionsgefährliche Räume, Ölfüllung ist jedoch nur bei ortsfesten Kleintransformatoren gestattet.

B. Besondere.

§ 15.

Ortsveränderliche Kleintransformatoren.

Ortsveränderliche Kleintransformatoren müssen primäre Zuleitungen haben, die unlösbar mit ihnen verbunden und 2 m oder 4 m lang sind. Stecker zur Abnahme der Unterspannung müssen so ausgeführt sein, daß sie in Steckdosen der Oberspannungseite nicht eingeführt werden können und auch beim Versuch ihrer Einführung keine leitende Verbindung herstellen.

§ 16.

Kurzschlußsicherheit.

Kann bei dauerndem Kurzschluß der Unterspannungseite der Kleintransformator durch Sicherungen oder Selbstschalter nicht geschützt werden, so muß er derart gebaut sein, daß bei dauernd kurzgeschlossenen Sekundärklemmen und bei Nenn-Primärspannung die Übertemperatur der Wicklungen folgende Werte nicht übersteigt:

Draht mit Isolierung durch Emaillelack . . . . 120 ° C
Draht mit Isolierung durch Seide . . . . . . 100 ° C
Draht mit Isolierung durch imprägnierte Baumwolle . . . . 90 ° C

Die Temperaturmessung erfolgt hierbei gleichfalls nach den Bestimmungen der R. E. T.

Derart gebaute Kleintransformatoren müssen auf dem Leistungsschild durch ein der Schutzartbezeichnung vorgesetztes „V" gekennzeichnet sein. Ihre Leerlaufspannung darf 42 V nicht übersteigen. Für Glühlampenbelastung sind sie nur dann verwendbar, wenn die Verbrauchsleistung stets gleich der vollen Nennleistung des Kleintransformators ist.

§ 17.

Kleintransformatoren für Spielzeuge.

Kleintransformatoren für Spielzeuge dürfen im Gegensatz zu § 8 mit mehreren Unterspannungen ausgeführt werden. Die Spannungsstufen müssen einzeln bezeichnet werden. Es darf indessen keine höhere Leerlaufspannung als 42 V auftreten, auch nicht durch Hintereinanderschaltung mehrerer, evtl. unabhängiger Spannungsstufen. Auf dem Leistungsschild ist die bei der höchsten Spannungsstufe abgegebene Leistung anzugeben.

§ 18.

Spannungsänderung.

Für Kleintransformatoren von 50 VA und mehr, die nicht nach § 16 ausgeführt sind, soll die Spannungsänderung zwischen induktionsfreier Vollast und 15 W nicht mehr als 5 % betragen.

Erklärungen.

Nach der beim Beginn der Arbeiten des Ausschusses herrschenden Auffassung, die nunmehr im Neuentwurf zu den „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" und dem Entwurf für „Leitsätze über Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen" nach manchen Zweifeln wieder zur Geltung gelangt ist, soll § 3d der Errichtungsvorschriften als erfüllt gelten, wenn die genormten Kleinspannungen angewendet werden.

Die endgültige praktische Durchsetzung dieser Schutzmaßnahme wird eine ausgedehntere Anwendung von Kleintransformatoren mit Kleinspannungen herbeiführen, da die Erdung von Verbrauchsgeräten an der Verwendungstelle in vielen Betrieben mit Unbequemlichkeiten verbunden ist.

Es mag auch erwähnt sein, daß außerdem Kleintransformatoren für Kleinspannungen bereits im praktischen Gebrauch sind, deren Anwendung nicht auf Erwägungen der Sicherheit beruht, wie z. B. in Beleuchtungsanlagen für 16⅔ Per/s, für die eine Kleinspannung wegen der Flimmerfreiheit niedervoltiger Glühlampen gewählt wird, oder in Kinotheatern für den Betrieb von Projektionsglühlampen, die nur bei Niederspannung als punktförmige Lichtquellen ausgestaltet werden können. Auf diese Kategorie finden die Regeln keine Anwendung, weil kein Bedürfnis vorliegt, diese Verbrauchsgeräte auf ein geringeres Potential als das des Netzes zu bringen.

Zu § 4: Für alle Schutzarten sind die Bestimmungen der Errichtungsvorschriften § 10 ff. zu beachten, für die gekapselte Ausführungsart außerdem die „Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten".

Zu § 5: Die beiden Leistungsreihen sind so gestuft, daß möglichst jede normale Drehstromleistung kombinatorisch durch Zusammenschaltung von drei normalen Einphasentransformatoren, aber auch konstruktiv durch Hinzufügung eines dritten Schenkels zur Einphasentype (Leistungssteigerung 50 %) erzielbar ist.

Die obere Leistungsgrenze von 1500 VA ist mit Rücksicht auf das mit höheren Leistungen zunehmende Gefahrmoment gezogen. Es ist also auch nicht statthaft, diese Grenzleistung etwa durch Zusammenschaltung oder Parallelschaltung von entsprechenden Einphasen-Grenzeinheiten zu überschreiten. Die Schaffung eines ausgedehnten Kleinspannungsnetzes, das als Ringleitung von zahlreichen Transformatoren gespeist wird, liegt ebensowenig im Sinne dieser Regeln.

Zu § 6: In den Errichtungsvorschriften und in den Erdungsleitsätzen sind Anwendungen behandelt, für die nur die Spannung von 24 V, nicht 42 V, in Betracht kommt.

Auf den belasteten Zustand des Transformators sind die normalen Spannungen deswegen bezogen, weil der Fertigung aller Gebrauchsapparate (z. B. Glühlampen) die Normalspannungen als Betriebspannungen zugrunde liegen; dem zwischen Vollast und Leerlauf auftretenden Spannungsabfall sind in § 18 Grenzen gesetzt. Eine Sonderstellung nehmen Kleintransformatoren nach § 16 ein.

Zu § 7: Anschlüsse für mehrere Netzspannungen verbietet die Gefahr einer Vertauschung, die eine Überschreitung der höchstzulässigen Kleinspannung herbeiführen kann. Bei Drehstromtransformatoren soll der Nullpunkt weder geerdet, noch mit dem Nulleiter des Netzes verbunden werden; Versuche haben nämlich gezeigt, daß der Nullpunkt bei unterbrochener Erdungsleitung oder mangelhafter Erde spannungführend werden kann, wenn eine Phasenzuleitung defekt ist oder der Kontaktschluß der drei Phasen nicht gleichzeitig erfolgt.

Auch der zweite Absatz des Paragraphen hat den Zweck, ungewollte Überschreitung der höchstzulässigen Kleinspannung durch Vertauschung der Anschlüsse zu verhindern. Hierbei hat der Ausschuß nicht verkannt, daß die Lagerhaltung von Kleintransformatoren in Orten, die im Übergang von einer Spannung auf eine andere begriffen sind, erschwert wird, wenn Transformatoren für beliebig umschaltbare Anschlußspannungen nicht zugelassen werden; jedoch erschien die Sicherheitsforderung ausschlaggebend. Der Kleintransformator soll vom Fabrikanten gebrauchsfertig nur für eine Anschlußspannung geliefert werden, die gemäß § 13, 3 der vorliegenden Regeln auf dem Leistungsschild anzugeben ist. Wäre der Transformator oberspannungsseitig mit Umschaltungen oder Anzapfungen ausgestattet, die dem Verbraucher zugänglich sind, so würde die Angabe auf dem Leistungsschild nach Vornahme einer Umschaltung nicht mehr zutreffen. Deswegen darf jede Umschaltung nur vom Fabrikanten des Kleintransformators vorgenommen werden, der gleichzeitig die Möglichkeit hat, das Leistungschild durch ein neues, zutreffendes zu ersetzen.

Zu § 8: Den Bestimmungen dieses Paragraphen liegen die gleichen Erwägungen zugrunde wie dem § 7.

Zu § 9: Ob und auf welche Weise geerdet werden muß, ist nach § 3d der Errichtungsvorschriften zu entscheiden. Der vorliegende Paragraph soll nur die Ausführbarkeit der Erdung ermöglichen, falls eine solche erforderlich ist. Das Verbot einer leitenden Verbindung von metallenen Leitungsumhüllungen mit dem Gehäuse soll Spannungseinschleppung von der Primär- auf die Sekundärseite im Falle eines primärseitigen Defektes der Anlage verhindern.

Zu § 10: Um der Forderung zu genügen, daß elektrisch voneinander unabhängige Wicklungen auch noch bei Drahtbruch keine Möglichkeit einer Spannungsübertragung zulassen, war ursprünglich beabsichtigt, die Anordnung der Primär- und Sekundärwicklung auf verschiedenen Schenkeln vorzuschreiben. Diese Maßnahme hätte jedoch eine Einengung der Konstrukteure bedeutet, zumal sie nicht der einzige Weg ist, um das Gewollte zu erreichen; beispielsweise gibt Scheibenwicklung auf getrennten Spulenkörpern nach Ansicht des Ausschusses genügend Gewähr für zuverlässige Isolierung.

Auch die Anbringung eines geerdeten Bleches zwischen den Wicklungen ist vorgeschlagen worden, doch glaubte die Mehrheit des Ausschusses, keiner Ausführungsform zustimmen zu können, die eine Erdung notwendig voraussetzt, zumal das geerdete Blech auch noch den konstruktiven Nachteil hat, daß es als Kurzschlußwindung wirkt.

Zu § 15: Wird z. B. ein Kessel mit Kleinspannungslampen beleuchtet, so soll nur Kleinspannung in das Innere des Kessels eingeführt werden, mithin muß der Kleintransformator außerhalb des Kessels bleiben. Mit Rücksicht auf derartige Fälle mußte bestimmt werden, daß die Verbindungsleitung zwischen Netzanschluß und Kleintransformator in ihrer Länge zu begrenzen und mit dem Kleintransformator fest zu verbinden sei.

Zu § 16: Dieser Paragraph findet auf solche Kleintransformatoren Anwendung, deren Leistung zu gering ist, als daß die Stromstärke bei kurzgeschlossener Unterspannungseite mit Sicherheit zur Herbeiführung einer oberspannungseitigen Abschaltung ausreichte. Solche Kleintransformatoren werden z. B. angewendet für elektrische Gas- und Feueranzünder, elektrische Fanggeräte, elektrische Spielzeuge u. a. m. Sie müssen also den Schutz gegen übermäßige Erwärmung im Kurzschlußfalle in sich selbst tragen, damit Brandgefahr vermieden wird. Die dafür übliche Methode ist, den Transformator mit sehr hohem Spannungsabfall zu konstruieren. Für solche Kleintransformatoren, deren Spannung bei Leerlauf die Spannung bei Nennleistung wesentlich übersteigt, muß die vorschriftsmäßige Grenze von 42 V auf die Leerlaufspannung bezogen werden; da unterhalb 42 V nur die Normalspannung von 24 V besteht, bedeutet das praktisch, daß ihre Spannung bei der Nennleistung 24 V sein muß. Ein gegen Spannungsunterschiede empfindlicher Verbrauchsapparat muß den Transformator mit seiner vollen Nennleistung belasten; demnach dürfen mehrere Glühlampen nur derart



angeschlossen werden, daß alle Lampen zugleich ein- und ausgeschaltet werden, nicht etwa einzelne Lampen für sich.

Für die Erwärmung der Wicklungen im normalen Dauerbetrieb, d. h. bei Belastung mit der Nennleistung, gelten natürlich die Bestimmungen des § 12, nicht etwa die in § 16 angegebenen Grenztemperaturen für Kurzschluß, der doch nur selten und vorübergehend auftritt.

Zu § 17: Die Herausführung mehrerer Unterspannungen ist für Spielzeugtransformatoren deswegen erforderlich, weil Motoren und Lampen einer elektrischen Spielzeugbahn je mit anderer Spannung betrieben werden können; im Gegensatz zu § 8 erscheint dies zulässig, weil Kleintransformatoren für Spielzeuge im allgemeinen „kurzschlußsicher" nach § 16 ausgeführt werden.

Zu § 18: Die Vorschrift dieses Paragraphen gilt nicht für Kleintransformatoren, die nach § 16 auszuführen sind, weil diese für wechselnde Belastungsverhältnisse nicht anwendbar sind. Die Begrenzung des Spannungsabfalles anderer Kleintransformatoren braucht nicht den Unterschied zwischen Null- und Vollast zu erfassen, weil 15 W die Leistung der kleinsten Glühlampe ist, also unterhalb 15 W die Spannung des Kleintransformators praktisch nicht interessiert.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein, Breslau. 28. II. 1928, abds. 8 h, gr. Hörsaal des Elektrot. Inst. d. T. H.: Mitgliedervers.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 28. II. 1928, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. Lesch, „Distanzschutz von Hochspannungsnetzen".

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 28. II. 1928, abds. 8¼ h, Städt. El.-Werk zu Magdeburg, Zählerabt., Tränsberg 47/50: Vortrag A. Heinke, „Elektrizitätszähler unter Berücksichtigung der Tarife".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Frankfurt a. M. 29. II. 28, abends 8 h, Saal d. Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: a) Vortrag Dr.-Ing. Schmitz, „Die Theorie des Wärmeschutzes für elektr. Leit., Masch. u. Transf."; b) Vortrag H. Kraatz, „Sicherungen u. Installations-Selbstschalter in elektr. Licht- u. Kraftanl.".

Elektrotechn. Verein in Hamburg. 29. II. 1928, abends 7½ h, Physikal. Staatsinstitut der Universität, Jungiusstraße: Vortrag Prof. Möller, „Versuche mit der Braunschen Röhre und andere Experimente".

Röntgen-Vereinigung zu Berlin. 23. II. 1928, abds. 8 h, Langenbeck-Virchow-Haus (kl. Saal), Luisenstr. 58/59: Vorträge Cramer, „Demonstration zur funktionellen Oesophaguspathologie, spez. idiopathischen Dilatation". Leeser, „Über Gewebsveränd. nach Salvarsan- und Wismutinjektionen im Röntgenbild". Ziegler, „Seltene Wirbelspangenbildung, Magenspasmus, Blasendivertikulose, Blasentumoren". Leeser und Heinrich, „Experiment. Beitrag zum sog. pylovenösen Rückfluß".

Lichttechn. Gesellschaft Karlsruhe 28. II. 1928, abds. 6½ h, Besichtigung einiger neuer Beleuchtungsanlagen. Treffpunkt am hinteren Eingang der Stadtkirche in der Kirchstraße; abds. 8h Geselliger Abend im Weinzimmer der Stadtgartenwirtschaft.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Edelmann †.

Am Freitag, dem 3. Februar 1928, entschlief im 57. Lebensjahr der hochgeschätzte Gründer unserer Gesellschaft, Herr Prof. Dr. phil. Otto Edelmann, Vorstand der elektrotechn. Abteilung an der Bayer. Landesgewerbeanstalt. Mit weitausschauendem, zielbewußtem Blick und vorzüglichem Organisationstalent ausgestattet, erfüllt von großer Liebe für seinen Beruf, vereinigte Herr Dr. Edelmann seine Berufsgenossen im Jahre 1911 in einer wissenschaftlichen Gesellschaft; unermüdlich arbeitete er an dem weiteren Ausbau seines Gründungswerks weiter und förderte die Ziele der Vereinigung, indem er jederzeit sein reiches fachmännisches Wissen und praktisches Können zur Verfügung stellte.

Aber nicht nur als Fachmann, sondern auch als Persönlichkeit war Herr Prof. Edelmann ein allgemein beliebtes Mitglied. Er war eine gerade, aufrichtige, kerndeutsche Natur von ausgeglichenem harmonischen Empfinden, ein feiner Gesellschafter, erfüllt mit köstlichem Humor und ein Freund edler Volksmusik. Jeder, welcher ihn kennen lernte, mußte ihn schätzen und lieben. So verlieren wir einen als Fachmann sowie als Persönlichkeit gleich wertvollen Menschen, und tieftrauernd stehen wir an seiner Bahre mit dem Gelöbnis, daß wir ihn, dessen Geist nun heimgegangen ist zum Licht der Ewigkeit, niemals vergessen werden.

Elektrotechnische Gesellschaft Nürnberg.

Auch der Verband Deutscher Elektrotechniker hat den schmerzlichen Verlust des Herrn Prof. Dr. Edelmann, eines arbeitsfreudigen Mitgliedes, zu beklagen. Seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiete des Installations- und Prüfwesens als Vorstand der elektrotechnischen Abteilung der Bayerischen Landesgewerbeanstalt waren vielfach richtunggebend für die Durchbildung von Prüfvorschriften und der Schaffung der Prüfstelle des VDE. Durch die von Edelmann begründete Vereinigung der elektrotechnischen Prüfämter Deutschlands erfuhr die jahrelang gehegte Absicht zur Schaffung der VDE-Prüfstelle eine grundlegende Förderung.

Als Vorsitzender der Unterkommission für Prüfwesen innerhalb der Kommission für Installationsmaterial benutzte Edelmann jede Gelegenheit, den Prüfungsgedanken zu unterstützen.



O. Edelmann †.

Nicht zum wenigsten ist dem Verstorbenen auch die Anregung zu verdanken, das Gebiet der elektrischen Isolierstoffe durch Prüfungsmethoden zu beherrschen. Die ersten Anfänge in dieser Richtung finden sich unter Mitwirkung Edelmanns innerhalb der Kommission für Installationsmaterial schon seit dem Jahre 1908. Bekannt ist vielen die eigenartige Begabung Edelmanns als Fachschullehrer und Dozent der Handelshochschule in Nürnberg. Seine Vorlesungen über elektrotechnische Warenkunde waren die ersten dieser Art. Leider versagte ihm sein zunehmendes Leiden den Abschluß einer bezüglichen literarischen Arbeit, für die ihn der Verlag Julius Springer gewonnen hatte.

Professor Edelmann fehlte bekanntlich, solange es ihm möglich war, bei keiner Jahresversammlung des VDE und gab insbesondere hier allen, denen es vergönnt war, seinem herzlichen und besorglichen Wesen näher zu treten, Gelegenheit zu unvergänglichen Eindrücken.

Klement.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über die Wirklast und Blindlast im Drehstromsystem.

In der Arbeit von HAUFFE (ETZ 1927, S. 1298) wird vorgeschlagen:

1. zur Blindarbeitsmessung beim Drehstromdreileiteranschluß die gleichen Spannungen zu benutzen, wie zur Wirkarbeitsmessung;
2. dabei den Winkel zwischen Spannungstriebfluß und Stromtriebfluß gleich 180° zu machen;
3. zum Erzielen dieses Winkels die Schaltung von GÖRGES zu verwenden.

Im einzelnen sei hierzu bemerkt:

Zu 1. Dieser Vorschlag ist nicht neu[1]. Zähler dieser Art werden von der AEG seit längerer Zeit gebaut. Im übrigen ist die Verwendung der gleichen Spannungen für Wirk- und Blindarbeitsmessung durchaus nicht auf die Aronschaltung beschränkt.

Zu 2. Nicht der Winkel zwischen den Triebflüssen, sondern der Abgleichwinkel ist auf 180° zu bringen.

Zu 3. Die Görges-Schaltung eignet sich zur Verwendung in Elektrizitätszählern kaum. Überdies läßt sich die Abgleichung auf 180° — so wie es bei den AEG-Zählern der Fall ist — einfacher durch einen Nebenwiderstand zur Stromwicklung und einen Vorwiderstand zur Spannungswicklung erzielen.

München, 24. XI. 1927. F. Bergtold.

Erwiderung:

Zu 1. Ich habe mich inzwischen durch den dankenswerten Hinweis des Herrn Dr.-Ing. BERGTOLD davon überzeugen können, daß die AEG Blindverbrauchzähler mit 180° Abgleichung baut, und zwar auf Grund der Beziehung

$$N_b = P_{12} J_1 \sin \sphericalangle (P_{12} J_1) + P_{32} J_3 \sin \sphericalangle (P_{32} J_3).$$

Hierbei sind die Winkel zwischen Spannung und Strom dann als positiv zu rechnen, wenn man vom Spannungsvektor im Uhrzeigersinn zum Stromvektor gelangt. Die obige Gleichung ist aber durchaus die einzig mögliche, nach der man unabhängig von Netzunsymmetrien und Belastungsverschiedenheiten einwandfreie Ergebnisse erwarten kann. Ich behalte mir vor, diese Frage an anderer Stelle ausführlich zu untersuchen.

Zu 2. Ich gebe gern zu, daß man meine Darstellung infolge allzu großer Kürze falsch auslegen konnte. Daß es sich aber hier um keinen Irrtum meinerseits handelt, geht aus meinen Erörterungen in El. u. Maschinenb. 1926, Beiblatt „Das Elektrizitätswerk", H. 13, S. 133, hervor. Ich darf vielleicht an dieser Stelle meine Ausführungen wie folgt ergänzen:

Das treibende Drehmoment eines Zählers ist

$$D = c_1 \Phi_p \Phi_i \sin \sphericalangle (\Phi_p \Phi_i)$$

und soll proportional der Blindleistung sein

$$D = c_2 P J \sin \varphi .$$

Daraus folgt, daß gelten muß

$$\sin \sphericalangle (\Phi_p \Phi_i) = \sin \varphi ,$$
$$\sphericalangle (\Phi_p \Phi_i) = \varphi ,$$

oder

$$\sphericalangle (\Phi_p \Phi_i) = 180 - \varphi .$$

Man erhält damit

entweder $\sphericalangle (\Phi_p \Phi_i) = 0$ für $\varphi = 0$ (0° Abgleichung),
oder $\sphericalangle (\Phi_p \Phi_i) = 180$ für $\varphi = 0$ (180° Abgleichung).

Zu 3. Gegen die Abgleichung durch Nebenwiderstand zur Stromwicklung und Vorwiderstand zur Spannungswicklung hatte ich Bedenken, da sich die Induktivität des Stromsystems mit der Belastung ändert, während die Verhältnisse am Spannungssystem — von Frequenz- und Spannungsschwankungen abgesehen — konstant bleiben.

Dresden, 14. XII. 1927. G. Hauffe.

LITERATUR.

Besprechungen.

Hochspannungstechnik. Von Dr.-Ing. A. Roth. Mit 437 Abbildungen im Text auf 3 Taf., 75 Tab., VIII u. 534 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 31,50 RM.

Auf den großen Vorsprung, den die deutsche Literatur durch das Erscheinen des klassischen „Petersen" auf dem Gebiet der Hochspannungstechnik im Jahre 1911 gewonnen hatte, war leider nach dem Verbrauch dessen einziger Auflage ein empfindlicher Rückschlag eingetreten. Einige gute Spezialwerke behandeln nur Einzelgebiete, die wenigen zusammenfassenden Darstellungen boten keinen genügenden Ersatz. Das Buch, mit dem der Verfasser, ein anerkannter Fachmann, in die Bresche gesprungen ist, hat daher größte Beachtung gefunden, und man kann mit gutem Gewissen sagen, daß es sie verdient.

Der Umfang des behandelten Stoffes ist zumindest der gleiche wie bei dem Petersenschen Buche. Einzelne Teilgebiete sind entsprechend der Weiterentwicklung der Technik stärker ausgebaut. Grundlegende Wissenschaft und Praxis sind beide zu ihrem Recht gekommen. Der Leser erkennt im Verfasser den wissenschaftlich geschulten schaffenden Ingenieur, der sich bemüht, die Wissenschaft soweit wie möglich zur Aufklärung beobachteter Erscheinungen und zur Verbesserung der Konstruktionen heranzuziehen. Dadurch hat das schon durch seine frische Darstellungsweise bemerkenswerte Buch einen besonderen Charakter erhalten. Der vorwärtsstrebende Ingenieur findet in den Gedankengängen und Schlußfolgerungen des Verfassers unzählige Anregungen zur Forschung und Weiterarbeit, für die er ihm sehr dankbar sein wird. Sehr kritisch veranlagte Leser, die nur unbedingt gefestigtes Wissen gedruckt sehen möchten, würden vielleicht an manchen Stellen eine größere Zurückhaltung für richtiger halten. Es muß aber anerkannt werden, daß der Verfasser sich im allgemeinen bemüht hat, derartige Stellen durch die gewählte Ausdrucksweise zu kennzeichnen.

Die Einteilung des Stoffes ist übersichtlich. Das erste Kapitel behandelt auf etwa 50 Seiten die rechnerischen Grundlagen des raumladungsfreien Feldes, weist aber bereits auf die Grenzen hin, an welchen diese Behandlungsweise nicht mehr ausreicht. Die Beispiele zur Erläuterung der Theorie sind stark an die Praxis angelehnt. Die Darstellung stellt keine hohen mathematischen Anforderungen, ist aber ziemlich knapp gehalten, z. B. wird der Begriff „Betriebskapazität" ohne vorherige Definition angewandt.

Den eigentlichen Kern des Buches bilden die sehr viel ausführlicher gehaltenen folgenden Kapitel, in welchen nun tatsächliche Stoffe, und zwar sowohl feste und flüssige Isolierstoffe als auch die Luft in den Feldraum eingeführt werden. Hier wird mit Recht sehr gründlich auf die physikalischen Verhältnisse eingegangen. Es muß dem Verfasser als ein großes Verdienst angerechnet werden, daß er nachdrücklichst bestrebt ist, die Bedeutung der Ionisierung und der Raumladung der Praxis verständlich zu machen und bei jeder Gelegenheit auf die Notwendigkeit der Weiterforschung in dieser Richtung hinzuweisen.

Auch der Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes und die Erwärmung des Dielektrikums werden entsprechend ihrer großen praktischen Bedeutung gewürdigt, dem Wärmedurchschlag wird in diesem Zusammenhang die Bedeutung beigelegt, die ihm zukommt. Bei einer Neuauflage könnte aber wohl auch der rein elektrische Durchschlag etwas ausführlicher behandelt werden, unter Hinweis auf die allerdings zum Teil wohl erst nach Abschluß des Buches entstandenen Arbeiten von Rogowski.

Bei Ableitung und Anwendung der Townsendschen Theorie könnte noch etwas deutlicher auf ihre Schwäche hingewiesen werden. Sehr ausführlich wird auf den Zusammenbau der festen, flüssigen und gasförmigen Isolierstoffe eingegangen. Neben erschöpfenden allgemeinen Betrachtungen wird dabei auch viel Versuchsmaterial, besonders auch über die verschiedenen physikalischen Einflüsse, gebracht. Gleitentladungen werden im Anschluß an Toepler eingehend behandelt. Interessant ist die auf Grund von Versuchsergebnissen aufgestellte Behauptung, daß Gleitbüschel keine Sprungwellen von praktischer Bedeutung erzeugen; es erscheint aber fraglich, ob sie scharf genug nachgeprüft worden ist.

Bei der weiterhin folgenden Behandlung der Überspannungserscheinungen zeigt sich wieder eine glückliche Verbindung zwischen guter theoretischer Darstellung und Berücksichtigung reicher praktischer Erfahrungen in den Schlußfolgerungen. Die ausführliche Behandlung der Gewittereinflüsse nimmt zwar auf einige neuere Forschungsergebnisse und Anschauungen Bezug, berücksichtigt sie aber noch nicht konsequent genug. Abwegig dürfte allerdings die an mehreren Stellen des Buches betonte Ansicht des Verfassers sein, daß in Hochspannungsanlagen keine störenden Hochfrequenzschwingungen vorkommen. Es dürfte sich daher für die nächste Auflage eine gründliche

[1] Vgl. z. B. Mitt. V. El. W. 1926, S. 504.



Durchsicht dieses Teiles empfehlen, zumal weitere noch nicht berücksichtigte Veröffentlichungen vorliegen.

Auf S. 325/26 fällt auf, daß die Feldverhältnisse bei der Blitzbildung für den tatsächlich gewiß seltenen Fall eines von der Erde ausgehenden Blitzstrahls entwickelt werden.

In der Anordnung des Stoffes trennt der Verfasser scharf zwischen der allgemeinen Behandlung von Schwingungs- und Stoßvorgängen und den wirklichen Ansprüchen an dielektrische Festigkeit im Betrieb. Unter dem letzten Stichwort werden u. a. diejenigen Überspannungserscheinungen, die praktische Bedeutung haben, behandelt. Sehr viel später werden schließlich an einer dritten Stelle die Überspannungsschutzmaßnahmen behandelt. Bei allem Verständnis für die deutlich erkennbaren sachlichen Gründe für diese Einteilung, die etwa für den Aufbau einer Vorlesung zweckmäßig sein kann, muß jedoch bedacht werden, daß ein derartiges Werk häufig als Nachschlagebuch benutzt werden wird und daß dann diese Zersplitterung stört. In ähnlicher Weise sind auch Schalterfragen und Ölschalterkonstruktionen nicht ganz glücklich getrennt worden, ferner sind auch Stützer, Durchführungen, Freileitungsisolatoren und andere Apparate an mehreren Stellen behandelt. Hochstromprobleme werden entsprechend ihrer großen Bedeutung ausführlich berücksichtigt. Auch die Einrichtung von Prüffeldern wird beschrieben, gleichzeitig mit einer Besprechung der verschiedenen Prüfarten und Meßmethoden. Das Buch schließt mit dem Aufbau von Hochspannungsanlagen sowohl für Wechselstrom als auch für Gleichstrom.

Sein vielseitiger Inhalt, seine moderne Einstellung, die anregende Behandlung des Stoffes, seine frische Sprache werden dem Buche sicher schnelle Verbreitung sichern. Einzelne Unebenheiten, die bei einer solchen Neuschöpfung leicht entstehen, lassen sich bei einer späteren Auflage leicht beheben. Bei dieser Gelegenheit sollten dann auch einige sprachliche Eigentümlichkeiten, die im deutschen Sprachgebrauch nicht üblich sind, beseitigt werden. Dem Verlage, der das Buch vorzüglich ausgestattet hat, sei noch die auch für andere Werke empfohlene Anregung gegeben, vor die Stichworte am Kopf der Seiten auch die Abschnitt-Nummern zu setzen, um bei den häufigen Hinweisen auf andere Kapitel das Nachschlagen zu erleichtern. Die neuartige Numerierung der Bilder und Formeln unter Zusatz der Abschnitt-Nummern erscheint nachahmenswert.

Matthias.

Spurenkunde der Elektrizität. Elektrophysiographie. Von Prof. Dr. med. St. Jellinek. Mit 152 Textabb., 1 farb. Taf. u. 101 S. in 8°. Verlag von Franz Deuticke, Leipzig u. Wien 1927. Preis geh. 12 RM, geb. 14 RM bzw. geh. 18 s, geb. 21 s.

Dieses Buch ist in erster Linie für die medizinischen Sachverständigen bestimmt, die aus objektiven Zeichen entscheiden sollen, ob bei anscheinend elektrischen Unfällen wirklich die Elektrizität das schädigende Moment gewesen ist. Es werden deshalb alle Spuren beschrieben, die je an elektrisch Verletzten oder Getöteten bzw. an ihrer Umgebung wahrgenommen worden sind. Für den Elektrotechniker werden die eigentümlichen, durch zahlreiche gute Abbildungen veranschaulichten Blitzspuren (im Erdboden, an Wänden, Dächern, Bäumen, Isolatoren usw.) von Interesse sein, anderseits auch die sehr ähnlichen Figuren, die an denselben Objekten bei Hochspannungsentladungen entstehen.

Prof. M. Gildemeister, Leipzig.

Die Luftvorwärmung im Dampfkesselbetrieb. Von Dipl.-Ing. W. Gumz. Monograph. z. Feuerungstechn. Bd. 9) Mit 89 Abb. im Text u. auf 2 Taf., 16 Zahlentaf. u. 179 S. in 8°. Verlag von Otto Spamer, Leipzig 1927. Preis geh. 10 RM, geb. 12 RM.

Das Buch wendet sich mit seinem ersten Teil an alle Freunde der Theorie und solche, die sich vor einem praktischen Versuch über die grundlegenden Zusammenhänge der Verbrennung und die Wechselbeziehungen zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe unterrichten wollen. Der Weg geht deshalb von einer Darstellung der Verbrennungsgrundlagen über die Beeinflussung der Verbrennung durch die praktischen Verbrennungsbedingungen zur Ermittlung der theoretischen Verbrennungstemperatur und ihrer praktischen Beeinflussung durch die gleichzeitig mit der Wärmeerzeugung einsetzende Wärmeabgabe. Das Ziel ist der Nachweis für die Vorteile einer Steigerung der tatsächlichen Verbrennungstemperatur durch die Verwendung vorgewärmter Luft. Die Vorteile liegen in der Beschleunigung des Verbrennungsvorganges und der dadurch möglichen Leistungssteigerung der Feuerung, ferner in der Beschleunigung der Wärmeabgabe und der dadurch möglichen Steigerung der Kesselleistung, verbunden mit einer gleichzeitigen Senkung der Verluste. Mit Recht wird darauf hingewiesen, daß diese Senkung der Verluste nicht nur in der Erniedrigung des Schornsteinverlustes besteht, sondern je nach Art von Feuerung und Brennstoff mehr oder weniger wesentlich in einer Senkung der Verluste durch Unverbranntes in Gestalt der Herdrückstände oder Flugkoks. Eine offenherzige Besprechung der Schwierigkeiten des Heißluftbetriebes leitet zum zweiten Teil des Buches über, der eine Darstellung der bis jetzt bekannten Luftvorwärmer-Bauarten bringt und gleichzeitig eine kritische Betrachtung ihrer Vorzüge und Nachteile. Daran schließt sich eine Anleitung für die Größenbemessung der Luftvorwärmer und die Ermittlung ihrer Leistung bei gegebenen Verhältnissen. Wichtig ist die Warnung, keinen Versuch mit Lufterhitzung im Dampfkesselbetrieb zu machen, wenn gleichzeitig natürlicher Zug beibehalten werden soll, vielmehr wird empfohlen, von vornherein Saugzug möglichst in Verbindung mit Unterwind (wenigstens bei feinkörnigem Brennstoff) vorzusehen. Die zum Schluß gebrachten Versuchsergebnisse lassen erkennen, daß bei richtiger Anwendung der Lufterhitzung wesentliche Kohlenersparnisse erwartet werden können, die voraussichtlich die bisher durch Rauchgasvorwärmer für Speisewasser erzielten Ersparnisse übertreffen. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß in unterbrochenen Betrieben die Verwendung vorgewärmter Luft wahrscheinlich auch eine Verminderung der Abkühlungsverluste während der Stillstandszeit mit sich bringen wird.

Ebel.

Einführung in die praktische Nomographie. Von H. Schwerdt. (Mathem.-Naturwiss. Bücherei Bd. 6. Herausg. von Dr. phil. E. Wasserloos u. Dr. phil. G. Wolff.) Mit 62 Textabb., VI u. 122 S. in 8°. Verlag von Otto Salle, Berlin 1927. Preis geb. 3 RM.

Die Darstellung setzt möglichst wenig Vorkenntnisse voraus, um das Buch einem weiten Leserkreis zugänglich zu machen. Deshalb nehmen die vorbereitenden Abschnitte einen breiten Raum ein. Aber die Schönheit der Mathematik geht verloren, wenn man nicht viel voraussetzen darf. So hat der Verfasser selbst auf die Determinanten verzichtet, die sich doch mit wenigen Worten erklären lassen und die Herstellung der meist üblichen Nomogramme sehr erleichtern. Da die Darstellung bis zu den affinen und projektiven Verwandtschaften geht, hätte man vielleicht auch die Determinanten einführen können. Wer sich aber sonst nur wenig mit Mathematik beschäftigt, kann das Buch mit Vorteil lesen. Es würde uns freuen, wenn das Buch sein Ziel erreichte, recht vielen die neuere Art technischen Rechnens zu vermitteln und die noch viel zu weit verbreitete Scheu vor der Mathematik zu beseitigen. Geht man doch im Ausland teilweise schon weiter und versucht die Nomographie auch in das kaufmännische Rechnen einzuführen. H. Schenkel.

Der Kranbau. Berechnung u. Konstruktion von Kranen aller Art. Von Dr. techn. R. Dub. Ergänzungsbd. z. 2. Aufl. Mit 141 Textabb., 52 Taf., XI u. 253 S. in 8°. Verlag von A. Ziemsen, Wittenberg 1927. Preis geb. 16 RM.

Dieser Ergänzungsband bildet eine sehr fleißige Zusammentragung all dessen, was im letzten Jahrfünft im Schrifttum über Kranbau erschienen ist. Dazu gehört in erster Linie das Buch von Schiebeler „Elektromotoren für aussetzenden Betrieb und Planung von Hebezeugantrieben". Ferner sind aufgenommen alle DIN-Blätter, die sich auf Kranbau beziehen, z. B. die Blätter über Elektromotoren, Zugmittel, Lager, Laufräder, Zahnräder. Dann folgen Darstellungen ausgeführter Krane aus verschiedenen Zeitschriften, so eines Dampfdrehkranes der Demag aus „Fördertechnik und Frachtverkehr" 1923, eines Brückenkrans mit dreieckigem Trägerquerschnitt von Feigl aus der Z. d. V. d. I. 1915. Weiter sind verschiedene Bauarten neuerer Wipp-Drehkrane in Umriß-Skizzen dargestellt. Mehrere Ausführungen kleinerer Krane österreichischer Werke sind in Zeichnung und Beschreibung mitgeteilt. Schließlich folgt ein Abschnitt über die Führung und Wartung von Kranen unter Benutzung der vom Arbeitsausschuß für wirtschaftliche Fertigung herausgegebenen Betriebsblätter und der Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft für Hütten- und Walzwerke.

Besonders bemerkenswert sind die Mitteilungen über die Eignungsprüfung für Kranführer, die die Witkowitzer Gewerkschaft eingereicht hat, um für ihre 600 Kranführer geeignete Leute ausfindig zu machen, wodurch die Kran-



unfälle von 100 % im Jahre 1923 auf 63 % im Jahre 1924 und auf 47 % im Jahre 1925 vermindert wurden.

Kammerer.

Die Maschinenfeuerversicherung und Maschinenbetriebschädenversicherung. Von Rechtsanw. Dr. Werneburg. (Stilkes Rechtsbibl. Nr. 58). Mit 120 S. in 8°. Verlag von Georg Stilke, Berlin 1927. Preis geb. 3,50 RM.

Das Werk behandelt die Stellung der Maschinen in der Versicherung, wie sie sich aus den Vorschriften des VVG. ergibt. Von den hierfür besonders einschlägigen §§ 81 bis 107 sind die Texte angegeben und die §§ 82 bis 86 recht eingehend behandelt. Der Inhalt und die Auslegung der Gesetzesvorschriften sind auf die bisher am meisten verbreiteten Arten der Versicherung von Maschinen, auf die Feuerversicherung und die Bruchversicherung, projiziert. Die letztere wird als Maschinenbetriebschädenversicherung bezeichnet, was insofern nicht zutrifft, als mit dieser Ausdrucksweise alle Schäden, die im und durch den Betrieb an Maschinen entstehen, getroffen werden müßten, während tatsächlich die übliche Bruchversicherung nur eine bestimmte Schadenserscheinung, nämlich den Bruch, trifft, und noch dazu unter Einschränkung der Ursache, da Abnutzung als Ursache eines Bruches den Schadensfall bei dieser Versicherung ausschließt.

Die gleichzeitige Behandlung der Feuer- und Bruchversicherung gibt dem Verfasser Gelegenheit, das wichtige Grenzgebiet der beiden zu erörtern, das Grenzgebiet, das insbesondere durch Blitzschlag, Kurzschluß, Explosion gekennzeichnet ist und aus den §§ 82 bis 84 entwickelt wird. Dies bildet den umfangreichsten Teil des Buches und ist — abgesehen von einigen Schönheitsmängeln hinsichtlich der Stoffanordnung — aufschlußreich und bemerkenswert.

§ 86 führt zu der Frage: „Zeitwert und Neuwert", § 87 zur Stellung der Taxe bei der Entschädigungsberechnung, § 88 zur Frage des Verhältnisses der Maschine zum Gebäude (wesentlicher Bestandteil oder Zubehör). Alle diese Fragen sind bekanntlich von großer Bedeutung für beide Kontrahenten eines Versicherungsvertrages und für die Industrie u. U. von weittragenden wirtschaftlichen Folgen.

Zum Schlusse sind die „Allgemeinen Bedingungen für die Feuerversicherung" und diejenigen der Bruchversicherung abgedruckt und durch eine wertvolle Sammlung von Beispielen aus dem Grenzgebiete der beiden Versicherungsarten ergänzt.

Durch die Beschränkung der Erörterungen auf die bestehende Feuer- und Bruchversicherung sind leider die neuzeitlichen Bestrebungen auf dem Gebiete der Sach- und insbesondere der Maschinenversicherung etwas zu kurz gekommen, wahrscheinlich auch, weil sie dem Verfasser ferner liegen. Es handelt sich dabei vor allem um die weniger eingeschränkte Maschinenversicherung im Sinne einer wirklichen Betriebschädenversicherung, wie wir oben bereits angedeutet haben. Hierzu führt der Verfasser nur die Auslassungen eines „unbekannten Autors" an, die darin gipfeln, daß sich eine Versicherung nicht auf Schäden erstrecken könne, die auf dauernde Einflüsse des Betriebes, insbesondere auf natürlichen Verschleiß zurückzuführen sind. Hierbei ist außer acht gelassen, daß in der Höhe solcher Schäden und vor allem in dem Zeitpunkt ihres Eintretens sehr wohl ein versicherungsbedürftiges Risiko liegt, eine Auffassung, die sich nicht nur in versicherungstechnischen, sondern auch in wirtschaftlich denkenden Industriekreisen durchgesetzt hat. Hierüber fehlt jede Andeutung.

Das gleiche trifft zu auf die Versicherung des Neuwertes gegenüber der bisher üblichen Entschädigung nach dem Zeitwert. Hierfür wird zwar ausführlich nachgewiesen, daß die Neuwertversicherung in keiner Weise dem VVG. widerspricht, aber das wichtige Gebiet der Ergänzungsversicherung (Zusatz für den Abzug „neu für alt"), das ebenfalls in letzter Zeit feste Formen angenommen hat und voraussichtlich eine sehr große Bedeutung erlangen wird, ist nicht erwähnt, obwohl sich hier auch der Erörterung bedürftige Fragen ergeben. Im ganzen erscheint überhaupt die betriebswirtschaftliche Seite der Maschinenversicherung, die als finanztechnische Grundlage jeder Rationalisierung immer mehr in den Vordergrund tritt, nicht genügend berücksichtigt zu sein.

Mit diesen Einschränkungen kann jedoch das kleine Werk zur Einführung in die mit der Maschinenversicherung verbundenen Probleme empfohlen werden.

Dr.-Ing. Landsberg.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Siemens & Halske A. G.[1]. — Die Betriebe waren 1926/27 ausreichend beschäftigt, und die Gesellschaften, an denen die Berichterstatterin dauernd und maßgebend beteiligt ist, haben angemessene Ergebnisse erzielt. Die durch die weitere Auswirkung der Rationalisierungsarbeiten erreichten Vorteile ließen sich nur in besonderen Fällen zu Preisherabsetzungen verwenden, wurden i. a. aber durch Erhöhungen der Herstellungskosten aufgewogen, so daß auf manchen Gebieten die Preise hinaufgesetzt werden mußten. Im Auslandgeschäft mehren sich die Fälle, in denen mit den besten Verfahren in Deutschland hergestellte Ware nicht mehr nutzbringend abgesetzt werden kann. Die durchschnittlichen Stundenverdienste der Arbeiter in den Groß-Berliner Betrieben von S. & H. und der SSW sind im Mittel der letzten drei Kalenderjahre bei den Männern um 10 %, bei den Frauen um 12 % jährlich gestiegen, 1927 allein um 12 % bzw. 10 %, während die Zunahme von Anfang 1908 bis Kriegsbeginn im ganzen 11,2 % ausmachte. Ungefähr die gleichen Zahlen ergeben sich für die Angestelltengehälter. Die Personalkosten sind also in den letzten Jahren unter wesentlicher Mitwirkung der Regierung jährlich um einen Prozentsatz gewachsen, der in einer 6½jährigen Periode des stärksten Aufblühens der deutschen Wirtschaft und im besonderen der Industrie erreicht wurde. Da die direkten und indirekten Personalausgaben — im ganzen beschäftigt der Konzern jetzt wieder über 110 000 Arbeitnehmer — der ausschlaggebende Teil der Produktionskosten sind, konnten Verteuerungen vieler Waren nicht ausbleiben. Die Rationalisierung vermochte zwar zu mildern, weil in kurzer Zeit vieles nachgeholt wurde, was sich ohne die langjährigen Störungen allmählich entwickelt hätte, kann aber nicht dauernd in gleichem Maß fortschreiten.

Auf dem Fernmeldegebiet war die Beschäftigung lebhaft. Neue, verkleinerte und verbilligte Typen von Wählern für Fernsprechselbstanschluß und von Teilnehmerstationen führten sich gut ein. Um das Geschäft mit der Privatkundschaft in Fernmeldeapparaten zu fördern, hat sich die Berichterstatterin auch in erhöhtem Maß des Vermietungsgeschäfts (Fernsprecheinrichtungen, Polizeirufanlagen, Uhren) angenommen und dazu eigene Gesellschaften errichtet. Der technischen Vervollkommnung von Schachtsignalanlagen und Telegraphenapparaten wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die zusammen mit der Telefunken-Gesellschaft nach den Carolus-Patenten entwickelte Bildtelegraphie ist auf einer Kabellinie Berlin—Wien erstmalig in den öffentlichen Verkehr eingeführt worden. In Fernsprechkabeln, besonders in solchen für Weitverkehr, folgte einem Tiefstand der Beschäftigung um die Jahresmitte ein sehr lebhafter Bestellungseingang, in erster Linie seitens der Reichspost. Die Verlegung der für den Anschluß an das deutsche Netz erforderlichen Kabel, Spulen und Verstärkereinrichtungen hat die Gesellschaft mit ihren Schwesterhäusern ausgeführt bzw. sie hat daran mitgewirkt. Das Fernkabel Paris—Bordeaux, zu dem sie einen Teil der Kabel, sämtliche Spulen und Verstärker liefern muß und dessen Montage ihr ebenso obliegt wie die Verantwortung für das richtige Arbeiten der Gesamtanlage, stellt ein bedeutendes Reparationsgeschäft dar, das 1928/29 erledigt werden wird. Für die Fernkabellinie Rom—Neapel und einige Linien Oberitaliens hat die Berichterstatterin die Spulen und Verstärker beizustellen. Bei der großen Ausdehnung des Fernkabelnetzes bemerkbar gewordene Echoerscheinungen ließen sich durch einen Echosperrer beseitigen. Besonders entwickelte Meßsysteme ermöglichen die dauernde Überwachung der Einrichtungen auf den Verstärkerämtern. Für Rundfunkübertragung wurden besonders pupinisierte und geschützte Kabel entwickelt. Das Werk für Meßgeräte hat eine Typenreihe von kleinen Laboratoriums-Meßinstrumenten, Isolationsmessern, ferner einen Wirk- und Blindleistungschreiber sowie eine Erdungsmeßbrücke nach einem neuen Meßprinzip herausgebracht. Die meßtechnischen Aufgaben der Wärmewirtschaft wurden in einer Abteilung für wärmetechnisches Meßwesen zusammengefaßt; der Bericht erwähnt besonders wärmewirtschaftliche zentrale Meßanlagen für große Kraftwerke, wie z. B. für die Zentrale Herdecke und das Großkraftwerk Klingenberg. Auf medizinischem Gebiet ist die Siemens-Reiniger-Veifa G. m. b. H., die die Erzeugnisse der Berichterstatterin und der Reiniger, Gebbert & Schall A. G., Erlangen, vertreibt, mit 9 Mill. RM in neuer Form errichtet worden und hat ihre Verkaufsorganisation zum Vorteil des Auslandgeschäfts erweitert. Die gängigsten Typen von Röntgenapparaten und Untersuchungsgeräten werden jetzt, neu gestaltet, in großen Serien hergestellt. Für die Materialuntersuchung mit Röntgenstrahlen kamen Spezialeinrich-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 342.

tungen auf den Markt. Im Eisenbahnsicherungswesen finden u. a. die selbsttätigen Streckenblockanlagen der Berichterstatterin steigende Anwendung; auch die Berliner Stadt- und Vorortbahn erhält solche in Verbindung mit den Licht-Tagessignalen der Gesellschaft, deren automatische Zugbeeinflussungseinrichtungen sich auf den Probestrecken bewährt haben. Von der kürzlich gegründeten Vereinigten Eisenbahn-Signalwerke G. m. b. H.[1] erwartet der Vorstand eine Verbesserung und Verbilligung der Eisenbahnsicherungsanlagen. Der Bau luftgekühlter Flugmotoren wurde weiter entwickelt und auf größere Einheiten ausgedehnt. Wegen Aufgabe des eigenen Kraftwagenbaues (Vereinigung mit der NAG) hat die Gesellschaft die Erzeugung von Automobilmotoren eingestellt. In Rußland, für das ihr auch die Lieferung mehrerer Elektroöfen übertragen worden ist, baut sie drei größere Chloralkalielektrolyse-Anlagen. Ferner findet sich im Bericht der Hinweis auf Verfahren zur elektrolytischen Gewinnung von Zink und Zinn. Ermutigende Versuchsergebnisse wurden sowohl bezüglich der Herstellung reinen Berylliums und seiner Legierungen als auch der Verwendungsmöglichkeiten erzielt.

Von S. & H., den SSW und der Siemens-Bauunion, die vom russischen Staat zur Bauberatung beim Dnjepr-Kraftwerk verpflichtet wurde, und deren Arbeiten an der Shannon-Anlage in Irland rüstig fortschreiten, sind 1926/27 182 Mill. RM als Gehalt und Lohn an die in den deutschen Betrieben beschäftigten Angestellten und Arbeiter gezahlt worden. Die Aufwendungen für gesetzliche und freiwillige soziale Leistungen haben sich von 15,6 Mill. RM i. V. auf 17,6 Mill. RM erhöht. Der Rohüberschuß der Berichterstatterin (vor Abzug der Anleihezinsen und sozialen Leistungen) betrug 26 716 064 RM (13 502 041 Rohgewinn i. V.), der Reingewinn 18 851 249 RM (15 348 514 i. V.). Hieraus sollen auf unverändert 91 Mill. RM Stammaktien 12 % Dividende verteilt werden (10 % i. V.).

Siemens-Schuckertwerke A. G.[2] — Bei dem im Geschäftsjahr 1926/27 in die Form einer Aktiengesellschaft umgewandelten Unternehmen war am Schluß der Berichtszeit die Belegschaft um 30 %, der unerledigte Auftragsbestand um 67 % größer als zu Anfang. Wenn das Mehr an Bestellungen auch nur zum kleineren Teil Einfluß auf den verrechneten Umsatz hatte, war dieser doch noch höher als 1925/26. Die Geschäftsbelebung erstreckte sich auf alle Wirtschaftsgebiete; auch der Absatz für Industrieanlagen hat zugenommen, doch spiegelt sich darin, verglichen mit den Vorkriegszeiten, bei weitem noch nicht eine so rege Ausbautätigkeit wider, wie sie die damalige wirtschaftliche Entwicklung kennzeichnete.

Als besonders bemerkenswerte Inbetriebsetzungen in der Eisen- und Stahlindustrie erwähnt der Bericht die der Gesamtanlage eines Walzwerkes mit mehreren Umkehrwalzmotoren und Ilgnerumformern im europäischen Ausland. Die von der Gesellschaft für den Bergbau entwickelten Drehstromfördermaschinen haben wirtschaftlich und betriebstechnisch Gutes geleistet, und die für den Untertagebetrieb bestimmten Einrichtungen sind, besonders für Schlagwettergruben, vervollkommnet worden. Auf dem Elektrowärmegebiet sind die schnellen Fortschritte in der Anwendung der elektrischen Schweißung beachtlich. Die elektrischen Öfen für industrielle Beheizung zeigen die großen Vorteile der genauen Temperaturregelung. Neue Konstruktionen von Motortypen kleinerer und mittlerer Leistung sowie von Elektrowerkzeugen, Wasser- und Luftpumpen fanden guten Absatz. Zur Ausbreitung des Gebrauchs elektrischer Haushaltvorrichtungen hat die Gesellschaft durch Ausbildung der „Protos-Hausgeräte“ einen erheblichen Teil beigetragen. Der Bau von Kraftwerken ist, wie der Vorstand bemerkt, heute ein besonderes Problem der Ingenieurkunst. Die Berichterstatterin hat eine Kesselkonstruktion mit dem Grenzdampfdruck, dem kritischen Druck von 230 at, System Benson, innerhalb ihres Kabelwerks in regelmäßigen Betrieb und der Frage des Belastungsausgleichs und der Speicherung besondere Aufmerksamkeit zugewandt. Bei der Herstellung von Dampfturbosätzen erstrebt sie nicht nur günstigsten Dampfverbrauch und Anpassung an alle Betriebsbedingungen, sondern auch Verringerung der Anlagekosten durch Ausdehnung der Leistungsgrenzen bei hoher Drehzahl; sie ist hier schon zur Ausführung von Dampfturbinen und zugehörigen Generatoren bis zu 50 000 kVA bei 3000 Umdr./min geschritten. Die Übernahme des Dampfturbinenbaus der früheren Thyssenschen Maschinenfabrik, Mülheim/Ruhr, hat die SSW den Elektrizitätsfirmen zugereiht, die den dampftechnischen Teil der Turbosätze in eigenen Werkstätten erzeugen, doch werden sie auch weiter die Konstruktionen der ihnen befreundeten Maschinenfabriken liefern. Die Leistungen der für moderne Wasserkraftanlagen notwendigen Generatoren sind nicht geringer als die der größten Dampfturbodynamos. Da aber die Drehzahlen der Stromerzeuger bedeutend niedriger liegen als die von Dampfturbinen, erhalten erstere ganz ungewöhnliche Durchmesser und Gesamtgewichte. Parallel mit dieser Entwicklung steigern sich die Einzelleistungen und Spannungen der Transformatoren; für 110 kV sind diese heute normales Fabrikat, sie werden aber auch schon für 220 kV ausgeführt. Dem müssen die Freileitungen und Kabel entsprechen, von welch letzteren die Firma als gängigste Type solche für 35 kV produziert, doch ist bereits ein Kabel für 100 kV verlegt worden. Die Fabrikation von Elektrizitätszählern, die sich ja nur bei Fertigung in großen Mengen wohlfeil erzeugen lassen, wird durch die starken Schwankungen im Bedarf und die große Anzahl von Typen, die die mannigfachen Tarifformen der Elektrizitätswerke erfordern, wesentlich beeinträchtigt. Dem Vertrieb von Installationsmaterialien kam u. a. die Ausbildung eines neuen Systems für feuchte, selbst säurehaltige Betriebe, der Anthygrondrähte und des dazu gehörigen Einbaumaterials zugute. Für Straßen-, Hoch-, Untergrund- und Vorortbahnen wie auch für Industriebahnen hatte die Gesellschaft in großem Umfang elektrische Ausrüstungen zu liefern, und bei der Elektrisierung der Berliner Stadt- und Ringbahn ist sie stark beschäftigt. Der Umsatz im Auslandgeschäft ist trotz aller Erschwerungen nicht zurückgegangen. Diese erblickt der Vorstand nicht nur in dem hohen Zollschutz und anderen die Einfuhr hindernden Maßnahmen der Länder mit eigener Fabrikation bzw. in dem Dumping ausländischer Firmen, auch nicht nur in den äußerst unsicheren Verhältnissen des Ostens oder der besonders in Südamerika von nordamerikanischen Unternehmungen verfolgten Politik des finanziellen Aufkaufens, sondern auch darin, daß die Gestehungskosten im Inland der bisher noch immer alle paar Monate eingetretenen Lohnerhöhungen wegen immer größer geworden sind. Es wird nach Ansicht des Vorstandes allmählich fraglich, ob bei solcher Erschwerung des an sich kostspieligen Auslandgeschäfts dadurch noch ein genügender Anteil der allgemeinen Unkosten gedeckt werden kann.

Als Rohüberschuß (vor Abzug der Anleihezinsen und sozialen Leistungen) weist der Jahresbericht 31 078 202 RM (12 560 540 RM Geschäftsgewinn i. V.), als Reingewinn 14 780 373 RM (12 175 701 i. V.) aus. Bei nunmehr 120 Mill. RM Aktienkapital (90 Mill. RM Stammkapital i. V.) soll die Dividende von 8,5 auf 9 % erhöht werden.

Kein Monopol in der nordamerikanischen Elektroindustrie. — Die vor einiger Zeit auf Grund eines Senatsbeschlusses eingesetzte Federal Trade Commission hat ihren letzten Bericht über monopolistische Bestrebungen in der nordamerikanischen Elektroindustrie vorgelegt und, wie Power schreibt, festgestellt, daß dafür keine Beweise zu finden waren. Die General Electric Co., deren Produktion in den letzten Jahren 16 bis 20 % der nordamerikanischen Erzeugung elektrotechnischer Waren betrug, die Westinghouse Electric & Manufacturing Co. und die Allis-Chalmers Manufacturing Co. beherrschten allerdings den Elektrohandel, erstere beiden nach Ansicht vieler kleinerer Fabrikanten hauptsächlich wegen ihrer Finanzquellen und der länderumspannenden Verkaufsorganisationen; sie kontrollierten auch einige der bedeutendsten Großhändler. Schließlich macht die Kommission auf den zunehmenden Energietransport über die Landesgrenzen und den Zusammenschluß großer Kraftwerke zu Superpower-Systemen aufmerksam, für die eine staatliche Kontrolle bisher nicht vorgesehen sei.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 190: Welche Firma überzieht Flügelmuttern mit einem Isolierstoff?

Frage 191: Wer stellt Kabelendverschlüsse aus Blech her?

Abschluß des Heftes: 18. Februar 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 120.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 343.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



ZUR AUSSTELLUNG DES VEREINS

„HAUS DER ELEKTROTECHNIK"

LEIPZIG. FRÜHJAHR 1928

HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER. BERLIN / 1. MÄRZ 1928

Einzelpreis RM 1.00

ETZ

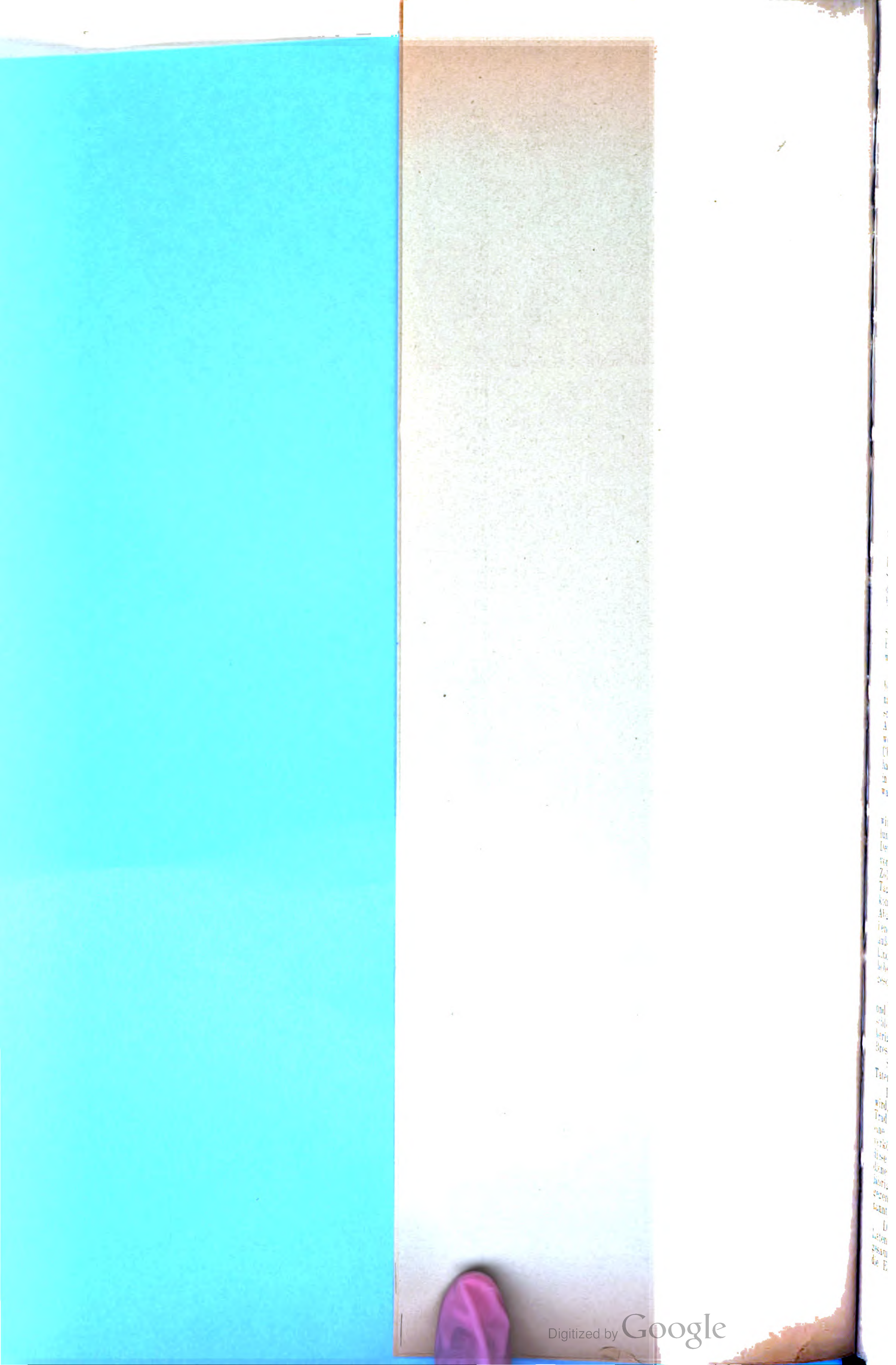
Zur Ausstellung
des Vereins „Haus der Elektrotechnik"
Leipziger Frühjahrsmesse 1928

Berlin, den 1. März 1928

INHALT:

Verzeichnis

der in diesem Heft mit Anzeigen vertretenen Firmen.



Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme. Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang Berlin, 1. März 1928 Heft 9

Der Lebensstrom der heutigen Wirtschaft.

Von **Richard Fellinger**, Berlin.

Der Leipziger Frühjahrsmesse des Jahres 1928 kommt besondere Bedeutung zu. Sie ist die erste nach der Genfer Weltwirtschaftskonferenz des Jahres 1927, das, wie Geheimrat Kastl schreibt, in der Geschichte als die erste Etappe für den Weltfrieden bezeichnet werden kann.

Der Fortschritt, den die Weltwirtschaftskonferenz gebracht hat, prägt sich vor allem in dem dort gefaßten Beschluß aus: „Die Konferenz erklärt, daß die Zeit gekommen ist, der Erhöhung der Zolltarife ein Ende zu machen und die entgegengesetzte Richtung einzuschlagen."

Ein weiterer großer Fortschritt ist getan durch die Fertigstellung eines Entwurfs für eine künftig von allen Staaten gleichmäßig anzuwendende Zollnomenklatur, die der Verwirrung auf diesem Gebiet ein Ende zu machen bestimmt ist.

Im Herbst des Jahres 1927 hat eine von 34 Staaten beschickte internationale Konferenz zur Aufhebung der Ein- und Ausfuhrverbote und anderer Handelshemmnisse wichtige Beschlüsse gefaßt.

Von besonderer Bedeutung ist weiter, daß ein sehr hervorragender italienischer Vertreter in der internationalen Handelskammer gelegentlich der Sitzung der deutschen Gruppe am 20. 1. 1928 auf den großen Bericht des Ausschusses zur Beseitigung der Handelshemmnisse hinweisen konnte, in dem die Kammer zum ersten Male „die Übersteigerung des Protektionismus des näheren geprüft hat, nicht nur vom Standpunkt der Tarife, sondern auch in all den unzähligen weit gefährlicheren Formen des Verwaltungsprotektionismus".

Das Jahr 1927 hat mit als Frucht der Genfer Weltwirtschaftskonferenz auch nach mehrjährigen Verhandlungen den Abschluß eines Handelsvertrages zwischen Deutschland und Frankreich gebracht, in dem Frankreich von seinem bisher für den Welthandel schädlichen starren Zollsystem zum ersten Male abgewichen ist. Und in diesen Tagen ist im Anschluß an diesen Handelsvertrag ein Abkommen zustandegekommen, nach dem die 26prozentige Abgabe, die Deutschland auf seine nach Frankreich gehende Ausfuhr zu zahlen hat, künftig nicht mehr in der äußerst nachteiligen und den Abschluß von Geschäften hindernden bisherigen, sondern in der leichteren Form erhoben werden soll, wie dies seit Jahren seitens Englands geschieht.

Als ein Fortschritt ist endlich der zwischen Frankreich und den Vereinigten Staaten von Amerika kürzlich geschlossene Handelsvertrag zu begrüßen, der in die bisherige Intransigenz der Union in bezug auf ihr Zollsystem Bresche gelegt hat.

Sind dies auch nur Anfänge, so sind sie doch als erste Taten nach vielen Reden von hoher Bedeutung.

Da die Leipziger Messe, wie mit Recht von ihr gesagt wird, in der Auswirkung ihrer in jahrhundertelanger Tradition gewonnenen Bedeutung „in gewisser Hinsicht eine europäische Wirtschafts- und Arbeitsgemeinschaft verkörpert", besteht aller Grund dafür, im Anschluß an diese der Förderung des internationalen Güteraustausches dienenden Errungenschaften des letzten Jahres ihren diesjährigen Veranstaltungen mit besonderen Hoffnungen entgegenzusehen und von diesen weitere Förderung der genannten Bestrebungen zu erwarten.

Die deutsche Industrie, durch Kriegs- und Nachkriegslasten äußerer und innerer Art schwerer belastet als ihre gesamte Konkurrenz im Auslande, hat besonders hart um die Ermöglichung ihres Wettbewerbes zu ringen. Sie kann ihre Stellung nur dadurch behaupten, erweitern und verbessern, daß sie, wie bisher, in ausgedehntestem Maß Qualitätsarbeit leistet. Hierzu ist sie in ganz besonderem Maße berufen.

Parker Gilbert betont in seinem letzten Jahresbericht, daß Deutschland durch Verfeinerung und Spezialisierung die Ausbreitung seines Handels erstreben müsse.

Wenn nun Deutschland mit Recht als das Land der Veredelungsindustrie bezeichnet wird, trifft dies in erster Linie für die deutsche Elektrotechnik zu; wenn daher von der Ausfuhr deutscher Qualitätsarbeit geredet wird, muß in allererster Linie der deutschen Elektrotechnik gedacht werden. Die ETZ trägt dem besonderen Gepräge der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse Rechnung, indem sie ihr Sonderheft für die Messe vor allem der deutschen Elektroausfuhr widmet.

Das Haus der Elektrotechnik auf der Leipziger Technischen Messe wird auch in diesem Frühjahr wieder zahlreiche Fortschritte dem In- und Ausland zur Kenntnis bringen, die auch im letzten Jahr wieder der Genialität deutscher Ingenieure und der Tüchtigkeit des in Jahrzehnten vorgebildeten deutschen Arbeiterstammes zu verdanken sind.

Die ungeheure Umwälzung, die durch das Eindringen der Elektrotechnik in das gesamte wirtschaftliche und private Leben angebahnt worden und noch in der Durchführung begriffen ist, stellt wohl zur Zeit die bedeutendste Entwicklung im gesamten weltwirtschaftlichen Leben dar.

Der elektrische Strom kann heute als der Lebensstrom der Wirtschaft eines Landes bezeichnet werden, die elektrotechnische Ausrüstung eines Landes als der Maßstab für seinen Kulturstand. Ihrer Einwohnerschaft die besten elektrotechnischen Einrichtungen auf allen Gebieten auf die leichteste und wohlfeilste Weise zu vermitteln, ist eine der vornehmsten Aufgaben jeder Regierung.

Die durch die heutigen schwierigen Verhältnisse gebotene intensive Bewirtschaftung nicht nur des Bodens, sondern aller Wirtschaftsgebiete, macht erforderlich, daß der elektrische Strom in den letzten Winkel jedes Landes geleitet und seine Anwendung in jeder Weise erleichtert wird. Die Gebiete, auf denen diese möglich ist, mehren sich von Tag zu Tag. Tausende der besten Köpfe mühen sich an ihrer Vervollkommnung, Hunderttausende hochwertiger Arbeiter sind dabei beschäftigt.

Die Weltproduktion an elektrotechnischen Erzeugnissen wird für das Jahr 1925 auf etwa 12 Milliarden RM geschätzt, die Zahl der in der Elektrotechnik beschäftigten Arbeiter für die gleiche Zeit auf über 800 000. Trotzdem kann man sagen, daß die Anwendung des elektrischen Stromes und ihre Ausbreitung erst in den Anfängen steht.

Selbst in den Ländern, in denen die umfangreichste elektrotechnische Produktion zu Hause ist (Zahlentafel 1), einschließlich Deutschlands, von wo sie ausgegangen ist und wo sie, abgesehen von den Vereinigten Staaten, heute die größten Unternehmungen hat, ist nur ein kleiner Teil ihrer Anwendungsmöglichkeiten bisher in die Praxis umgesetzt. Ein Beispiel dafür bietet einmal die Zahl der Telephonanschlüsse (Zahlentafel 2), sodann der Umfang der bereits vollzogenen Elektrisierung der Eisenbahnen (Zahlentafel 3). Auf dem weitaus größten Teil der von Menschen bewohnbaren Erde ist die Entwicklung noch viel weiter zurück. Ein ungeheures Betätigungsfeld liegt vor ihr.

1. Erzeugung elektrotechnischer Materialien im Jahre 1925.

Länder	Wert der Jahreserzeugung[1] Millionen RM	Zahl der Bewohner[2] Millionen	Elektrotechn. Erzeugung je Kopf der Bevölkerung in RM
Deutschland	2100	63,180	33,23
Frankreich	442	40,743	10,84
Großbritannien	1037	42,769	24,24
Italien	167	38,755	4,30
Tschechoslowakei	50	13,613	3,67
Schweiz	92	3,880	23,71
Schweden	62	5,904	10,50
Österreich	113	6,335	17,29
V. S. Amerika	4330	118,628	36,50

[1] Quelle: Monographie über die elektrotechnische Industrie, herausgegeben vom Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, 1926.
[2] Nach der neuesten Zählung.

2. Stand und Entwicklung des Fernsprechwesens Anfang 1926[1].

Länder	Angeschlossene Fernsprechapparate insgesamt in Tausend	auf 100 Einwohner
Deutschland	2 588	4,1
Großbritannien	1 380	3,0
Frankreich	737	1,8
Schweden	436	7,2
Dänemark	316	9,2
Niederlande	214	2,9
Schweiz	195	5,0
Rußland mit Sibirien	193	0,1
Österreich	153	2,3
Italien	200	0,5
Belgien	159	2,0
V. S. Amerika	16 936	14,8
Kanada	1 144	12,2
Argentinien	189	1,9
Brasilien	103	0,3
China	118	0,03
Japan	637	1,1
Australien	362	6,1

3. Stand der Elektrisierung der Vollbahnen Ende 1926[1].
(Nur Strecken gerechnet.)

Länder	Länge der elektrisierten Strecken km	Gesamtlänge der Eisenbahnen km	Elektrisierte Strecken in % des gesamten Netzes
Deutschland	1050	57 983	1,8
Schweiz	1387	5 748	24,1
Schweden	926	15 715	5,9
Italien	1093	20 664	5,3
Frankreich	1145	53 561	2,1
Österreich	331	7 038	4,7
Großbritannien	130	39 262	0,3
Norwegen	205	3 456	5,9
V. S. Amerika	3127	403 891	0,8
Kanada	2798	64 523	4,3
Japan	211	21 098	1,0

[1] Quelle: Geschäftsbericht des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie, 1927.

Kein Wunder, daß jedes Land bemüht ist, sich die Segnungen dieses Lebensquells des wirtschaftlichen Wohlstandes in möglichst weitem Umfang zu sichern, und alle Anstrengungen macht, es den schon besser ausgerüsteten nachzutun, ihre Fortschritte einzuholen. Denn die Erkenntnis von der Lebenswichtigkeit dieser Licht- und Kraftquelle ist naturgemäß längst Allgemeingut geworden.

Die daraus zu ziehenden Folgerungen werden aber falsch verstanden, wenn nun jedes einzelne Land, auch das kleinste und auch dasjenige, dem alle Vorbedingungen zur Einrichtung einer entsprechend ausgebildeten mechanischen Industrie fehlen, sich eine eigene Elektroindustrie gründen und alles selbst machen will. Das ist ein unmögliches Beginnen. Elektrotechnische Betätigung in einem Lande hat zur Voraussetzung ganz bestimmte Veranlagung des Volkes, sodann einen bereits sehr hohen Stand von Wissenschaft und Technik, fabrikatorischer und kaufmännischer Organisation und einen hochwertigen Arbeiterstamm.

Demzufolge verfügt heute trotz des Heranwachsens elektrotechnischer Produktion während des Krieges nur eine kleine Anzahl von Ländern über eine elektrotechnische Industrie größeren Umfangs, und ganz wenige nur von ihnen besitzen eine solche, die alle ihre Zweige zu pflegen und auch die kompliziertesten Erzeugnisse in der notwendigen Vollkommenheit herzustellen befähigt ist.

Daß gleichzeitig auf dem Weltmarkt eine Überproduktion elektrotechnischer Erzeugnisse sich zeigt, ist kein Widerspruch hierzu. Überproduktion erstreckt sich auf Massenware. Hochqualifiziertes Material wird in der erforderlichen Güte nur in ganz wenigen Ländern hergestellt, und dabei wird es auch auf Jahrzehnte hinaus sein Bewenden haben.

Die Entwicklung, wie sie in Deutschland, dem Ursprungsland der Elektrotechnik, in 80 Jahren sich herausgearbeitet hat, läßt sich nicht, am wenigsten in ein paar Jahren, nachholen. Daß es der amerikanischen Elektroindustrie gelang, den deutschen Fortschritt auf einzelnen Gebieten zu überholen, war nur möglich in einer Zeit, in der Deutschland im Kriege lag, Amerika aber ohne eine solche Beschränkung seine Elektroindustrie in aller Ruhe entwickeln konnte. Anderen Ländern wird dies nicht mehr gelingen, denn die nunmehr längst wieder einander gleichwertige deutsche und amerikanische Elektroindustrie arbeiten ja unermüdlich weiter am Fortschritt und werden demnach auch künftig der Elektroindustrie der übrigen Länder immer um erhebliche Länge vorausbleiben.

Mit den zur Unfruchtbarkeit verurteilten Versuchen, im eigenen Lande alles herstellen zu wollen, wird unendlich viel Arbeit, Zeit und Geld unnütz vertan. Denn nur in einer beschränkten Zahl von Ländern ist die Bevölkerung so veranlagt, daß ein Arbeiterstamm für so hochwertige Produktion, wie die Elektrotechnik sie erfordert, herangebildet werden könnte. Die übrigen Länder sind, die einen für immer, die anderen mindestens auf Jahrzehnte hinaus, auf die Hilfe der Länder angewiesen, die eine ausgebildete elektrotechnische Industrie besitzen.

Man sollte denken, es müßte das eifrigste Bestreben der Regierungen aller dieser Länder sein, sich einer möglichst ungehinderten Einfuhr aller elektrotechnischen Erzeugnisse zu versichern, die im eigenen Lande nicht hergestellt werden können, damit die Gesamtwirtschaft des Landes möglichst die gleiche Hebung erfährt wie die anderer Länder und nicht zurückbleibt.

In manchen Ländern ist dies auch der Fall, und die Bevölkerung hat entsprechenden Vorteil davon. In einer großen Anzahl von Ländern aber ist bekanntlich ein ganz anders geartetes Vorgehen zu beobachten. Sei es in Verkennung der ungeheuren Gefahren, die ein solches Verfahren mit sich bringt, sei es unter dem Druck politisch einflußreicher Unternehmer, oft eines einzigen, schließen viele Regierungen ihre Grenzen hermetisch zu und bemühen sich, mit all den vielen in letzter Zeit in der Öffentlichkeit besprochenen Mitteln, einschließlich Strafandrohung und Verfemung im Ausland Kaufender, die elektrotechnische Einfuhr fernzuhalten, um die „nationale Arbeit", d. h. den Aufbau einer einheimischen Elektroindustrie, zu schützen.

Ein „Schutz" findet auch insofern statt, als diese einheimische Industrie in die Lage versetzt wird, wenn auch nicht gut, so doch zu hohen Preisen zu liefern. Die Folge ist dann natürlich, daß der elektrische Strom und alles, was mit ihm betrieben wird, in diesem Land kostspieliger ist als dort, wo eine gesunde Produktion natürlich geworden oder wo andernfalls der Einfuhr einer solchen keine Hindernisse bereitet sind, wodurch bei der Eigenschaft der Elektrizität als des Grundelements der heutigen Wirtschaft die Gesamtwirtschaft des Landes und damit auch die Lebenshaltung der Bevölkerung verteuert, ihre Kaufkraft vermindert wird.

In der Tat haben sich nach dem Kriege die meisten Staaten in Europa und z. T. auch in Übersee mit ungeheuren Zollschutzmauern insbesondere gegen die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse aus Deutschland zu sichern unternommen.

Der Vorteil, den eine solche künstliche Hochzüchtung einer Industrie in einem hierfür nicht geeigneten Lande für eine Anzahl von Unternehmungen herbeiführt, kann aber — und das wird gegenwärtig noch allzu sehr übersehen — einmal nicht von Dauer sein und hat ferner, volkswirtschaftlich gesehen, ungeheure Schäden für das ganze Land zur Folge.

Die Firmen, die auf diese Weise künstlich geschützt sind, werden sich aus ganz natürlichen Gründen über eine

gewisse Höhe technischer und kaufmännischer Vervollkommnung nicht hinaus entwickeln. Wo kein Wettbewerb ist, fehlt der wichtigste Ansporn zum Fortschritt, ohne Kampf kein Preis, ohne Wettbewerb keine Höchstleistung. Eine Industrie, die nicht um ihre Existenz kämpfen muß, wird bald stagnieren, Stillstand ist aber ganz besonders auf wirtschaftlichem und technischem Gebiet immer Rückschritt. Und schließlich macht sich bei den Verbrauchern das Verlangen nach vollwertigen Fabrikaten darin Luft, daß eben doch auch die höchsten Zollmauern übersprungen und die strengsten protektionistischen Vorschriften irgendwie umgangen werden.

Das Ergebnis hoher Zölle und protektionistischer Maßnahmen ist dann nicht Fernhaltung der Einfuhr, sondern nur Erhöhung der Preise. Was dies bei der Wichtigkeit der elektrischen Versorgung eines Landes bedeutet, liegt auf der Hand.

Die Statistik zeigt, daß auch Länder mit ganz hohen Zollsätzen eine umfangreiche Einfuhr aufweisen.

Die Verbraucher zahlen die Zeche: die gesamte Industrie des Landes, die Strom, Maschinen und Apparate hoch bezahlen muß, kann nur teuer fabrizieren, die Elektrizitätswerke, die wegen der hohen Kosten keine Anschlüsse bekommen, ihre Netze nicht ausdehnen können, vermögen nicht rentabel zu wirtschaften, die Landwirte keine intensive Bewirtschaftung einzuführen, die Kranken leiden, da keine entsprechenden Apparate angeschafft werden können, die gesamte Bevölkerung wird in ihrer Lebenshaltung gehemmt, in ihrer Kaufkraft geschwächt. Das Land bleibt zurück, während außerhalb seiner Grenzen der Fortschritt blüht.

Kein Geringerer als Professor Cassel sagte kürzlich: „Der Kampf um Absatz kann auf zwei wesentlich verschiedene Arten geführt werden. Man kann eine höhere Effektivität anstreben und also einen erweiterten und lohnenderen Absatz dadurch zu gewinnen suchen, daß man der Allgemeinheit besser dient. Man kann aber auch durch protektionistische Mittel den Wettbewerb auszuschließen suchen und sich damit einen Markt sichern, zu dem man durch keine überlegene Leistungen für die Gesamtwirtschaft berechtigt ist. Auf die erste Art arbeitet man für das Gemeinwohl, auf die letztere, jedenfalls überwiegend, diesem entgegen."

Es ist ein falscher Patriotismus, den als Fahnenflüchtigen der einheimischen Volkswirtschaft anzusehen, der wirklich notwendige, im eigenen Lande nicht zu bekommende Waren aus dem Auslande bezieht.

Ganz unsinnig, ein Widerspruch in sich selbst, ist natürlich, wenn ein Land, das seine Einnahmen verbessern will, Finanzzölle gerade auf elektrotechnische Erzeugnisse legt. Es verstopft damit die wichtigsten Quellen seines Wohlstandes und damit auch seiner Einnahmen, die es vermehren möchte.

Das Tüchtige eines anderen Landes zu sich hereinlassen erhöht die eigene Wirtschaftskraft und die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt; das Gegenteil hindert den Fortschritt im eigenen Lande und bringt es der übrigen Welt gegenüber in Rückstand.

Und nicht nur das auf solche Weise in seiner Entwicklung gehemmte Land, die gesamte Weltwirtschaft hat ein Interesse an der Beseitigung solcher unnatürlichen Beschränkung gesunden Wettbewerbes. Denn ein Land, das durch hohe Zölle seine Wirtschaftslage schädigt, damit die Kaufkraft seiner Bevölkerung zurückhält, ist auch ein schlechter Käufer auf dem Weltmarkt.

Es ist ein verhängnisvoller Irrtum, zu glauben, der wirtschaftliche Nachteil des Nachbars bedeute den eigenen Vorteil. Das Gegenteil ist der Fall.

Öffnung der Grenzen hat zur Folge, daß im eigenen Lande nur das erzeugt wird, was aus eigener Kraft geschaffen werden kann, daß dagegen zu normalen Preisen hereinströmt, was der Bevölkerung darüber hinaus vonnöten ist. Das ist dann gesunder Zustand. Ein gesunder Wettbewerb wird die einheimische Industrie anfeuern und in dem Maße wachsen lassen, in dem es die Verhältnisse und die natürlichen, technischen und organisatorischen Voraussetzungen rechtfertigen. Das Land aber wird nicht künstlich vom Weltmarkt abgeschlossen, sondern bleibt mit ihm in gegenseitig fruchtbringender, dem gemeinsamen Fortschritt dienender Verflechtung.

Die deutsche elektrotechnische Industrie ist hierin von jeher mit gutem Beispiel vorangegangen. Sie hat niemals hohe Zölle gebraucht, ohne jede künstliche Schutzmauer hat sie ihre Stellung errungen und behauptet.

Man liest zuweilen in den Zeitungen, daß die im Jahre 1925 vorgenommene Erhöhung eines Teils der deutschen Einfuhrzölle auf elektrotechnische Waren diese Zölle zu Hochschutzzöllen gemacht habe. Diesem falschen Gerücht kann nicht entschieden genug entgegengetreten werden. Die Erhöhungen vom Jahre 1925 sind nur aus dem Grunde notwendig geworden, weil die deutsche Elektroindustrie, solange sie von lauter mit Hochschutzzöllen bewehrten Ländern umgeben ist, nicht völlig wehrlos der Auslandskonkurrenz gegenüberstehen kann, die in der Lage ist, im eigenen Lande den hohen Zoll zu hohen Preisen auszunutzen und bei der Ausfuhr sogenanntes echtes Dumping zu treiben.

Aus der nachfolgenden Übersicht ergibt sich aber, daß trotzdem von allen Ländern, die eine große elektrotechnische Industrie besitzen, Deutschland auch nach der Zollerhöhung von 1925 überall da die niedrigsten Zölle aufweist, wo es auf hohe Qualität der technischen Leistung ankommt (Zahlentafel 4).

4. Zollbelastung elektrotechnischer Erzeugnisse in verschiedenen Ländern, in % des Preises, Anfang 1928.

Länder	Elektr. Maschinen und Transformatoren	Telephon- und Telegraphenmaterial
Deutschland . . .	4 bis 8 %	4 bis 8 %
Frankreich[1] . . .	10 „ 30 „	15 „ 22 „
Italien[1]	12 „ 55 „	4 „ 22 „
Polen[1]	23 „ 120 „	5 „ 30 „
Spanien[1]	9 „ 45 „	13 „ 53 „
Tschechoslowakei[1] .	15 „ 60 „	10 „ 59 „
V. S. Amerika . . .	30 %	40 %

[1] Vertragssätze; die autonomen Sätze ergeben noch weit höhere Belastungen, z. T. ein Vielfaches der oben genannten.

Deren bedarf das Ausland. Die deutsche Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse umfaßte um 1913 beinahe die Hälfte des gesamten Elektrowelthandels. In der Zeit, als Deutschland durch den Krieg vom Weltmarkt abgeschlossen war, rückten die Vereinigten Staaten an seine Stelle, und auch England entwickelte seine Ausfuhr zu bedeutendem Umfang. Seit dem Jahre 1918 hat Deutschland einen Teil des verlorenen Absatzes wiederzugewinnen vermocht. Neuerdings stehen Deutschland, England und die Vereinigten Staaten mit nahezu gleichen Ausfuhrzahlen nebeneinander, in weitem Abstand folgen die anderen Länder.

Das ist ein Zeichen dafür, wie gesund die deutsche Elektrotechnik ist. In der herben Luft gesunden Wettbewerbs und trotz der schweren Hemmungen durch die Zölle und den Protektionismus im Auslande hat sie sich bis heute tüchtig gehalten und die durch Krieg und die Handelsbeschränkungen der Nachkriegszeit bis zum Jahre 1925 unterbrochene Entwicklung nachgeholt und erfolgreich fortgesetzt.

Das hat seinen Grund darin, daß sie auf denkbar bestgeeignetem Boden in stetiger Entwicklung emporgewachsen ist. Deutschland ist von jeher das Land wissenschaftlicher Leistungen, technischer Tüchtigkeit, qualifizierter Arbeit jeder Art. Hier ist darum auch der Urquell der Elektrotechnik entsprungen. Seit der Gründung der Firma Siemens & Halske durch Werner Siemens gibt es eine Elektrotechnik. Ihre bedeutendsten Errungenschaften sind auch seither von Deutschland ausgegangen. Später hat neben ihm Amerika, namentlich in bezug auf Massenherstellung, allerdings unter dem Schutz gewaltig hoher Zölle, Bedeutendes geleistet.

Amerika ist das einzige Land, das auf Grund seines beinahe auf allen Gebieten unerschöpflichen Reichtums an Naturschätzen die Fähigkeit zu einer Art autarkischer Wirtschaft, wenigstens für eine gewisse Zeit, aufweist.

Wenn allgemein die deutsche Qualitätsindustrie allen Erschwerungen im In- und Auslande zum Trotz ihre alte Stellung wieder errungen und damit auch in der veränderten Weltwirtschaft der neuesten Zeit ihren Befähigungsnachweis erbracht hat, so gilt dies in ganz besonderem Maße von der elektrotechnischen Industrie.

Auch auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse wird sie durch die gezeigten Fortschritte neue Beweise ihrer Tüchtigkeit geben und den Käufern aus dem Auslande den Wunsch nahelegen, sich der damit gebotenen Vorteile für ihre Heimat zu versichern. Soweit dort die Einfuhr deutscher elektrotechnischer Waren durch hohe Zölle und Verwaltungsprotektionismus gehemmt oder verteuert ist, mögen sie daheim dies als Beispiel dafür geltend machen, daß es falsch ist, den Fortschritt im Lande durch solche Schranken zu hemmen, daß es vielmehr, wenn das z. Z. noch bestehende wirtschaftliche Chaos nicht ver-



ewigt werden und für die gesamte Weltwirtschaft vernichtende Folgen bringen soll, kein dringenderes Gebot gibt, als die bestehenden Schranken baldigst niederzulegen. Damit werden sie zu ihrem Teil dazu beitragen, daß die in Genf und andernorts im vorigen Jahre gepflanzten Keime aufgehen und die noch immer vom Wirtschaftskampf durchtobte Welt dem für alle Völker so dringend notwendigen und von allen so heiß ersehnten Wirtschaftsfrieden nähergebracht wird.

Wenn es der Leipziger Frühjahrsmesse gelingt, durch das, was sie zu zeigen hat, und durch die Befestigung bestehender und die Anknüpfung neuer Beziehungen aufs neue zu erhärten, daß Verständigung unter Staaten und Industrien dem Wohle der Menschheit wie der einzelnen Völker förderlicher ist als die gegenseitige Abriegelung, wird sie ihre Aufgabe als erste Leipziger Frühjahrsmesse nach den der Förderung des wirtschaftlichen Friedens gewidmeten denkwürdigen internationalen Veranstaltungen des letzten Jahres aufs beste erfüllt haben.

Das Haus der Elektrotechnik wird mit seinem Anteil an der Erfüllung dieser Aufgabe nicht an letzter Stelle stehen.

Über Einleiterstromwandler.

(Mitteilung aus der AEG-Fabrik für elektrische Meßinstrumente, Laboratorium.)

Von **Ad. Kutzer**, Berlin.

Übersicht. Es werden die Vorzüge der Einleiterstromwandler in bezug auf thermische und dynamische Sicherheit bei Auftreten von Kurzschlußströmen aufgeführt, und es wird an Hand von Fehlerkurven der neuen AEG-Ringstromwandler der Nachweis geführt, daß man schon von 300 A ab Einleiterwandler mit hoher Genauigkeit bei geringem Gewicht bauen kann.

Die Betriebsicherheit ist das erste Gebot für jedes Werk. Ihr Einfluß auf die Kosten des Werkproduktes ist oft von größerer Bedeutung als der Wirkungsgrad der Maschinen und Apparate. Man berechne doch die Verluste, welche entstehen, wenn ein Werk durch die Störung an einem an sich untergeordneten Apparat stillgelegt und die Belegschaft auch nur stundenweise zum Feiern verurteilt ist. Dieser Fall ist besonders für Kraftwerke, die große Gebiete mit Strom versorgen, wichtig. Es werden daher auch von dieser Seite die höchsten Anforderungen an die Betriebsicherheit der Nebenapparate gestellt.

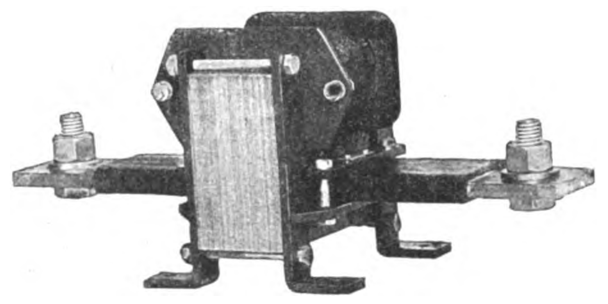


Abb. 1. Stromwandler mit Luftisolation.

Einer der wichtigsten Apparate, der Wächter der Anlage, ist der Stromwandler. Er liegt sowohl bei der Erzeugung- als auch der Verbrauchstelle der elektrischen Energie in vorderster Front und hat als erster alle Angriffe, die der Anlage gelten, über sich ergehen zu lassen Von seiner ungestörten Wirkung auf Instrumente, Relais und Schalter auch im Gefahrmoment hängt der Schutz der Anlage und seine Daseinsberechtigung ab.

Die Gefahren, welche dem Stromwandler drohen, sind:

1. Abnormale Spannungsverhältnisse in der Anlage, wie Sprungwellen, Wanderwellen usw. Ihre Wirkung besteht in Beschädigung der inneren Isolation des Wandlers und führt zu Kurzschlüssen in der Wicklung bei Durchschlag von Windung zu Windung, Übergang der Hochspannung auf die Niederspannungseite, bei Durchschlag von der Hochspannungswicklung nach der Niederspannungswicklung, oder schließlich Erdschluß bei Überschlag oder Durchschlag von der Hochspannungswicklung nach dem Gehäuse oder Kern. Diese Störungen treten häufiger ein als man annimmt und können unbemerkt vorübergehen, wenn die zum Ausgleich gekommene Energie gering war und die Durchschlagstrecke sich sofort wieder schließt, ein Fall, der z. B. bei Durchschlag von Öl leicht vorkommen kann. Macht aber der Übergang der an sich geringen Überspannungsenergie den Weg für größere Energie aus dem Netz frei, so führt der Überschlag meist zur Zerstörung des Wandlers. Gegen diese Gefahren kann man den Stromwandler durch die bekannten Schutzwiderstände oder Funkenstrecken schützen.

2. Der Stromwandler ist durch hohe Stromstärken, die das Vielfache seiner Nennstromstärke betragen, gefährdet. Die Beherrschung dieser Gefahr ist weitaus schwieriger. Entsprechend den Eigenschaften des elektrischen Stromes haben wir es erstens mit Erwärmung zu tun. Wir müssen also den Wandler thermisch sicher konstruieren, und zweitens haben wir der Eigenschaft zweier stromdurchflossener Leiter Rechnung zu tragen, die sich je nach der Stromrichtung anziehen oder abstoßen, d. h. die Wandler dynamisch sicher zu bauen. Für die thermische Festigkeit ist die Dauerkurzschlußstromstärke maßgebend. Kritisch wird hier die Lage, wenn der Wandler in einem Abzweig liegt, der normal nur einen Bruchteil der Gesamtenergie, im Kurzschlußfall aber die ganze verfügbare Energie durchlassen muß. Die Berechnung der möglichen Kurzschlußströme ist in den letzten Jahren ausführlich in der Literatur behandelt worden. In diesem Fall muß der Stromwandler für höhere Stromstärken als normal bemessen werden, wobei man sich u. U. mit einer geringeren Genauigkeit begnügen muß. Mitunter wird die Forderung gestellt, daß der Querschnitt der primären Wicklung gleich ist dem Querschnitt der Zuleitung. Diese Forderung ist an sich berechtigt; dann ist die thermische Sicherheit des Wandlers ungefähr gleich der thermischen Sicherheit der Zuleitung. Nur kann diese Forderung häufig nicht erfüllt werden, da die Kabel mit Rücksicht auf mechanische Festigkeit oder spätere Erweiterung der Anlage stärker bemessen werden als nötig. Die Vergrößerung des Leiterquerschnittes im Wandler hat jedoch die Vergrößerung aller Dimensionen desselben zur Folge, damit aber eine Vergrößerung des Gewichtes und des Preises, und man kommt bei kleinen Stromstärken nur zu bald an die Grenze des Möglichen.

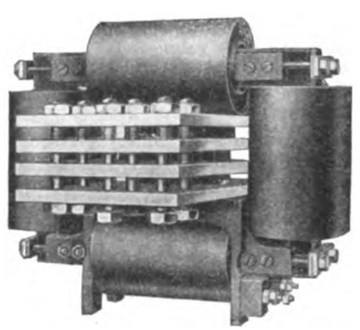


Abb. 2. Vierspulenstromwandler.

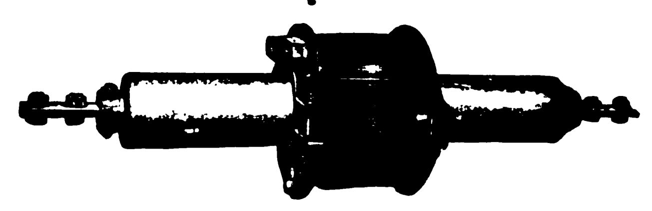


Abb. 3. Kurzschlußsicherer Einleiterringwandler.

Die dynamische Sicherheit wird bedingt durch die höchste Stromspitze, die beim Kurzschluß hinter dem Wandler auftritt. Dieser Stromstoß sucht die einzelnen Windungen der Wicklung und die primäre und sekundäre Wicklung gegeneinander zu verschieben. Die Kräfte, die dabei auftreten, zählen bei großen Leistungen nach Hunderten von Kilogramm und müssen sicher abgefangen werden.

Sowohl mit Rücksicht auf die thermische wie auf die dynamische Sicherheit sind die Einleiter- oder Schienenwandler am günstigsten. Der Primärleiter ist als Einzelleiter gegen dynamische Wirkungen unempfindlich und gegen Bewegungen des Wandlerkernes leicht festzulegen



Auch in thermischer Beziehung ist er günstiger als einzeln isolierte Drähte. Nur muß man bei Bemessung die in ihm auftretenden Wirbelströme, die ja auch zur Erwärmung beitragen, berücksichtigen.

Einen Schienenwandler der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, wie solche bereits vor vielen Jahren zum erstenmal gebaut wurden und heute noch in vielen Anlagen gern verwendet werden, zeigt Abb. 1.

Diese Schienenwandler haben aber den Nachteil, daß ihre Fehler sehr von der Lage zu benachbarten Stromschienen abhängen. Es müssen daher diese Wandler nach besonderen Vorschriften, die vom Lieferanten dem Wandler beigegeben werden, eingebaut werden.

Vergleicht man nun die Vorschriften verschiedener Herkunft für Wandler gleicher Konstruktion, so findet man, daß die Anschauungen über den Einfluß benachbarter Schienen weit auseinander gehen, ein Beweis dafür, wie schwer es ist, eindeutige Angaben über den Einbau dieser Schienenwandler zu geben. In diesen Vorschriften kann aber der Einbau nur so weit vorgeschrieben werden, als es sich um Schienen in gerader Richtung handelt. Zwingen die örtlichen Verhältnisse dazu, wie es wohl meist der Fall ist, die Schienen im Winkel zu verlegen, so muß der Einfluß der Schienenlage meist an Ort und Stelle festgelegt werden.

Immerhin sind diese Wandler für Stromstärken bis zu etwa 3000 A, und wenn es sich nicht um Präzisionsmessungen handelt, gut brauchbar.

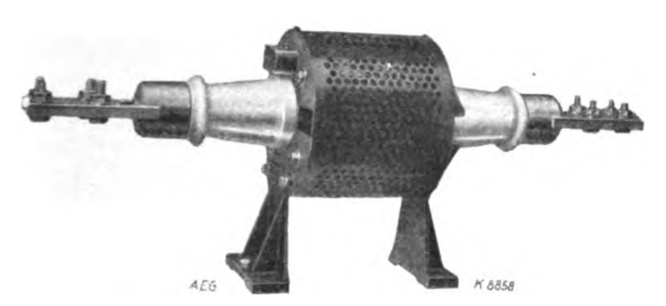


Abb. 4. Einleiterwandler mit Porzellandurchführung und Fuß für Wandbefestigung.

Bei sehr großen Stromstärken können aber trotz aller Vorsicht größere Fehler kaum vermieden werden. Die AEG ging daher dazu über, die sekundäre Wicklung auf zwei oder, wie Abb. 2 zeigt, auf alle vier Schenkel des Wandlers zu verteilen.

Wandler dieser Bauart sind schon weitgehend vom Einbau unabhängig.

Der verminderte Einfluß der Nachbarschienen ist bei diesen Wandlern mit zwei Sekundärspulen leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß der Fluß, den die Nachbarschiene durch die Spule treibt, in bezug auf die Richtung des wirksamen Flusses in der Spule, in den beiden Spulen entgegengesetzt verläuft. Es kommt also nur die Differenz der Flüsse, die wegen der verschiedenen Lage zur Nachbarschiene nicht gleich sind, zur Wirkung. Auch die Streuung dieser Wandler mit verteilter Sekundärwicklung ist wesentlich günstiger. Dieses wirkt sich insbesondere in Anlagen der chemischen und metallurgischen Industrie aus, die Ströme von 2000 und mehr A verwendet, und wo eine durch den Arbeitsprozeß bedingte Gleichstromkomponente im Stromkreis auftritt.

Für solche Anlagen, die mit verhältnismäßig niederen Spannungen arbeiten, macht auch die Isolation der Primärleiter keine besonderen Schwierigkeiten.

Für beliebig hohe Spannungen, hauptsächlich zu Verwendung in Kraftwerken, hat aber der Einleiterringwandler fast alle anderen Wandlerformen ersetzt. Bei dem Einleiterringwandler ist der Kern, wie aus Abb. 3 hervorgeht, ein vollkommen geschlossener, ringförmiger Eisenkörper, auf dem die sekundäre Wicklung nahezu gleichmäßig über den ganzen Ring verteilt ist.

Die Wicklung hat dadurch sehr günstige Kühlung und ist sicher und fest gelagert, so daß eine Verschiebung nicht möglich ist. Der Primärleiter ist mit Hartpapier fest umpreßt und zentral durch den Ringkörper geführt. Die feste Umpressung, bei der jede Luftschicht zwischen Leiter und Isolator vermieden ist, verhindert alle Entladungserscheinungen, und durch die zentrische Lage des Primärleiters zur sekundären Wicklung ist jede Neigung zur gegenseitigen Bewegung bei Auftreten von Kurzschlußströmen ausgeschlossen. An Orten, wo Preßpapierisolation nicht erwünscht oder, wie in den Tropen, nicht zulässig ist, wird der Primärleiter durch eine Porzellandurchführung isoliert. Diese Einleiterringwandler können in jeder beliebigen Lage in den Leitungszug eingebaut werden. Abb. 4 zeigt den Wandler mit Porzellandurchführung und Fuß für Wandbefestigung.

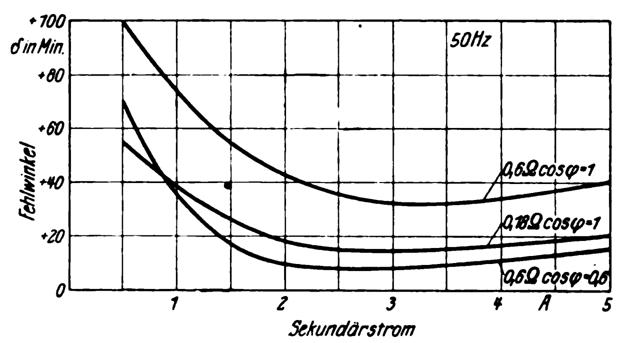


Abb. 5. Fehlwinkel eines Einleiterstromwandlers 300/5 A.

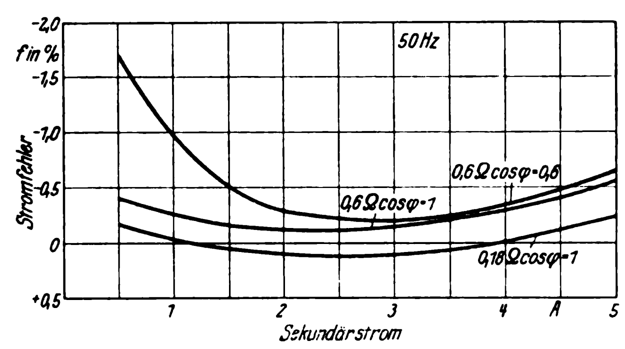


Abb. 6. Stromfehler eines Einleiterstromwandlers 300/5 A.

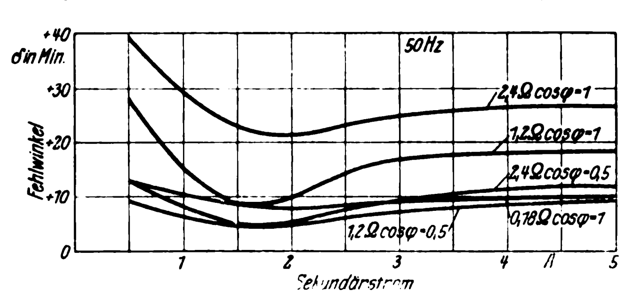


Abb. 7. Fehlwinkel eines Einleiterstromwandlers 2000/5 A.

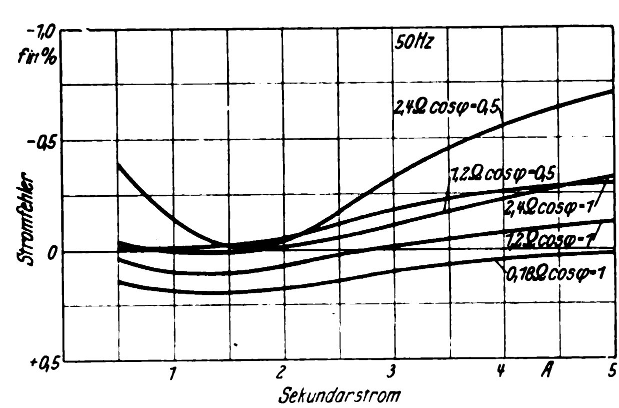


Abb. 8. Stromfehler eines Einleiterstromwandlers 2000/5 A.

Ihrer Konstruktion nach können sie die normalen Durchführungen durch Decken und Wände ersetzen, da sie Durchführungen mit aufgeschobenem Transformatorkern sind; sie sparen dabei Durchführung und Platz.

Durch die Verteilung der Wicklung über den ringförmigen Eisenkern treten hier in erhöhtem Maße die oben geschilderten Wirkungen ein. Eine ausgesprochene Lage der Sekundärwicklung gegen die Nachbarschiene gibt es nicht. Es übernimmt gewissermaßen jede einzelne

Windung der Sekundärwicklung die Rolle der Sekundärspule bei den vorher angegebenen Konstruktionen. Da es nun keine ausgesprochene Lage der Sekundärspule zur Nachbarschiene gibt, so müssen diese Ringwandler von der Lage zur Nachbarschiene unabhängig sein.

Da die Sekundärwicklung über den ganzen Ring verteilt ist und der Ring selbst keinen Luftspalt aufweist, so beherrscht man auch die Streuung, was, wie nachstehend angegeben, für die Verringerung der Wandlerfehler wichtig ist.

Sprung- und Wanderwellen treffen auf keine Windungen und können daher auch nicht zu den gefürchteten Durchschlägen von Windung zu Windung führen. Ein Schutz durch Widerstände oder Funkenstrecken ist daher überflüssig.

Da der Winkelfehler des Wandlers von dem Verlustwinkel des Eisens und durch die Streuung des Eisens mit bedingt ist, so kann man durch Beeinflussung der Streuung den Winkelfehler abgleichen.

In dieser Hinsicht liegen aber, wie oben erwähnt, die Verhältnisse besonders günstig und es gelingt in der Tat, die Wandler so abzugleichen, daß bei zwei zusammengehörigen Differential-Schutzwandlern beim 20fachen Wert des Normelstromes die Magnetisierungsströme um nicht mehr als ± 1 % voneinander abweichen.

Von besonderer Bedeutung ist die Genauigkeit und Abgleichmöglichkeit für Wandler, die bei den bekannten Differential-Schutzsystemen verwendet werden. Bei Differentialschutz hängt die Empfindlichkeit der Einrichtung von möglichst weitgehender Übereinstimmung der Wandler von der zu schützenden Maschine oder dem überwachten Transformator mit dem Wandler hinter demselben in bezug auf Übersetzung und Winkeltreue ab. Da nun Differenzen in der Qualität des Kerneisens nicht zu vermeiden sind, so müssen die Wandler besonders sorgfältig abgeglichen werden.

Abnormale Spannungsverhältnisse, wie oben erwähnt, gehen ohne Schaden anzurichten über die Schiene.

Alle Einleiterwandler haben nun den Nachteil, daß sie erst von einer gewissen Stromstärke an die gewünschte Genauigkeit bei entsprechender Leistung aufweisen. Theoretisch könnte man auch für kleine Stromstärken Einleiterwandler bauen, da unter sonst gleichen Verhältnissen für die Bemessung der Wandler annähernd das Gesetz: Amperewindungszahl × Eisenquerschnitt = konst. gilt. Man braucht also nur bei sinkender Amperezahl (da die Windungszahl beim Einleiterwandler ja immer eins ist) den Eisenquerschnitt entsprechend zu erhöhen; dabei ergeben sich aber bald derart große Eisenquerschnitte und Gewichte, daß man zu unmöglichen Konstruktionen gelangt.

Im allgemeinen kann man sagen, daß bisher die untere Grenze für Wandler mit ausreichender Sekundärleistung zwischen 500 und 1000 A lag. Will man nun die Vorteile des Einleiterwandlers auch bei niederen Stromstärken ausnutzen, so hilft nur ein Kunstgriff, indem man die sekundären Windungen so verteilt, daß die innere Streuung des Wandlers erhöht wird. Hierdurch ist es möglich, bis auf 300 A herunter Wandler mit gleichen Eigenschaften zu bauen ohne erhöhten Materialaufwand. In Zahlentafel 1 sind Leistungen und Gewichte von Einleiterringstromwandlern der AEG aufgeführt.

Zahlentafel 1.

Stromstärke in A	Gew. in kg	Leistung in VA bei 50 Hz	
		Klasse E	Klasse F
100	34	—	7,5 Kl. 3
150	34	—	7,5 Kl. 3
200	34	—	7,5
300	34	5	15
400	25	5	15
500	25	15	30
600	25	15	30
800	27	15	30
1000	24	30	60
1500	22	30	60
2000	21	30	60
3000	30	30	60
4000	42	30	60

Aus den Abb. 5 bis 8 sind Strom- und Winkelfehler für Wandler 300/5 und 2000/5 A ersichtlich und lassen erkennen, wieweit die Fehlerkurven der Einleiterwandler gegen früher verbessert sind.

Die Einleiterwandler haben dabei noch den Vorteil, daß sich auf ein- und demselben Primärleiter auch mehrere Kerne mit sekundärer Wicklung aufbringen lassen, sei es, um die Leistung zu erhöhen, oder von getrennten Kernen voneinander unabhängige Apparate zu betätigen, oder für den Fall, daß die angeschlossenen Apparate verschiedene Charakteristik des Wandlers verlangen (Abb. 9).

Von der Verwendung der Wandler mit mehreren Kernen sollte man immer Gebrauch machen, wenn außer Zählern und Meßinstrumenten auch Relais angeschlossen werden.

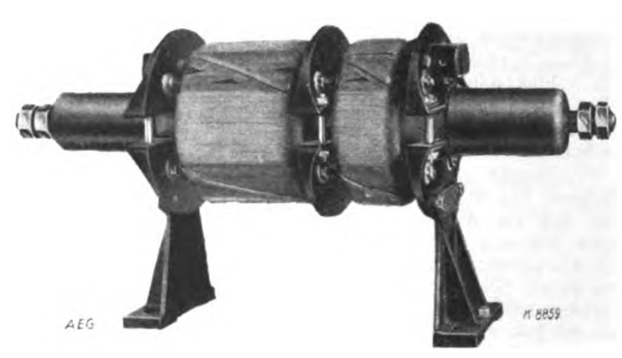


Abb. 9. Einleiterwandler mit zwei Kernen verschiedener Charakteristik.

Da von Zählern und Meßinstrumenten immer große Genauigkeit bei verhältnismäßig kleinen Leistungen, bei den Relais aber vor allem Schutz gegen Störung durch Kurzschlußströme bei meist größeren Leistungen verwandt wird, so widersprechen sich die Bedingungen bei Zähler- und Meßwandlern. Man hat daher bei Einleiterringwandlern mit mehreren Kernen die Möglichkeit, beide Forderungen zu erfüllen.

Der Kern für Zähleranschluß kann für hohe Genauigkeit bei geringer Leistung, der Kern für Relais für hohe Leistungen und mit größerem Stromabfall bei Kurzschluß ausgeführt werden. Auch hier zeigt es sich, daß keine andere Wandlerform mit so einfachen Mitteln den Betriebsanforderungen gerecht werden kann.

Ein Freileitung-Sicherungstrennschalter.

Die bisher in Freileitungsnetzen bis 500 V verwendeten horizontalen Trennschalter und Streckensicherungen weisen oft Nachteile auf, die sich mitunter in eng vermaschten Netzen störend bemerkbar machen. Die Kontaktfedern oder Stifte erlahmen und brechen ab, die Schaltmesser fallen heraus, der Kontakt wird schlecht. Das Einsetzen von Sicherungen allein ist bei den bisherigen ausschaltbaren Systemen meist umständlich. Noch stärker treten die Störungen im Winter bei Rauhreif und Naßschnee auf, weil dann die vereisten Kontakte bzw. die Trennschalter kaum lösbar sind. Diese Nachteile vermeidet eine von der Firma Brunnquell & Co., Sondershausen i. Thür., herausgebrachte neue Ausführungsform für 200 A (Abb. 1 a u. b). Der Isolator besitzt eine sehr kräftige gedrungene Form, die sich in den nördlichen schnee- und eisreichen Gegenden als zweckmäßig herausgebildet hat. Der praktische und einfache Anschluß der Leitungen an die Kupferkontaktbänder mittels Krallenklemmen verbürgt guten Kontakt. Der senkrecht angeordnete Porzellangriff mit starken Anschlußbolzen und Bronzefedern ermöglicht leichtes Ausschalten und Auswechseln der Sicherungen. Durch Kurzschließen der Griffkontakte wird der Sicherungschalter zum Trennschalter. Der Isolator wird mit und ohne Stütze geliefert.

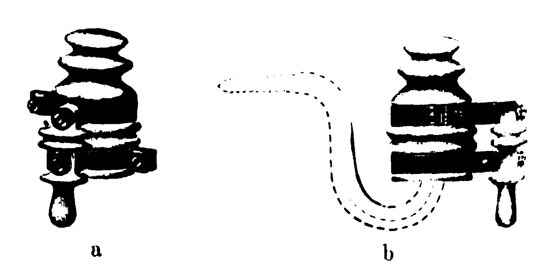


Abb. 1. Freileitung-Sicherungstrennschalter.

Neue Motorschutzschalter und Selbstschalter der Siemens-Schuckertwerke A. G.

Übersicht. Beschreibung neuer Konstruktionen unter Hervorhebung der besonderen Bauart der Wärmeauslöser.

Die vom VDE aufgestellten Regeln für die Konstruktion usw. von Schaltgeräten R.E.S./1928 sollen am 1. VII. 1928 in Kraft treten. Sie enthalten wichtige Bestimmungen über Bau und Prüfung der Apparate, die in Zukunft allgemeine Gültigkeit haben sollen. Nach Inkraftsetzung der Regeln sind abweichende Konstruktionen nicht mehr zulässig.

Die im folgenden beschriebenen Neukonstruktionen der Siemens-Schuckertwerke entsprechen in allen Punkten den zukünftig gültigen Verbandsbestimmungen. Der Aufbau ist neuzeitlichen konstruktiven Richtlinien entsprechend so getroffen, daß aus einer festliegenden Grundform sich alle

Abb. 1. Wärmeauslöser

durch die Praxis geforderten Varianten durch einfachen Anbau zusätzlicher Teile entwickeln. So entspricht die gekapselte Form bis auf geringe Abweichungen des Antriebes der offenen oder geschlossenen Form. Die Auslöser mit oder ohne Verzögerung unterscheiden sich nur durch das Verzögerungselement. Spannungsauslöser und Meldeschalter sind als Zusatzapparate anbaufähig ausgebildet, ohne daß Zwischengestänge usw. erforderlich wären.

Sowohl Motorschutzschalter als auch Selbstschalter sind mit Auslösern mit Wärmeverzögerung ausgerüstet, um die zeitgemäße Forderung des Wärmeschutzes der angeschlossenen Maschinen oder Apparate erfüllen zu können. Diese Forderung bedeutet, daß eine Abschaltung nur dann eintritt, wenn die Überlastung für den zu schützenden Apparat gefährlich ist. Mäßige, aber nur kurz dauernde Überlastungen, z. B. beim Anlaufen oder Belastungsstöße im ordnungsmäßigen Betriebe, sollen keine Auslösung hervorbringen, wohl dagegen langandauernde, wenn auch nur geringe Überlastungen. Daneben läuft die weitere Forderung, daß Kurzschlüsse eine unverzögerte Auslösung herbeiführen.



Abb. 2. Motorschutzschalter geschlossen.

Das für den Wärmeschutz verwendete Wärmeelement ist in seinem Aufbau grundsätzlich für die beiden Apparate gleich. Der für den Selbstschalter verwendete Wärmeauslöser ist in Abb. 1 dargestellt. Man sieht einen Steatitkörper mit dem Schlagbolzen links und dem eigentlichen Wärmeelement rechts. Dieses Wärmeelement hat ein Sperrad auf einer Achse, die in einer Metallhülse festgelötet ist. Eine Heizspirale kann diese Metallhülse von außen anheizen, so daß beim Schmelzen des Lots die Achse mit dem Sperrädchen frei wird und durch die Wirkung der Spannfeder des Schlagbolzens sich um eine Zahnteilung weiter dreht. Der Schlagbolzen kommt also zur Wirkung und löst den Schalter aus. Beim Wiedereinschalten wird der Schlagbolzen in den nächsten Zahn des Zahnrades verklinkt, dessen Achse sich infolge der Erkaltung des Lots wieder festgelötet hat. Die Kleinheit des eigentlichen Wärmeelementes, in der Abb. 1 zwischen Zeigefinger und Daumen der rechten Hand, hat zur Folge, daß die zum Wiedererstarren des Lots erforderlichen Abkühlungszeiten

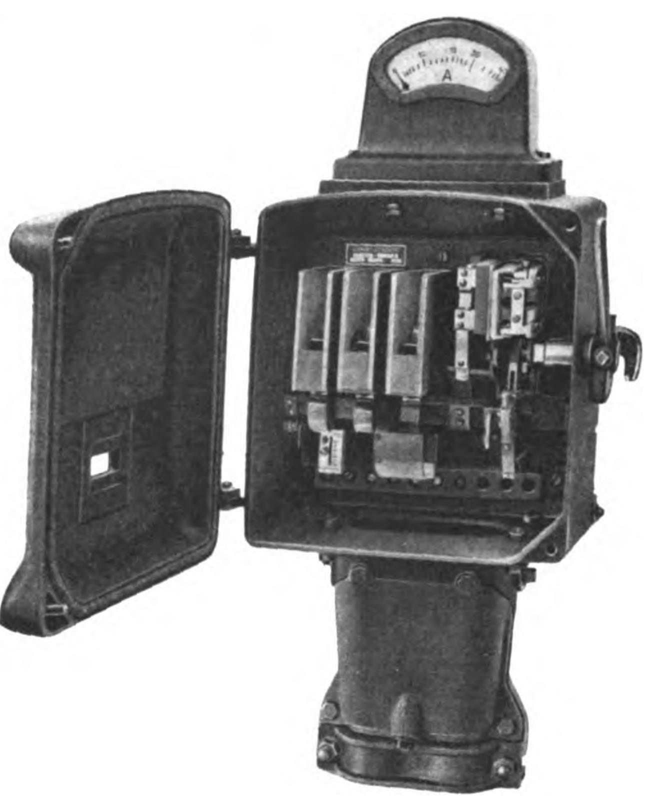


Abb. 3. Motorschutzschalter gekapselt

außerordentlich gering sind und auch beim mehrmaligen Einschalten kaum 5 s überschreiten, so daß die Schalter sofort wieder betriebsbereit sind. Das Wärmeelement wird bei dem Motorschutzschalter als Sekundärauslöser durch einen Stromwandler gespeist, dessen Wicklung primär im Motorstromkreis liegt. Die Auslösung ist also abhängig

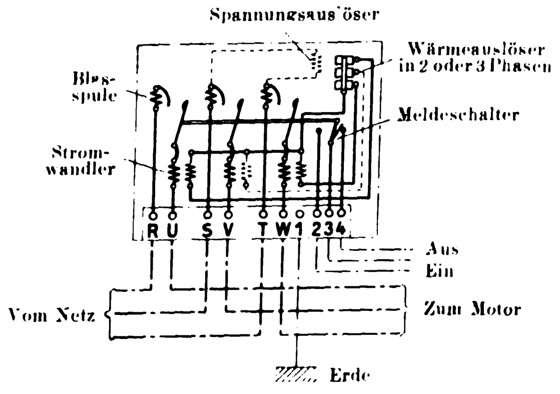


Abb. 4. Schaltbild des Motorschutzschalters.

verzögert (Kennbuchstabe a). Bei den Selbstschaltern wird das Wärmeelement dagegen von der Netzspannung gespeist, so daß eine unabhängig verzögerte Auslösung entsteht (Kennbuchstabe u). Die Einschaltung des Wärmeelementes erfolgt hierbei durch einen Kontaktgeber in Abhängigkeit vom Strom.

Der neue Motorschutzschalter ist in Abb. 2 in geschlossener Bauart mit allseitiger Blechabdeckung ohne ausgesprochene Öffnung, in Abb. 3 in gekapselter Bauart

mit allseitig festem Abschluß durch ein Gußgehäuse dargestellt. In letzterer Form kann er nicht nur als Einzelapparat, sondern auch zum Aufbau auf Sammelschienenkästen Verwendung finden. Das Schaltbild ist aus Abb. 4 ersichtlich. Die Wärmeauslöser und die dazu gehörigen Stromwandler können für zwei oder drei Phasen vorgesehen werden. Der Spannungsauslöser oder der Meldeschalter werden je nach Wunsch angebracht oder fortgelassen. Die Blasspulen der drei Phasen werden gleichzeitig als Auslösespulen für die Kurzschluß-Schnellauslösung verwendet. Sie sind koaxial nebeneinander angeordnet und enthalten je einen beweglichen Eisenkern auf einer gemeinsamen Achse, die als Auslösegestänge dient.

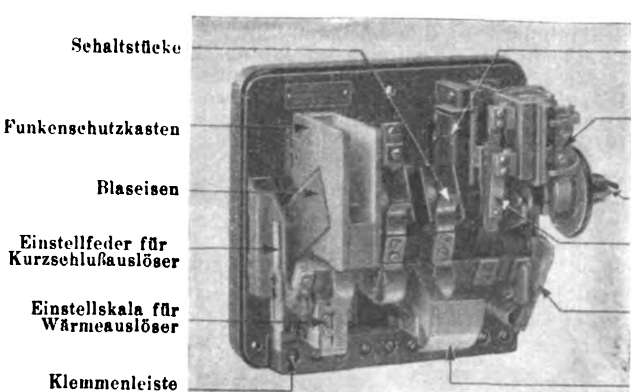


Abb. 5. Aufbau des Motorschutzschalters.

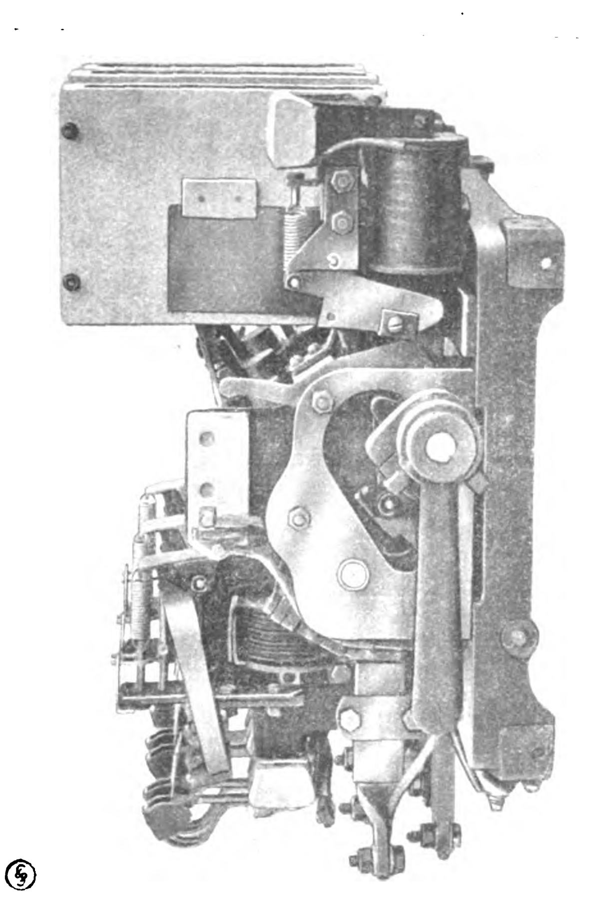


Abb. 7. Selbstschalter mit Spannungsauslöser offen.

Der Zusammenbau ist aus Abb. 5 ersichtlich. Der Handgriff zum Ein- und Ausschalten ist über das als Freilaufkuppelung ausgerüstete Schaltschloß mit den Schaltstücken gekuppelt. Die Auslösung geschieht stets durch Lösung dieser Kuppelung. Eine Verhinderung der Selbstausschaltung durch Festhalten des Handgriffes ist daher nicht möglich. Beim Wiedereinschalten auf bestehenden Kurzschluß erfolgt unabhängig von der Einschaltbewegung sofortiges Wiederausschalten. Auch beim Ausschalten von Hand tritt Momentausschaltung ein. Ein Funkenziehen durch langsames Öffnen des Schalters ist ausgeschlossen. Spannungsauslöser und Meldeschalter sind die anbaufähigen Zusatzteile. Mit der Schalterwelle verbunden ist ein Schild zum Anzeigen der Schalterstellung. Es folgt auf der linken Seite die Einstellskala für die Wärmeauslöser. Der Motorschutzschalter wird gemäß Zahlentafel 1 mit fünf verschiedenen Stromwandlerwicklungen ausgeführt und kann daher für fünf Stromstufen geliefert werden, die sich lückenlos von 1 ÷ 25 A aneinanderreihen. Jede Spule ist mit dem maximal einstellbaren Strom dauernd belastbar

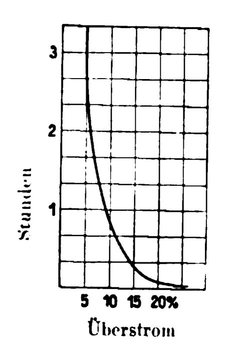


Abb. 6. Abhängigkeit der Auslösezeit von der Größe des Überstromes im Motorschutzschalter.

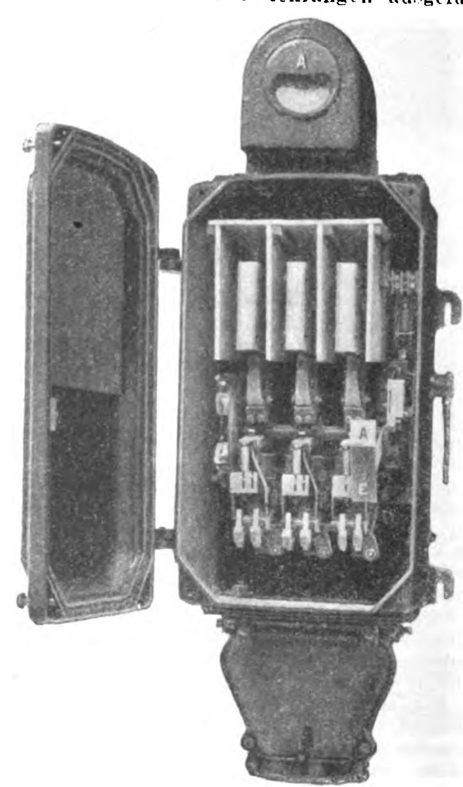


Abb. 8. Selbstschalter mit Spannungsauslöser gekapselt.

Zahlentafel 1.

Auslöser-Nennstrom A	Verzögerte Überstromauslösung einstellbar bei Motornennströmen von A
2	1 ÷ 2
4	2 ÷ 4
8	4 ÷ 8
14	7 ÷ 14
25	13 ÷ 25

Mit Hilfe eines im Kraftlinienweg des Stromwandlers verschiebbaren Eisenkerns kann der Einstellstrom ohne

Austausch der Stromwandlerwicklung im Verhältnis 1 : 2 geändert werden. Die Einstellung des Eisenkernes auf den Motornennstrom des zu schützenden Motors wird auf der in Ampere geeichten Einstellskala vorgenommen.

Die Kurzschlußauslösung ist ebenfalls einstellbar. Hierzu dient eine einfache Einstellfeder mit drei Einstellungen, entsprechend dem 10fachen, dem 7,5fachen und dem 5fachen Auslösenennstrom. Bei Kurzschlußmotoren wird man eine höhere, bei Schleifringmotoren eine niedrigere Kurzschlußauslösung einstellen. Die Blaseisen tragen die Funkenschutzkästen. Diese sind leicht abziehbar, um bequem an die Schaltstücke herankommen zu können.

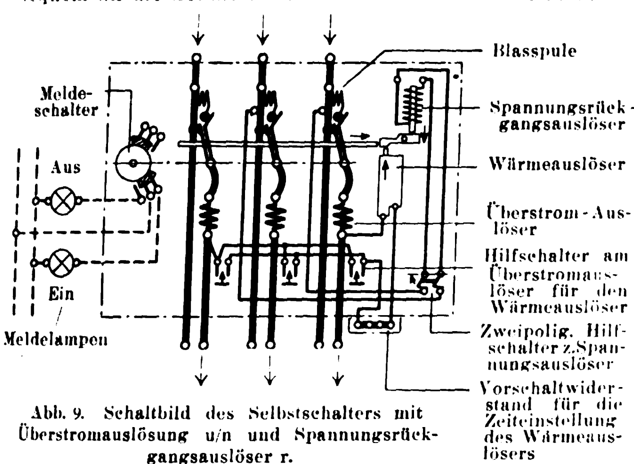


Abb. 9. Schaltbild des Selbstschalters mit Überstromauslösung u/n und Spannungsrückgangsauslöser r.

Die in Abb. 6 dargestellte Kurve zeigt die Abhängigkeit der Auslösezeit von der Größe des Überstromes bei einer Raumtemperatur von 25 °. Die jeweilige Auslösezeit läßt eine weitgehende Ausnutzung der Überlastbarkeit des Motors zu. Sie ist von der Raumtemperatur im gleichen Sinne abhängig wie die zulässige Dauer der Überlastung des Motors, also bei höherer Temperatur kleiner, bei niedrigerer größer. Bei Überstrom bis zum 8fachen Auslösenennstrom bleibt die Auslösezeit noch immer 4 s, so daß das Anlassen von Kurzschlußmotoren auch unter schweren Anlaufbedingungen noch bequem möglich ist.

buchstabe n). Diese gemischt verzögerte Auslösung wird gemäß den R. E. S./1928 demnach mit der Bezeichnung n/u gekennzeichnet.

Betrachten wir zunächst die verzögerte Auslösung. Die magnetischen Überstromauslöser, vergleiche Abb. 9 und 10, besitzen je einen Hilfschalter, durch welchen bei

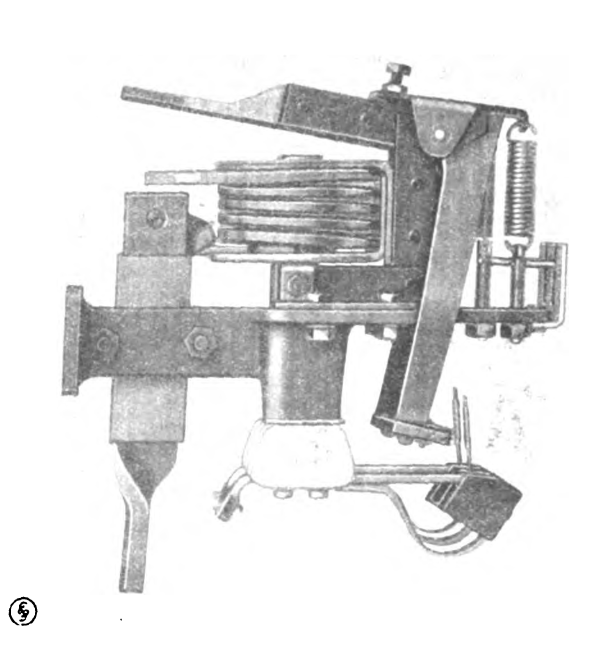


Abb. 10. Überstromauslöser mit Hilfschalter für die Wärmeauslöser.

mäßigen Überlastungen der Wärmeauslöser über einen Vorschaltwiderstand an die Netzspannung gelegt wird. Durch den Vorschaltwiderstand ist die Zeit, nach deren Ablauf der durch den Hilfschalter an Spannung gelegte Wärmeauslöser ausschaltet, in den Grenzen von 10 ÷ 35 s regelbar. Die Hilfschalter der Überstromauslöser der

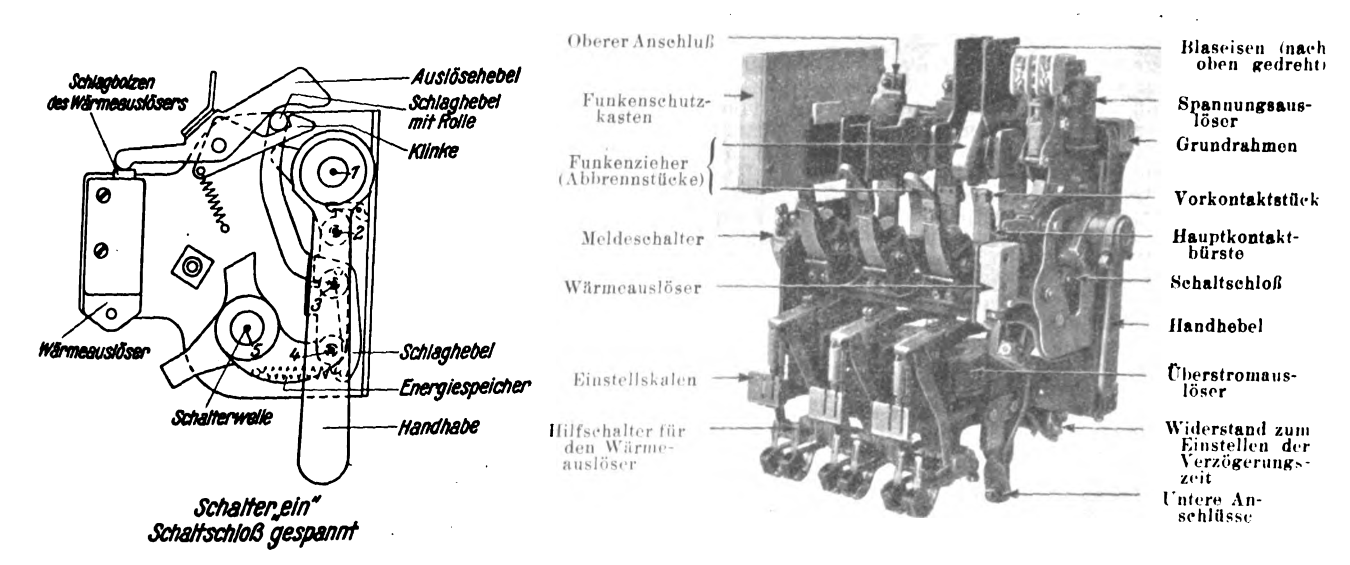


Abb. 11. Wärmeauslöser im Schaltbild.

Abb. 12. Aufbau des Selbstschalters.

Die Motorschutzschalter werden unter der Typenbezeichnung R 900 für die geschlossene und H 900 für die gekapselte Bauart in dreipoliger Ausführung bis 25 A, 500 V gebaut.

Der neue Selbstschalter ist in Abb. 7 in offener Ausführung, ohne jede Abdeckung zum Einbau in Schaltanlagen, und in Abb. 8 in gekapselter Ausführung für Einzelverwendung oder zum Aufbau auf Sammelschienenkästen dargestellt. Abb. 9 zeigt die Schaltung eines Schalters mit drei Überstromauslösern, einem Wärmeauslöser und einer Spannungsrückgangsauslösung. Die Überstromauslöser bewirken bei mäßigen Überlastungen eine unabhängig verzögerte Auslösung (Kennbuchstabe u), bei Kurzschluß eine nicht verzögerte Auslösung (Kenn-

verschiedenen Phasen sind parallel geschaltet, so daß das Ansprechen eines Auslösers genügt, die Auslösung durch den Wärmeauslöser zu veranlassen.

Das Schaltbild Abb. 9 zeigt gleichzeitig, wie auch der Spannungsrückgangsauslöser auf denselben Ausschaltmechanismus beim Fortbleiben der Spannung einwirkt. Der im Schaltbild für den Spannungsrückgangsauslöser vorgesehene zweipolige Hilfschalter hat den Zweck, beim Öffnen des Schalters den Spannungsauslöser völlig spannungsfrei zu machen.

Die mechanische Ausführung des Überstromauslösers mit dem Hilfschalter ist aus Abb. 10 zu ersehen. Die Wicklung des Auslösers wird vom Schalterstrom durchflossen. Der Klappanker des Auslösemagneten hat zwei

Federn. Bei mäßigen Überlastungen wird nur die schwächere Feder gespannt und lediglich der Hilfschalter geschlossen, wodurch der Wärmeauslöser eingeschaltet wird. Bei kurzschlußartigen Überlastungen dagegen wird auch die starke Feder gedehnt und der Anker weiter angezogen, so daß er mit seiner nach links gerichteten verjüngten Verlängerung schlagartig das Schaltschloß zur Auslösung bringt und damit die unverzögerte Auslösung bewirkt. Die beiden Federn sind unabhängig voneinander einstellbar, und zwar die verzögerte Auslösung vom 0,9- bis 2fachen des Nennstromes der Auslösespule, die nicht verzögerte Auslösung dagegen vom 4 ÷ 10fachen Nennstrom der Auslösespule. Die untenstehende Zahlentafel 2 zeigt für die beiden Schaltertypen von 100 A und 200 A Nennstrom die verschiedenen Auslösespulen und die entsprechenden Einstellbereiche. In der letzten Spalte dieser Tafel ist außerdem angegeben, für welche Motornennstromstärken der Schalter in dieser Ausführung als Motorschutzschalter verwendet werden kann. Hierbei ist vorausgesetzt, daß der Motor gegen Überlastung von mehr als 20 % über seine Nennleistung geschützt wird, d. h. bei Dauerüberlastungen größer als das 1,2fache der Motornennleistung tritt nach Ablauf einer bestimmten, durch den Vorschaltwiderstand des Wärmeauslösers eingestellten Zeit die Auslösung und damit die Abschaltung des Motors ein.

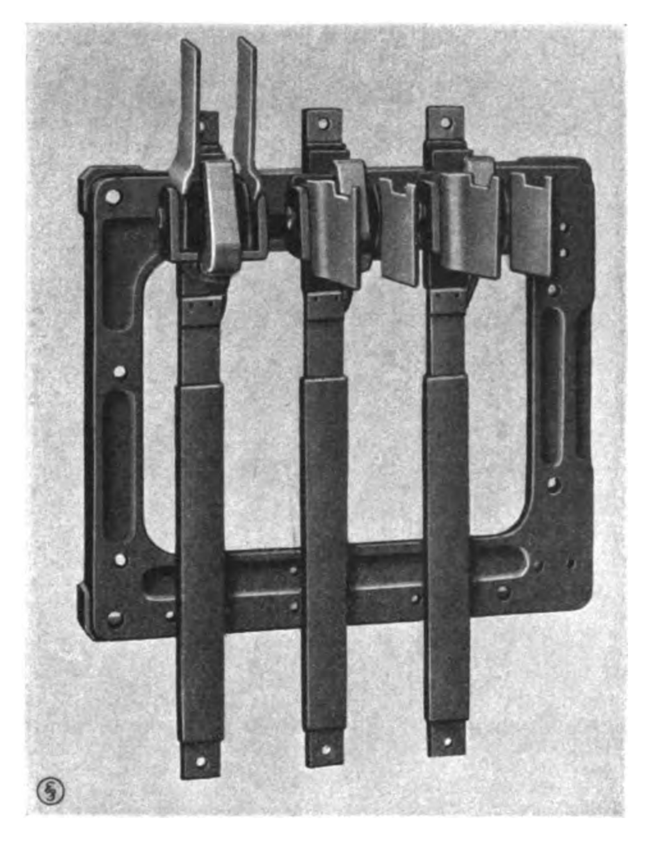


Abb. 13. Grundrahmen.

Zahlentafel 2.

Nennstrom des Schalters	Nennstrom der Auslöserspule	Einstellbereich d. Überstromauslöser: nicht verzögert	Einstellbereich d. Überstromauslöser: gemischt verzögert: verzögert	gemischt verzögert: nicht verzögert	Für Motoren mit Nennstrom von
A	A	A	A	A	A
	6	5,4 ÷ 12	5,4 ÷ 12	24 ÷ 60	4,5 ÷ 6
	8	7,2 ÷ 16	7,2 ÷ 16	32 ÷ 80	6 ÷ 8
	10	9 ÷ 20	9 ÷ 20	40 ÷ 100	7,5 ÷ 10
	15	13,5 ÷ 30	13,5 ÷ 30	60 ÷ 150	11 ÷ 15
	20	18 ÷ 40	18 ÷ 40	80 ÷ 200	15 ÷ 20
100	25	23 ÷ 50	23 ÷ 50	100 ÷ 250	19 ÷ 25
	35	32 ÷ 70	32 ÷ 70	140 ÷ 350	26 ÷ 35
	45	41 ÷ 90	41 ÷ 90	180 ÷ 470	34 ÷ 45
	60	54 ÷ 120	54 ÷ 120	240 ÷ 600	45 ÷ 60
	80	72 ÷ 160	72 ÷ 160	320 ÷ 800	60 ÷ 80
	100	90 ÷ 200	90 ÷ 200	400 ÷ 1000	75 ÷ 100
	125	113 ÷ 250	113 ÷ 250	500 ÷ 1250	95 ÷ 125
200	160	144 ÷ 320	144 ÷ 320	640 ÷ 1600	120 ÷ 160
	200	180 ÷ 400	180 ÷ 400	800 ÷ 2000	150 ÷ 200

Es ist ohne weiteres verständlich, daß die Schalter auch mit einfacher, nicht verzögerter Auslösung geliefert werden können. In diesem Falle kommen am Überstromauslöser der Hilfschalter und die starken Kurzschlußfedern in Fortfall und am Schloß der Wärmeauslöser mit seinem Vorschaltwiderstand. Diese nicht verzögerte Auslösung ist dann einstellbar vom 0,9 ÷ 2fachen Nennstrom der Auslösespule (Zahlentafel 2).

Abb. 11 zeigt den Zusammenbau des Wärmeauslösers mit dem Schaltschloß. Man sieht, wie der Schlagbolzen des Wärmeauslösers mit dem Auslösehebel in Verbindung steht. Schnellt der Schlagbolzen nach oben, so wird der Auslösehebel auf der rechten Seite heruntergedrückt, so daß die Klinke durch die mit ihm verbundene Rolle abgezogen wird. Der Schlagbolzen wird alsdann durch die Kraft einer an ihm angreifenden und beim Einschalten gespannten Feder, des Energiespeichers, gegen das Gelenk 3 geschlagen, so daß dieses über den Totpunkt zurückspringt und die an einem Hebelarm der Schalterwelle angreifende Ausschaltfeder den Schalter öffnen kann. Die Handhabe bleibt dabei in Ruhe, eine Behinderung der Selbstausschaltung durch Festhalten ist unmöglich.

Beim Ausschalten von Hand geschieht die Auslösung dadurch, daß Gelenk 3 über den Totpunkt zurückgedrückt wird, so daß eine von der Bewegung der Handhabe unabhängige Momentausschaltung erfolgt, und Funkenziehen durch langsames Öffnen des Schalters unmöglich wird. Das Wandern des Punktes 3 über den Totpunkt beim Ausschalten von Hand wird durch die kleine, über Gelenk 2 am Hebel 2/3 angreifende Klinke veranlaßt.

Der gesamte Aufbau des Schalters ist aus Abb. 12 zu ersehen, Einzelheiten des Grundrahmens mit dem ortsfesten Schaltstück und der Schalterwelle mit den beweglichen Schaltstücken aus Abb. 13 und 14. Zum Aufbau des Schalters dient ein gußeiserner Grundrahmen, als Isolierstoff wird hornartiges, gegen Feuchtigkeit unempfindliches Hartpapier verwendet. Die Isolierstrecken sind senkrecht angeordnet, um Ablagerung von Staub, der zu Überschlägen führen kann, zu verhindern.

Der Grundrahmen des Schalters (Abb. 13) trägt für jeden Pol eine kupferne Schiene, die mit ihrem mittleren Teil als ortsfestes Schaltstück dient. Das bewegliche Schaltstück ist eine geblätterte Kupferbürste (Abb. 14). Zum Schutze der Bürsten schließen Vorkontakt- und Abbrennstücke den Stromkreis, indem sie beim Einschalten der Hauptbürste voraus-, beim Ausschalten ihr nacheilen und dadurch das Schaltfeuer von den Bürsten fernhalten. Der Schaltlichtbogen entsteht an den sich zuletzt trennenden Abbrennstücken, die aus leicht auswechselbaren, sich aufeinander abwälzenden Hörnern bestehen. Die Blasspule ist, wie aus dem Schaltbild Abb. 9 ersichtlich, mit diesen Hörnern in Reihe geschaltet, so daß sie also bei eingelegten Schaltern im Nebenschluß zur Bürste liegt und nur einen Bruchteil des durch den Schalter fließenden Stromes führt. Ihre Erwärmung ist deshalb gering. Sobald der Hauptkontakt aber unterbrochen wird, fließt durch die Spule der gesamte Hauptstrom und schafft ein kräftiges magnetisches Feld, dessen Kraftlinien sich über Blaseisen und den zwischenliegenden Luftraum, in welchem sich die Abbrennstücke befinden, schließen. Durch die

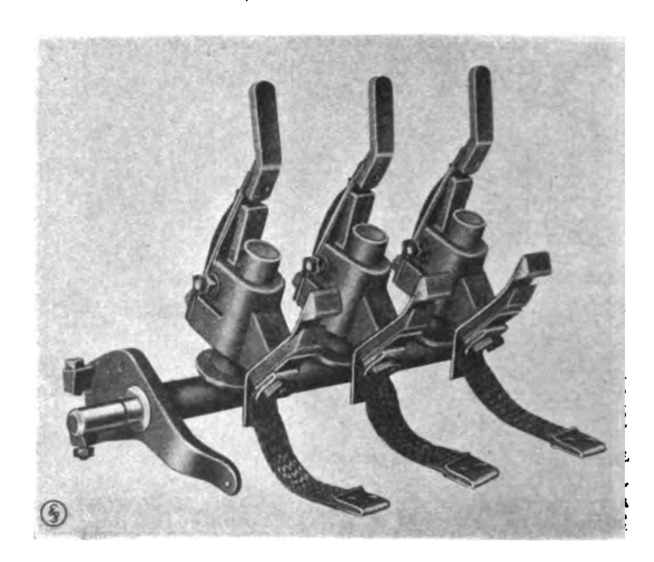


Abb. 14. Schalterwelle mit Schaltstücken.

dynamische Wirkung des Feldes wird der Lichtbogen kräftig nach oben getrieben und schnell und sicher zum Erlöschen gebracht. Ein Überschlagen von Pol zu Pol wird durch Schutzkästen aus Schieferasbest verhindert. Diese Funkenschutzkästen sind leicht abnehmbar, indem sie mit dem Blaseisen um ungefähr 90° nach oben gedreht und herausgezogen werden. Dadurch werden die Funkenzieher mit den Hauptkontakten leicht zugänglich.

Die Ausschaltleistungen des Schalters sind sehr hoch und aus der Zahlentafel 3 ersichtlich.

Die Selbstschalter werden unter der Typenbezeichnung R 910 für die offene und H 910 für die gekapselte Ausführung von 100 A Nennstrom des Schalters ab bis zur

Zahlentafel 3.

bei Betriebspannung von V	größter zulässiger Abschaltstrom	
	offen A	gekapselt A
750	2000	1500
500	3500	2000
220	10000	5000

Betriebspannung von maximal 750 V gebaut, und zwar in zwei- und dreipoliger Bauart für Gleichstrom und Wechselstrom. Die Schalter können für Einbau in Schaltanlagen mit Gestängeantrieb oder magnetischem Fernantrieb versehen werden.

Einheitliches Installationsmaterial.

Von **A. Rosenstock** und **Fr. Koch**, Frankfurt a. M.

Übersicht. Es wird ein Einheitsmaterial beschrieben, bei dem nicht nur die durch die neuen VDE-Normalien gegebenen Vereinheitlichungen berücksichtigt sind, sondern die Apparate darüber hinaus nach ganz bestimmten Grundsätzen so durchgebildet sind, daß eine vollkommene Austauschbarkeit erzielt wurde. Der Kernpunkt des Systems ist, mit wenigen Grundtypen und Zubehörteilen bei bescheidenen Lagervorräten alle praktisch vorkommenden Ausführungsmöglichkeiten zu erfassen.

Durch die neuen Konstruktionsvorschriften, Regeln und Normalien des VDE für Drehschalter und Steckdosen ist die Richtung zur Vereinheitlichung dieser Installationsapparate im allgemeinen gegeben. Diese Normalisierung bedeutet zweifellos für die Installationstechnik einen großen Fortschritt, der auch allgemein anerkannt wird. Es liegt natürlich im Interesse aller beteiligten Kreise, daß die hierin enthaltenen fortschrittlichen Gedanken möglichst weitgehend in die Tat umgesetzt werden. Vor allen Dingen muß darauf hingearbeitet werden, die Typenzahl zu verringern,

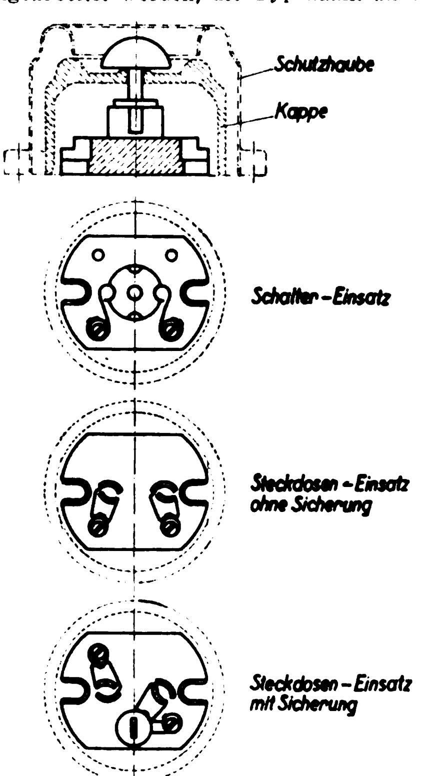


Abb. 1. Einheitliche Sockelgrundformen für alle Schalter und Steckdosen.

die Anwendungsmöglichkeit zu erweitern und die Lagerhaltung beweglicher, einfacher und billiger zu gestalten. Dieses Ziel kann aber nur durch enge Zusammenarbeit zwischen Konstrukteur und Installateur erreicht werden.

Der Firma Voigt & Haeffner A. G., Frankfurt a. M., ist es auf diesem Wege gelungen, in vollkommener Weise ein einheitliches, austauschbares Installationsmaterial zu entwickeln. Alle Sockel sind so vereinheitlicht, daß sie außer dem gleichen Abstand der Befestigungslöcher auch dieselben Grundflächen haben. Durch diese Übereinstimmung war es möglich, den Abdeckkappen der Aufputzapparate, den Schutzhauben, den Stahlblech- und Isolierpanzergehäusen usw. ebenfalls für jede Apparategattung eine übereinstimmende Form zu geben (Abb. 1).

Die Befestigung der Apparate für die Montage auf der Wand und den Einbau in Versenkdosen ist so durchgebildet, daß man für jede Montageart mit je einem Befestigungsteil auskommt. Zu sämtlichen Aufputzapparaten paßt ein und derselbe Befestigungsdübel und für die Unterputzmontage in Dosen mit Bajonettrand paßt zu allen Apparaten der Bajonettklemmbügel. Dieser Bügel ist so eingerichtet, daß er die Höhenunterschiede zwischen Drehschalter und Steckdose durch einfaches Umsetzen der Fußschiene ausgleicht. Als weiteres Befestigungsmittel dient die Klemmbrücke, welche überall ohne Rücksicht darauf, ob Dosen mit oder ohne Bajonettrand vorhanden sind, angewandt werden kann. Die Klemmbrücke kann, da sie sich in der Dose festspreizt, in jeder beliebigen Tiefe eingesetzt werden und ist mithin für Schalter und Steckdosen vollständig gleich (Abb. 2).

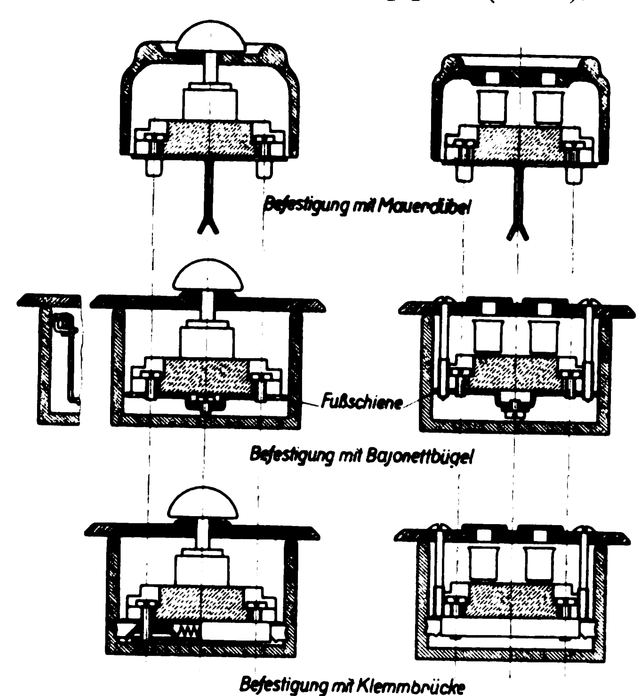


Abb. 2. Einheitliche Befestigungsteile. Mauerdübel für Aufputzapparate, Bajonettbügel für Versenkdose mit Bajonettrand, Klemmbrücke für Versenkdose ohne Bajonettrand.

Für jede Ausführungsart, gleichgültig, ob es sich um Auf- oder Unterputzapparate, um Schalter oder Steckdosen in Stahlblech oder Isolierpanzergehäuse handelt, passen immer dieselben Grundtypen der Einsatzapparate. Durch diese systematische Austauschbarkeit sind mit den wenigen Grundtypen unbegrenzte Anwendungsmöglichkeiten gegeben (Abb. 3).

Ein Blick auf diese bildlichen Darstellungen läßt ohne weiteres erkennen, daß dieses Apparatesystem den Bedürfnissen der Praxis in ganz hervorragender Weise Rechnung trägt und den Installateur in die Lage versetzt, sich in allen Fällen selbst schnell helfen zu können. Wird bei-

spielsweise ein Schalter mit Steckschlüsseleinrichtung benötigt, so kann die Umänderung durch wenige Handgriffe und unter Verwendung des normalen Schaltergriffes und der Griffbefestigungsschraube schnell geschehen. Dabei ist es ganz einerlei, um welche Ausführungsform es sich handelt, ob in wasserdichtem Gehäuse, in versenkter Ausführung oder irgendeiner anderen Art. Auch sonstige Veränderungen sind bei diesen Apparaten spielend leicht durchzuführen. Wird z. B. ein Zugserienschalter gebraucht, also ein Apparat, welcher selten vorkommt, so kann man sich wieder in sehr einfacher Weise helfen, indem man einen Serienschaltereinsatz durch Aufsetzen der Zugschalterkappe komplettiert. Es geht hieraus klar und deutlich hervor, daß das in dieser Weise durchgebildete System von Drehschaltern mit Rechts- und Linkssprung Möglichkeiten schafft, wie sie von anderen Schaltersystemen nicht erreichen werden können.

Die weittragende Bedeutung und die unzähligen Vorzüge, welche diese einheitliche Durchbildung in sich birgt, kann nur der recht erkennen, der das Material selbst in der Praxis verwendet. Man braucht sich nur vor Augen zu halten, was es für den Installateur wert ist, wenn beispielsweise eine ganze Siedlung mit diesem Material installiert ist. Es können nachträglich Veränderungen oder Reparaturen vorkommen wie sie wollen; er ist immer ohne vorherige Nachprüfung in der Lage, seinem Personal die richtigen Apparate und Materialien an Hand zu geben und hat die Gewißheit, daß die Arbeiten ohne Schwierigkeiten und Zeitverluste schnell und ordnungsgemäß ausgeführt werden. Ebenso verhält es sich auch bei industriellen Unternehmungen, welche ihre Installationen selbst ausführen, und schließlich ist die vollkommene Vereinheitlichung auch für die einfache Haushaltung ein großer Vorteil, da überall verschiedene Ausführungsarten vorkommen — offene Apparate für trockene Räume, gekapselte Apparate für Badezimmer und Keller, Zugschalter für Schlafzimmer —, für die nun bei irgendeinem Defekt immer der gleiche Einsatz in Frage kommt.

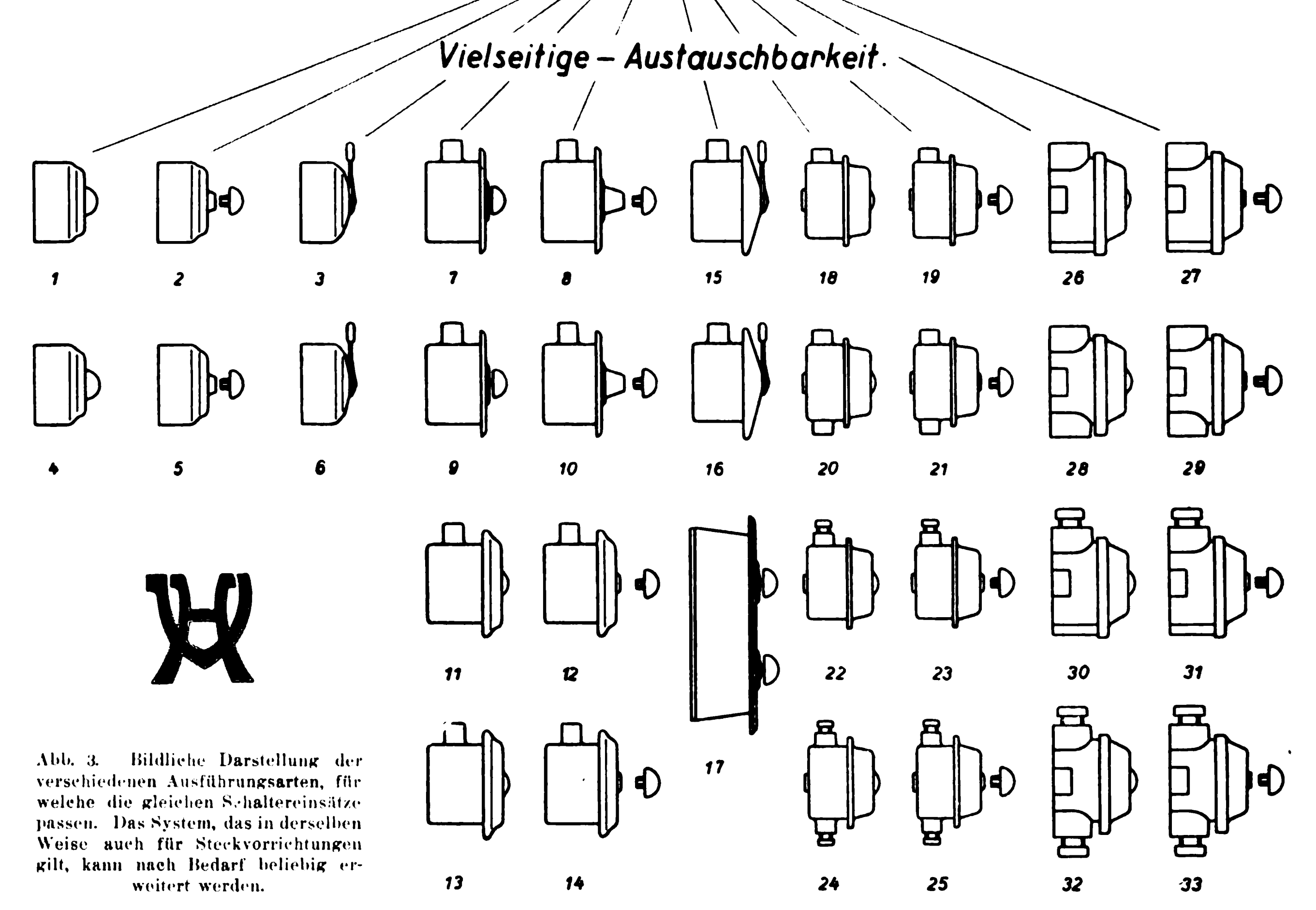


Abb. 3. Bildliche Darstellung der verschiedenen Ausführungsarten, für welche die gleichen Schaltereinsätze passen. Das System, das in derselben Weise auch für Steckvorrichtungen gilt, kann nach Bedarf beliebig erweitert werden.

Erläuterungen zu Abb. 3.

Nr. 1 bis 6	Drehschalter für Montage auf Putz, schwarz und elfenbeinweiß, mit festem Griff, mit Steckschlüsseleinrichtung und als Zugschalter.
Nr. 7 bis 10 u. 17	Drehschalter für versenkten Einbau, mit Spiegelglasabdeckplatten, schwarzen und elfenbeinweißen Tüllen, mit festem Griff und mit Steckschlüsseleinrichtung.
Nr. 11 bis 16	Drehschalter für versenkten Einbau, mit schwarzen und elfenbeinweißen Abdeckplatten, mit festem Griff, mit Steckschlüsseleinrichtung und als Zugschalter.
Nr. 18 bis 25	Drehschalter in Metallgehäuse gekapselt für Anschluß an Stahlpanzerrohr und geschütztes Gummikabel, mit festem Griff und mit Steckschlüsseleinrichtung.
Nr. 26 bis 33	Drehschalter in Isolierstoffgehäuse gekapselt für Anschluß an Stahlpanzerrohr und geschütztes Gummikabel, mit festem Griff und mit Steckschlüsseleinrichtung.

Bei dem einheitlichen Installationsmaterial der Firma Voigt & Haeffner A.G. handelt es sich also um ein gut durchgedachtes System, welches derart ineinander verflochten ist, daß zwangläufig eines zum andern passen muß, und man mit einem kleinen Vorrat in Einsatzapparaten und Zubehörteilen alle praktisch vorkommenden Fälle erfassen kann.

Es ist selbstverständlich, daß neben der technischen Vereinheitlichung auch auf eine einheitliche geschmackvolle Formgebung geachtet worden ist.

Flutlichtanleuchtung und Anleuchtgeräte.

Von Ing. Ernst Weisse, Leipzig-Leutzsch.

Das große Interesse, das man vor allem im letzten Jahr der sogenannten Flutlichtanleuchtung entgegengebracht hat, ist in mehrfacher Hinsicht berechtigt. Zweifellos trägt eine gut gelungene Anstrahlung ganz wesentlich zur Verschönerung des Stadtbildes bei. Dem Werbefachmann bietet sie Gelegenheit, in wirksamster Weise die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf ein Gebäude, eine mit Reklameinschriften versehene Hauswand u. a. zu lenken. Für die Elektrizitätswerke dürfte ihre Einführung ein willkommenes Mittel sein, den Stromabsatz zu vergrößern.

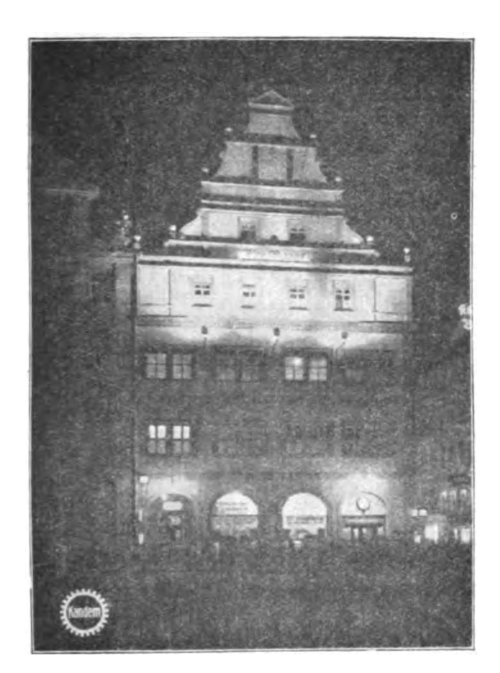


Abb. 1. Starke Ungleichmäßigkeiten (Lichtkleckse) und unnatürliche Schattenbildungen wirken unschön.



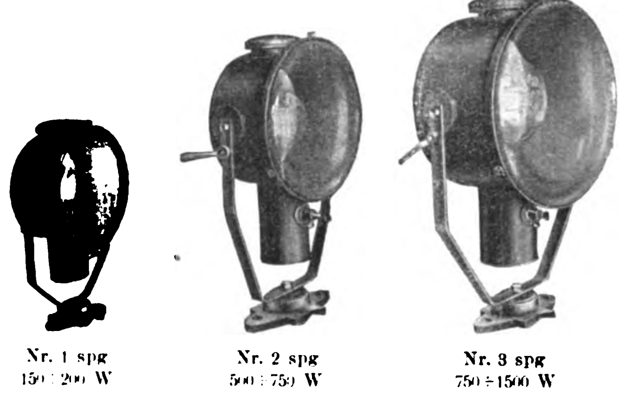
Abb. 2. Dasselbe Gebäude aus einer Entfernung von 90 m wirkungsvoll angeleuchtet.

Für den Beleuchtungstechniker bietet die Flutlichtanstrahlung jedoch mancherlei Schwierigkeiten, die leider bei vielen ausgeführten Anlagen noch nicht berücksichtigt worden sind. Manche Fassadenanstrahlung wird enttäuscht haben, weil sie z. B. in hellerleuchteten Geschäftstraßen nicht recht zur Wirkung kommen konnte.

Es fehlte an dem nötigen Kontrast zwischen der beleuchteten Front und einer dunkleren Umgebung. Nicht selten bilden auch Gesimse, Vorsprünge, Erker und Giebel häßliche, unnatürliche Schatten, die das Aussehen der Fassade völlig verändern, meist verunzieren. Oft stören starke Ungleichmäßigkeiten und Lichtkleckse auf der Fassade die ästhetische Wirkung des angeleuchteten Bauwerkes.

Ein Vergleich der Abb. 1 und 2, die beide dasselbe Gebäude darstellen, läßt deutlich erkennen, daß es auch bei der Flutlicht-Fassadenanleuchtung ganz wesentlich auf das „Wie" ankommt.

Genügende Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke, richtiger Lichteinfall — am besten von vorn oben — und nicht zuletzt die Vermeidung von Blendung spielen hier wohl dieselbe wichtige Rolle wie überall in der Beleuchtungstechnik.



Nr. 1 spg 150 ÷ 200 W | Nr. 2 spg 500 ÷ 750 W | Nr. 3 spg 750 ÷ 1500 W

Abb. 3. Kandem-Spiegelanleuchter.

In größerem Umfange hat man derartige Beleuchtungseffekte, von Einzelfällen, z. B. Völkerschlachtdenkmal, abgesehen, früher nicht angewandt. Die Beschaffung größerer Bogenlampen-Scheinwerfer, die einer besonderen Bedienung bedurften und außerdem ziemlich teuer waren, hätte sich für Anleuchtzwecke wohl nur in den seltensten Fällen gelohnt. Anders liegt es heute. Neuerdings sind Sondergeräte durchgebildet und auf den Markt gebracht worden, die geeignet sein dürften, der Flutlichtanleuchtung eine allgemeinere Anwendung zu ermöglichen. Es sollen im folgenden einige Geräte der Körting & Mathiesen A. G., Leipzig, beschrieben werden.

Bei den heutigen Anleuchtgeräten wird als Lichtquelle eine normale Glühlampe verwendet. Die Geräte sind daher denkbar einfach und zuverlässig, sie bedürfen keiner besonderen Bedienung, können verhältnismäßig klein und leicht gebaut werden, ihr Anschaffungswert spielt keine wesentliche Rolle.

Zu unterscheiden sind Anleuchtgeräte mit parabolischem Spiegel (Abb. 3) und solche mit Emailreflektor (Abb. 4). Die ersteren konzentrieren den Lichtstrom auf einen kleinen Winkel von etwa 20 ÷ 30°, während die Emailgeräte einen Ausstrahlungswinkel von etwa 90° aufweisen. Handelt es sich also darum, eine Fläche aus größerer Entfernung (20 ÷ 150 m) anzuleuchten, so sind Spiegelanleuchter am Platze. Sollen dagegen größere Flächen aus der Nähe (6 ÷ 20 m) angestrahlt werden, sind Emailanleuchtgeräte die geeigneteren. Abb. 5 zeigt die verschiedene Anwendung der beiden Gerätearten.

Bei Spiegelanleuchtern kann der Lichtstrom noch stärker konzentriert werden, wenn die Besteckung anstatt mit normalen Glühlampen mit Projektionsglühlampen er-



folgt. Bekanntlich hat deren Leuchtsystem eine geringere Ausdehnung. Je mehr sich aber die Lichtquelle der idealen Punktform nähert, um so geringer wird die Streuung, um so spitzer der Lichtkegel, um so kleiner und heller das angeleuchtete Feld. Man wird aber wegen der geringeren Einfachheit den Aufnahmebogenlampen vorgezogen, obwohl das Licht der letzteren viel aktinischer ist als Glühlampenlicht.



Abb. 4. Kandem-Emailanleuchter Nr. 3 cm. 750÷1500 W.

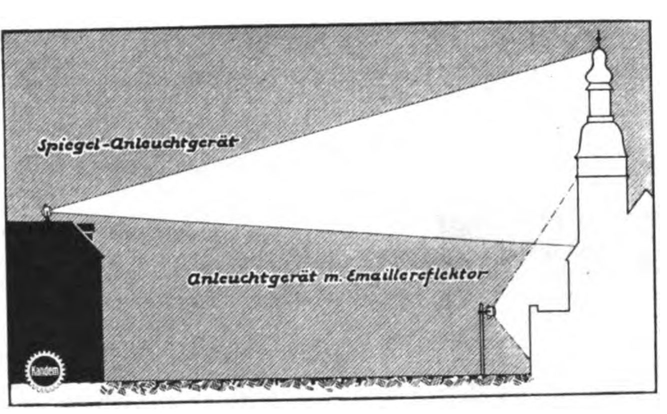


Abb. 5. Bildliche Darstellung der Anwendung von Spiegel- und Emailanleuchtgeräten.

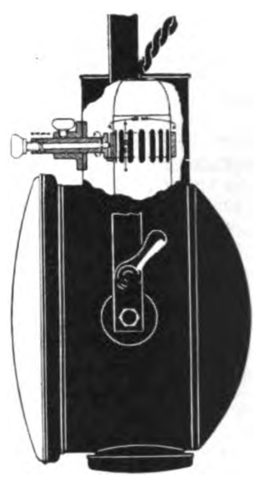


Abb. 6. Zweckmäßige Konstruktion der Fassungs-Verstelleinrichtung der Anleuchtgeräte.

Lebensdauer wohl nur in Ausnahmefällen Projektionsglühlampen verwenden. Meist befriedigt die mit normalen Glühlampen erreichbare Wirkung vollkommen. Bei Emailgeräten hat die Verwendung von Projektionsglühlampen keinen Sinn, da die Lichtverteilung im wesentlichen immer die gleiche bleiben würde.

Um die Glühlampe immer in die richtige Lage zum Reflektor zu bringen, ist bei den Anleuchtgeräten eine möglichst universelle Fassungs-Verstellvorrichtung nötig. Eine gute Ausführung einer solchen zeigt Abb. 6. Nach Lösen einer Klemmschraube läßt sich die Fassung nach oben und unten verschieben und um ihre Längsachse drehen. Das letztere ist wichtig zur richtigen Einstellung des Leuchtdrahtsystems. Bekanntlich ist die Lichtwirkung dann am günstigsten, wenn man dessen offene Seite nach dem Spiegel zu dreht. Außerdem läßt sich die Fassung nach Lösen einer zweiten Schraube nach vor- und rückwärts verschieben, so daß der Abstand zwischen Lampe und Reflektor eingestellt werden kann. Durch seitliches Schwenken der Fassung ist es ferner möglich, etwa schief gesockelte Glühlampen in die optische Achse der Systeme zu bringen.

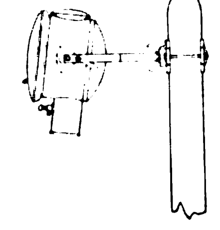


Abb. 7. Befestigung der Kandem-Anleuchtgeräte am Mast.

Der auf horizontalen und vertikalen Flächen anschraubbare Tempergußfuß der Anleuchter ist mit einer Einkerbung versehen und dient in Verbindung mit einer Traglasche und zwei Bolzen auch zur Befestigung an Masten, Auslegern u. dgl. (Abb. 7). Das Gehäuse hängt schwenkbar an einem gabelförmigen Tragorgan, das wiederum mit dem Fuß drehbar verbunden ist. Der Lichtkegel kann also durch Drehen und Kippen des Gehäuses in jede beliebige Richtung gelenkt werden.

Die Glühlampe ist regensicher eingebaut, ohne daß dadurch die Entlüftung beeinträchtigt worden ist. Bei Spiegelgeräten ist auch die Spiegelrückseite entlüftet, um allzu starke Erwärmungen des Belags zu vermeiden und eine unbedingte Haltbarkeit zu sichern. Das Abschlußglas besteht aus einem Spezialklarglas, das selbst bei größerer Erwärmung nicht springt, wenn es vom Regen getroffen wird.

Die Anwendungsmöglichkeit solcher Anleuchtgeräte erschöpft sich keineswegs mit der Anstrahlung von Fassaden und Reklameflächen. Die kleinen Spiegelanleuchtertypen werden recht oft mit mattierten, auch bunten Abschlußgläsern in Schaufenstern oder anderen Innenräumen verwendet, um wirkungsvolle Effektbeleuchtungen zu erzielen. Die größeren Typen leisten als Feuerwehr-Scheinwerfer bei Bränden und sonstigen Unglücksfällen oft recht gute Dienste. Bei der photographischen Aufnahme großer Maschinen werden nicht selten Anleuchter wegen ihrer

Mit den beschriebenen Anleuchtern hat man zweifellos ein Gerät geschaffen, das dem Lichttechniker bisher häufig fehlte das aber in seiner jetzigen Gestalt sowohl in lichttechnischer als auch in mechanischer Hinsicht befriedigt.

Isolierte Schalttafelklemme[1].

Die bisher in Gebrauch befindlichen Schalttafelklemmen für Schalttafeln und Klemmleisten haben den Mangel, daß die Verbindung zwischen Zu- und Ableitung nicht ohne Verbiegen der Drahtösen zu lösen ist. Bei den Konstruktionen, bei denen der Leitungsdraht durch eine Schraube festgeklemmt ist, ist meist eine Deformierung des Drahtes nicht zu vermeiden. Die Ausführung der Klemmen, bei denen der isolierte Leiter durch den Bolzen bis zur Anschlußstelle durchgeführt wird, um dann den Leiter als Öse zu befestigen, hat den Nachteil, daß bei Belastung eine Erwärmung eintreten kann, die die Isolation zerstört. Außerdem muß bei jeder Untersuchung und Messung eine Lösung des Drahtes erfolgen, die im Laufe der Zeit einen Bruch herbeiführen wird.

a hohler Bolzen
b Hülse aus Isolierstoff
c Isolierkappe
d Überwurfmutter
e Scheibe

Abb. 8. Isolierte Schalttafelklemme.

H. Hartmann, Dortmund, führt daher die isolierte Leitung durch eine Isolierhülle bis zur Anschlußstelle und legt sie dann als Öse um die Hülse (Abb. 1). Das Material der Hülse ist feuchtigkeitsicher und hitzebeständig. Am oberen Ende ist ein Schlitz zur Durchführung des Drahtes angebracht. Dann folgt ein Metallzylinder mit Außengewinde, der es ermöglicht, die Zuleitung mit zwei Muttern anzuschließen. Die Überwurfmutter, die außen aus Isoliermaterial und innen aus Metall besteht, stellt durch Aufschrauben die Verbindung zwischen Zu- und Ableitung her und trennt dieselben durch Abschrauben. Bei Messungen brauchen daher die Drahtverbindungen nicht gelöst zu werden. Bei Schwachstrom genügt eine Metallmutter ohne Isolierung. Es sei noch darauf hingewiesen, daß durch die Anordnung von Klemmleisten in beliebiger Anzahl viele Leitungszweige vereinigt werden können.

[1] D. R. P. 453 622.

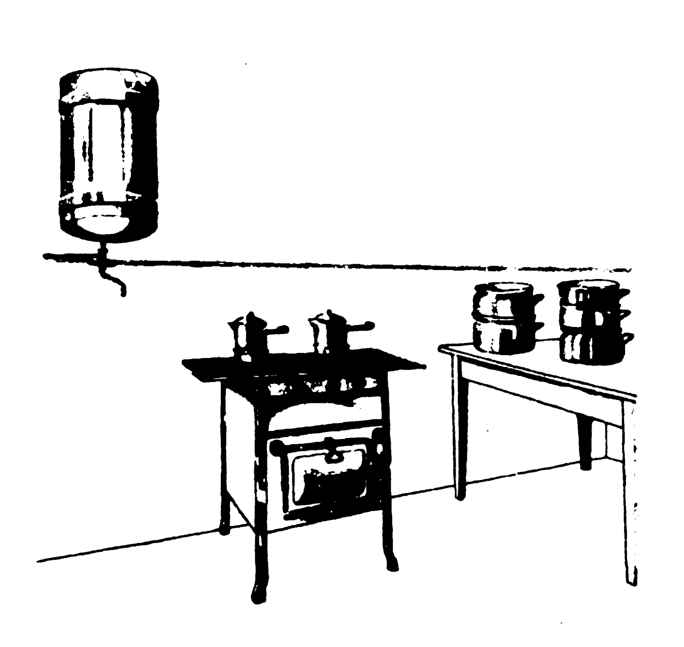


Die elektrische Küche.

Von Landesbaurat A. **Schönberg,** München.

Übersicht. Seit März v. J. hat das Ingenieurbüro Oskar v. Miller in den von ihm verwalteten Elektrizitätswerken auf Grund eingehender Vorarbeiten die Abgabe von Strom für Kochzwecke aufgenommen. Die hierfür getroffenen Maßnahmen werden geschildert. Über die sehr aussichtsvollen Ergebnisse wird berichtet. Hiernach ist das elektrische Kochen insbesondere auch für Kleinbürger- und Arbeiterfamilien sehr wirtschaftlich, aber auch für die Elektrizitätswerke durch die bessere Ausnutzung der Kraftwerke und Leitungsnetze von großem Vorteil.

Wie bekannt, befaßt sich auf Anregung Oskar v. Millers dessen Ingenieurbüro mit eingehenden Studien über das elektrische Kochen in den Haushaltungen des Mittelstandes, der Kleinbürger- und Arbeiterfamilien. Über die praktische Auswirkung derselben in den der Leitung des Büros unterstehenden Elektrizitätswerken wird nachstehend berichtet:



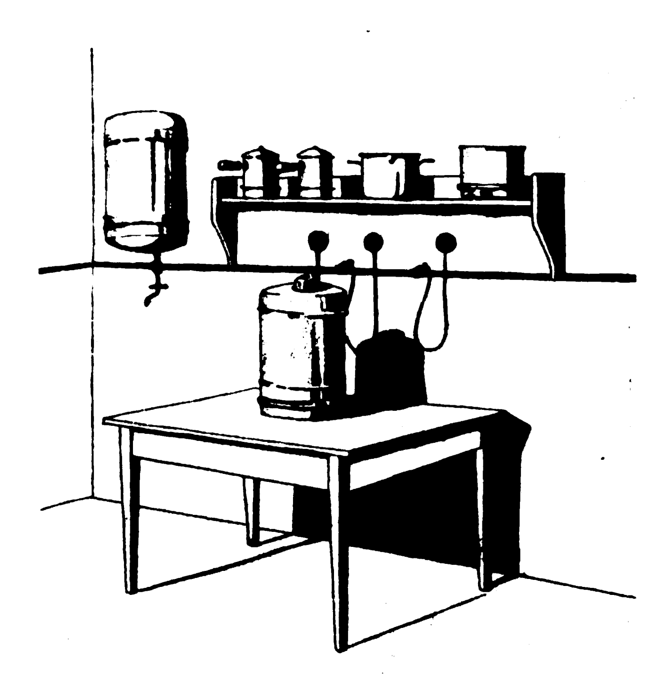


Abb. 1. In Schweinfurt und Schwandorf verwendete Küchen.

I. Herdtype mit Heißwasserspeicher und Schnellkochern.

II. Elektro-Ökonomtype mit Heißwasserspeicher und Schnellkochern.

1. Vorarbeiten.

Bei Beginn der Vorarbeiten herrschte allgemein die Ansicht, daß die elektrische Wärmeverteilung in größerem Umfange nur bei Anwendung von Speicherherden zu bewirken sei, die in den Nachtstunden mit geringer Wattleistung aufgeladen werden, um den billigen Nachtstrom zu verwenden und eine Überlastung der Leitungsnetze durch die bei direkt beheizten Herden sich ergebenden Kochspitzen zu vermeiden. Vielfache Versuche ergaben jedoch, daß es mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln zur Zeit nicht möglich ist, einen Jahreswirkungsgrad der Speicherung von mehr als 50 % zu erreichen.

Da die Speicherherde außerdem sehr schwer und teuer werden, die allmähliche Erkaltung des Speicherkörpers im Laufe des Tages eine stark abnehmende Heizleistung bedingt und die umständliche Messung des Stromes mittels Doppeltarifzählern und Schaltuhren als ein Hindernis der allgemeinen Einführung erachtet wurde, mußte der zunächst wenig aussichtsvoll erscheinende Weg einer vollständig direkten Beheizung technisch und wirtschaftlich geprüft werden.

Die verschiedenen Systeme von Heizplatten, Schnellkochern usw. wurden auf Raschheit des Ankochens, Wirkungsgrad usw. untersucht und hierdurch die für die allgemeine Einführung in Betracht kommenden Einrichtungen ausgewählt.

Um die voraussichtliche Größe der allgemein gefürchteten Kochspitze zu ermitteln, wurden in einem einfachen Arbeiterhaushalt Listen über die Zeit des Einschaltens, des Kleinstellens und des Ausschaltens der verschiedenen Kochstellen geführt und auf Grund der verzeichneten Schaltzeiten ideelle Stromdiagramme für den Kochstrom einer größeren Gruppe von Familien entworfen.

Unter Berücksichtigung des Ausgleichs durch Familien mit verschiedenen Lebensgewohnheiten ergab sich eine Kochspitze von weniger als 1 kW je angeschlossene Küche. Da dieser Wert innerhalb wirtschaftlicher Grenzen liegt, wurden Dauerkochversuche in den Dienstwohnungen der unserer Leitung unterstehenden Elektrizitätswerke aufgenommen. Unter den hierbei erprobten Einrichtungen dürften folgende Typen (vgl. Abb. 1) besonders interessieren:

I. Die Herdtype mit 2 oder 3 geschlossenen Heizplatten, einem Brat- und Backrohr in Verbindung mit einem Heißwasserspeicher und Schnellkochern.

II. Die sogenannte Elektro-Ökonomtype mit Bratvorrichtung, ebenfalls mit Verwendung von Heißwasserspeichern und Schnellkochern.

Die Herdtype wurde gewählt, weil sie sich den üblichen Kochmethoden auf Kohlen- oder Gasherden am meisten anschließt und deshalb bei den Hausfrauen auf bereitwilligste Aufnahme rechnen konnte.

Die Ökonomtype wurde gewählt, weil hierbei die unter einer Isolierhaube ankochenden und nach Erreichen der Siedetemperatur ohne Strom fortkochenden Speisen einen geringeren Wärmeaufwand wie bei offen kochenden Platten erfordern und eine selbsttätig wirkende Abschaltung des Stromes bei erreichter Siedetemperatur die Hausfrau entlastet, was insbesondere für Arbeiterhaushalte wichtig ist.

Die Mitbenutzung von Heißwasserspeichern wurde vorgesehen, weil die Heißwasserbereitung zu Koch- und Spülzwecken etwa ⅔ des gesamten Wärmebedarfes der Küche erfordert und es zweckmäßig erschien, hierfür Apparate zu verwenden, deren Jahreswirkungsgrad infolge ihrer vorzüglichen Isolierung auf etwa 80 % liegt.



Heißwasserspeicher haben den weiteren Vorteil, daß sie im Gegensatz zu den Speicherherden eine sehr wirtschaftliche Ausnutzung der Nachtenergie ermöglichen, daß die Bereitung des Frühstücks u. dgl. wesentlich beschleunigt wird, wenn das Wasser bereits auf 80° vorgewärmt zur Verwendung kommt, und daß — soweit dies zulässig ist — durch das Zusetzen der Hauptmahlzeit mit gespeichertem Heißwasser die Kochspitze herabgedrückt wird.

Die Schnellkocher wurden für das außerhalb der Hauptkochperiode häufig erforderliche Kochen kleinerer Flüssigkeitsmengen vorgesehen, weil sie kurze Kochdauer mit bestem Wirkungsgrad verbinden. Um sicherzustellen, daß zur Erzielung eines richtigen Wärmeüberganges nur Töpfe mit ebenem Boden und guter Wärmeleitung verwendet werden, ist grundsätzlich jede Küche mit einem passenden Geschirrsatz versehen.

Die mit den vorstehenden Küchen angestellten Dauerversuche, die sich auf nunmehr zwei Jahre erstrecken, ließen erwarten, daß eine fünfköpfige Familie mit einfachen Lebensgewohnheiten einen monatlichen Stromverbrauch von 150 kWh bei Verwendung von Herden bzw. 120 kWh bei Benutzung von Ökonomapparaten, in beiden Fällen einschließlich Spülwasserbereitung, Beleuchtung, Bügeln usw., hat.

2. Praktische Einführung.

Da der durch die Dauerversuche nachgewiesene Stromverbrauch von 1 kWh je Kopf und Tag bei Verwendung von Herden bzw. 0,8 kWh mit Elektro-Ökonomen durchaus wirtschaftlich erschien, wurde die betriebsmäßige Einführung des elektrischen Kochens in Schweinfurt und in Schwandorf aufgenommen.

Als Grundlage hierfür war in erster Linie ein genügend billiger und möglichst einfacher Tarif aufzustellen, der nach dem Ergebnis sorgfältig durchgeführter Selbstkostenrechnungen für Schweinfurt wie nachstehend festgesetzt wurde:

> **Haushalttarif**
>
> gültig nur für Wohnungen, in welchen kein Gewerbe betrieben wird.
>
> Der für Kochen, Warmwasserbereitung, Betrieb von Haushaltmotoren, Bügeln usw. verwendete Strom wird wie folgt verrechnet:
>
> 1. Grundgebühr.
>
> Der Abnehmer bezahlt für jedes angeschlossene Kilowatt eine Grundgebühr von 1 M, mindestens jedoch 2 M im Monat.
>
> 2. Arbeitsgebühr.
>
> Neben der Grundgebühr bezahlt der Abnehmer eine Arbeitsgebühr von 8 Pf für jede bezogene Kilowattstunde.
>
> 3. Mitbezug von Beleuchtungstrom.
>
> Abnehmer, welche Strom für Wärmeapparate und Haushaltmotoren nach dem Haushalttarif beziehen, können auch den Beleuchtungstrom zum Arbeitspreis von 8 Pf/kWh entnehmen.
>
> Die Grundgebühr beträgt für jedes zu Beleuchtungszwecken angeschlossene Hektowatt (1 Hektowatt wird für 4 Lampen bis zu 40 Kerzenstärken berechnet) 1 M im Monat, mindestens jedoch 2 M im Monat.

Wie aus vorstehendem Tarif ersichtlich, wurde eine bis dahin nicht übliche, außerordentlich niedrige Arbeitsgebühr von nur 8 Pf/kWh angenommen, um hierdurch sicherzustellen, daß die elektrischen Küchen dort, wo sie einmal aufgestellt sind, möglichst dauernd verwendet werden. Die neben der Arbeitsgebühr vorgesehene Grundgebühr von jährlich 12 M erscheint ausreichend, weil nur etwa 1/5 der angeschlossenen Leistung gleichzeitig benutzt wird.

Es war erwünscht, diesen Tarif dadurch besonders vorteilhaft zu gestalten, daß nicht nur der Wärmestrom, sondern der gesamte Stromverbrauch des Haushaltes mit einem einzigen Normalzähler gemessen und durch eine einheitliche Leitungsanlage abgenommen wird. Hierdurch war bedingt, daß der Strom für Beleuchtung und Kleingeräte zum gleichen Arbeitspreis wie der Wärmestrom verkauft wird.

Der Ausgleich zwischen dem neuen Strompreis von 8 Pf/kWh und dem bisherigen Lichtpreis von 50 Pf/kWh war durch eine entsprechend höhere Grundgebühr für die installierten Lichtkilowatt zu schaffen.

Die Mindestgebühr von 24 M jährlich für Licht und 24 M jährlich für Wärme, zusammen 48 M im Jahr, mußte vorgesehen werden, weil jeder Abnehmer, auch wenn er noch so wenig anschließt und noch so wenig Strom verbraucht, für die Bereitstellung des Hausanschlusses und des Zählers sowie für Ablesen, Verrechnen, Verbuchen, Einkassieren und Nachprüfen erhebliche jährliche Ausgaben verursacht, deren Deckung mindestens sichergestellt werden muß, wenn die Tarifsätze auf das niedrigst mögliche Maß herabgesetzt werden.

Der einfache und billige Tarif allein hätte die Einführung des elektrischen Kochens nicht genügend gefördert, es war vielmehr nötig, den Abnehmern auch die Kocheinrichtungen in erprobten Typen und zu möglichst günstigen Bedingungen zur Verfügung zu stellen.

Wir verwendeten deshalb aus früheren Erübrigungen der von uns verwalteten Elektrizitätswerke angemessene Beträge zum Ankauf von Kochapparaten, die wir den Abnehmern wesentlich unter den Selbstkosten gegen Barzahlung oder Monatsraten zur Verfügung stellten.

Die Zuschüsse bewegen sich je nach Art der möglichst vollständig zur Verfügung gestellten Küchen zwischen 50 und 150 M. Diese Beträge sind nicht wesentlich höher, als sie vielfach von den Elektrizitätswerken für die von uns vermiedenen Doppeltarifzähler, Schaltuhren usw. ausgegeben werden und sie scheinen uns zur Erzielung der erstmaligen Einführung des elektrischen Kochens sehr gut angewendet. Die Abnehmer erhalten auf diese Weise die Küchen einschließlich der Heißwasserspeicher, der Schnellkocher und der Geschirre zu einem Betrag von durchschnittlich 200 M.

Neuerdings werden Heißwasserspeicher, die nur eine geringe Abnutzung aufweisen, auch gegen eine monatliche Leihgebühr von

1,00 M für den 25 l-Speicher und
1,50 M für den 50 l-Speicher

abgegeben.

Die den Abnehmern in Schweinfurt und in Schwandorf bis jetzt zur Verfügung gestellten Apparate sind in nachstehender Liste angegeben.

Liste 1.

In Schweinfurt und in Schwandorf in der Zeit von März bis Dezember 1927 in Betrieb gesetzte Kochapparate.

Stück	Gegenstand	Hauptsächlich beteiligte Lieferfirmen	Anschlußwert im einzelnen kW	Anschlußwert insgesamt kW
45	dreistellige Herde mit Bratrohr	Wamsler, München	4,5	203
40	zweistellige Herde zum Teil mit Bratrohr	Therma, München AEG, SSW	2,8	112
30	Einzelkochplatten	Steinberger, Bamberg	1,0	30
35	Elektro-Ökonomapparate	Henrich, Freiburg	0,65	23
210	Schnellkocher von 1½ und 2 l Inhalt	Therma, München, Steinberger, Bamberg, AEG, SSW	0,6	126
66	Heißwasserspeicher 25 l	Junkers, AEG	0,3	19
56	Heißwasserspeicher 50 l	Junkers, AEG	0,5	27
	Verschiedene, zum Teil nicht durch Vermittlung der Elektrizitätswerke gelieferte Anlagen	Prometheus, Wamsler, Therma sowie einige nicht bekannte Firmen		60
200	Aluminium-Geschirrsätze mit Topfdurchmessern von 18 bis 22 cm	Deutsche Metallwerke A. G., Neustadt a. Haardt	—	—
		zusammen		600
	Hiervon entfallen			
	auf Schweinfurt 154 Abnehmer[1]			460
	auf Schwandorf 46 Abnehmer[1]			140

Sämtliche vorstehend verzeichneten Apparate haben sich bewährt. Insbesondere hat eine sorgfältig geführte Liste aller vorgekommenen Reparaturen gezeigt, daß Mängel, die mit dem System des elektrischen Kochens — Wärmeabgabe durch glühende Drähte — zusammenhängen, nur in geringer Zahl auftreten.

[1] Bei Drucklegung 210 bzw. 65 Abnehmer.



3. Betriebsergebnisse für die Abnehmer.

Über die von den Abnehmern erzielten Betriebsergebnisse geben die nachstehenden Listen Nr. 2 und 3 Aufschluß. Liste 2 enthält die Gesamtergebnisse für alle in Schweinfurt angeschlossenen Abnehmer, während Liste 3 die Ergebnisse derjenigen Abnehmer in Schweinfurt enthält, die ausschließlich elektrisch gekocht haben. Die Listen beziehen sich auf das Schweinfurter Werk, die Ergebnisse in Schwandorf sind ähnlich und können deshalb im folgenden außer Betracht bleiben.

Liste 2.
Stromverbrauch sämtlicher nach dem Haushalttarif in Schweinfurt angeschlossenen Abnehmer.

Monat	Angeschloss. Abnehmer	Anschlußwert Wärme kW	Anschlußwert Licht kW	Anschlußwert insges. kW	Stromverbrauch kWh	Stromkosten Grundgebühr Wärme M	Stromkosten Grundgebühr Licht M	Arbeitsgebühr M	Gesamtkosten M
März	17	49	6	55	1 260	30	40	108	178
April	37	135	17	152	4 625	122	140	370	632
Mai	50	179	21	200	5 560	162	185	445	792
Juni	73	246	28	274	7 614	204	229	609	1 042
Juli	82	275	30	305	9 579	287	373	771	1 431
August	89	302	31	333	11 376	316	396	914	1 625
September .	97	338	34	372	10 616	333	419	850	1 602
Oktober . .	108	372	40	412	11 901	369	448	957	1 774
November. .	131	407	47	454	13 487	402	503	1 078	1 983
Dezember .	154	457	55	512	18 933	448	579	1 520	2 547

Durchschnittl. Anschlußwert je Abnehmer . . .	3,3 kW
Durchschnittl. monatlicher Stromverbrauch je Abnehmer	110 kWh
Durchschnittl. monatliche Benutzungsdauer je angeschlossenes kW	30 h
Durchschnittl. monatliche Stromkosten je Abnehmer	16,0 M
Durchschnittl. Stromkosten je kWh einschließlich Beleuchtung	14,5 Pf

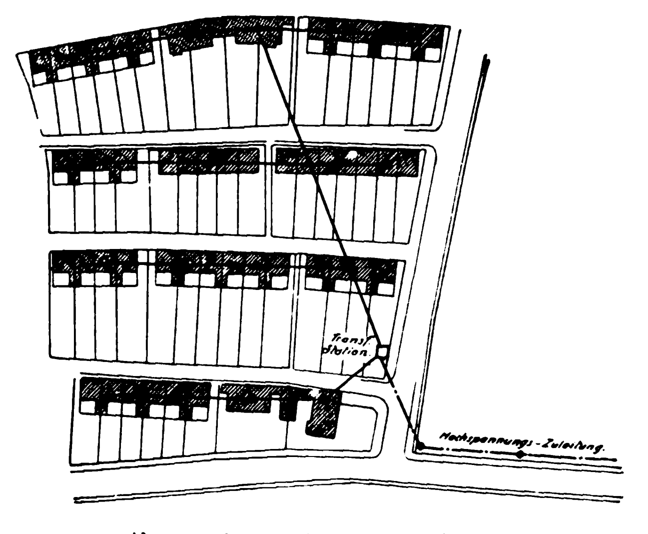


Abb. 2. Arbeitersiedlung in Schweinfurt mit elektrisch kochenden Familien.

In Liste 2 fällt in erster Linie die regelmäßige Zunahme der Anschlüsse auf, die in der letzten Zeit rd. 20 im Monat beträgt. Der durchschnittliche monatliche Stromverbrauch je Haushalt mit rd. 110 kWh ist etwa 16mal so groß wie der in den gleichen Haushalten festgestellte Verbrauch, wenn sie nur Licht beziehen. Die monatliche Benutzungsdauer von 30 h, gleich einer jährlichen Benutzungsdauer von 360 h je angeschlossenes Kilowatt ist im Verhältnis zu anderen Verbrauchsapparaten günstig.

Bei Beurteilung der Stromkosten von durchschnittlich 16 M im Monat bzw. 14,5 Pf/kWh ist zu berücksichtigen, daß diese Beträge die Vergütung nicht nur für den Kochstrom, sondern auch für den Beleuchtungs- und Gerätestrom darstellen. Hiermit dürfte die Preiswürdigkeit des eingeführten Tarifes erwiesen sein, dies um so mehr, wenn die große Bequemlichkeit, die Sauberkeit und die Einheitlichkeit des elektrischen Haushaltbetriebs auch in bezug auf die erforderlichen Installationen in Rücksicht gezogen werden.

Um zu prüfen, wie sich die Gesamtkosten bei ausschließlich elektrischem Kochbetrieb stellen, wurden durch regelmäßige Anfragen gelegentlich der Zählerablesungen diejenigen Familien festgestellt, die ohne Mitbenutzung von sonstigen Kochgelegenheiten nur elektrisch gekocht hatten. Die Ergebnisse dieser Erhebungen sind in folgender Liste angegeben.

Liste 3.
Stromverbrauch der in Schweinfurt ausschließlich elektrisch kochenden Familien.

Art der verwendeten Einrichtungen	Herd mit zwei oder drei Kochstellen u. Bratrohr, ferner Heißwasserspeicher u. Schnellkocher	Elektro-Ökonom mit Brat- u. Backeinrichtung, dazu ein oder zwei Kochplatten; ferner Heißwasserspeicher und Schnellkocher
Familien, die in der Berichtzeit (Mai bis Juli) ausschließlich elektrisch kochten	29 Familien mit 133 Köpfen	16 Familien mit 86 Köpfen
Anschlußwert der gesamten Kocheinrichtungen	126 kW	42 kW
Anschlußwert der gesamten Beleuchtungsanlagen . . .	10 kW	3 kW
Monatl. Stromverbrauch für Kochen, Heißwasserbereitung, Beleuchtung, Bügeln usw.	4 300 kWh	1 900 kWh
d. i. im Monatsdurchschnitt je Familie rd.	150 kWh	120 kWh
d. i. je Kopf und Tag rd. .	1,1 kWh	0,7 kWh
Die Stromkosten je Monat betragen:		
Grundgebühr für Wärme und Geräte	126 kW zu 1 M = 126 M	42 kW zu 1 M = 42 M
Grundgebühr für Licht . . .	10 kW zu 10 M = 100 M	3 kW zu 10 M = 30 M
Arbeitsgebühr	4300 kWh zu 8 Pf = 344 M	1900 kWh zu 8 Pf = 152 M
Zusammen	570 M	224 M
Die durchschnittl. monatlichen Stromkosten für Kochen, Heißwasserbereitung, Beleuchtung, Bügeln usw. betragen je Familie rd. . . .	20 M	14 M
Die Kosten betragen je kWh rd.	13 Pf	12 Pf

Ein Vergleich der in Liste 3 gemachten Angaben mit den Dauerversuchen in den Dienstwohngebäuden zeigt, daß bei den mit Herden kochenden Familien der Stromverbrauch je Kopf und Tag etwas größer und bei den mit Elektro-Ökonomapparaten kochenden Haushalten etwas kleiner ist als bei den Dauerversuchen. Der charakteristische Unterschied beruht auf der im Durchschnitt besseren Lebenshaltung der mit Herden kochenden Familien gegenüber denjenigen Haushalten, die zur Entlastung der Hausfrau mit Ökonomapparaten arbeiten, während an den Dauerversuchen in den Dienstwohnungen Familien mit ungefähr gleicher Lebenshaltung beteiligt sind.

Die monatlichen Stromkosten für die nur elektrisch kochenden Familien ergeben sich einschließlich Beleuchtungs- und Geräteverbrauch zu 14 bis 20 M. Wenn man berücksichtigt, daß einfache Familien bei Verwendung von Kohlenfeuerung für die Küche im Monat 6 bis 8 M für Kohle, 3 bis 4 M für Holz und daneben 3 bis 5 M für Beleuchtung und Kleingerätestrom ausgeben, so dürfte die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Kochbetriebes für die Abnehmer ohne weiteres klar sein.

4. Betriebsergebnisse für die Elektrizitätswerke.

Es ist zu prüfen, ob bei den angeführten niedrigen Strompreisen die Elektrizitätswerke auf ihre Rechnung kommen. Um hierfür zuverlässige Unterlagen zu ge-

winnen, war es zunächst erforderlich, die durch die Voruntersuchungen nur theoretisch ermittelten Stromverbrauchskurven der Wärmestromabnehmer durch Registrierinstrumente im wirklichen Betrieb aufzunehmen.

Derartige Aufnahmen waren allerdings nicht möglich für die Gesamtheit der Wärmestromabnehmer, die sich naturgemäß über das ganze Stadtgebiet verteilen, doch konnte in einer Arbeitersiedlung (Abb. 2) ein, wenn auch kleiner Abnehmerkreis durch ein dauernd eingeschaltetes Registrierwattmeter erfaßt werden.

Wie aus der Abbildung ersichtlich, ist die ganze Siedlung an eine einzige Transformatorstation angeschlossen, in der das Registrierinstrument aufgestellt wurde. Da Wirtschaften, Läden, Motorenbetriebe usw. nicht vorhanden sind, ergeben die Registrierstreifen neben dem sehr geringen Verbrauch der Straßenbeleuchtung lediglich den Verbrauch der angeschlossenen Haushaltungen. In Abb. 3, Reihe 1, ist je eine durchschnittliche Sommer- und Winterkurve wiedergegeben. Entgegen der sonst üblichen Abendspitze lassen diese Kurven deutlich zwei Spitzen, und zwar mittags und abends, erkennen. Die Mittagspitze rührt davon her, daß von den in der Siedlung angeschlossenen 120 Familien zur Zeit 12 Familien, d. s. 10 % der Einwohner, elektrisch kochen.

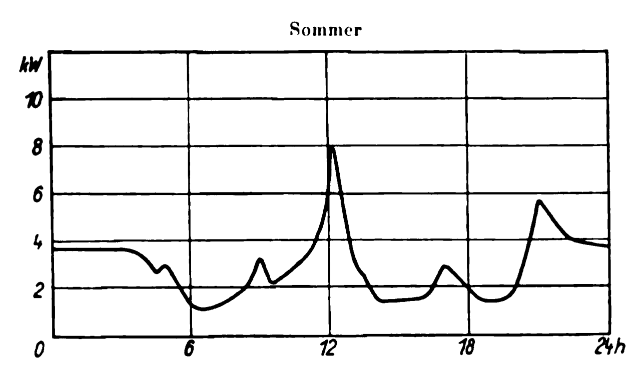
Es war festzustellen, wie sich die Stromkurve für diese 12 Familien, also eine ausgesprochene Kochkurve, gestaltet. Diese Feststellung konnte gemacht werden, weil vor Einführung des elektrischen Kochens ebenfalls Stromkurven, und zwar für die reine Lichtbelastung, aufgenommen waren, die in der 2. Reihe der Abb. 3 wiedergegeben sind. Die Differenz der beiden Kurven ergibt in der 3. Reihe die Kochkurve für die elektrisch kochenden Familien. Die Kurve zeigt die Nachtbelastung durch die in allen 12 Familien vorhandenen Heißwasserspeicher, sodann gegen 5 Uhr früh die ziemlich geringe Belastung durch die Frühstücksbereitung für die zur Fabrik gehenden Männer, gegen 10 Uhr eine zweite Spitze, vermutlich herrührend von dem Ankochen der Hauptmahlzeit, sodann das scharfe Ansteigen des Stromes für das Fertigkochen der Hauptmahlzeit[1]. Die Kochspitze selbst ist wegen der Gleichheit der Essenszeit auffallend schmal und liegt verhältnismäßig spät, weil infolge der weiten Entfernung der Siedlung vom Stadtinnern das Mittagessen erst gegen 12³/₄ Uhr eingenommen wird. Um 18 Uhr ergibt sich eine dritte kleinere Kochspitze für die in der zweiten Schicht arbeitenden Männer sowie für das Abendessen, ab 20 Uhr zeigt sich die Einschaltung der Heißwasserspeicher.

Die aus den Flächeninhalten der Stromkurven ermittelten Kilowattstunden wurden durch die Zählerablesungen überprüft und stimmen mit diesen überein.

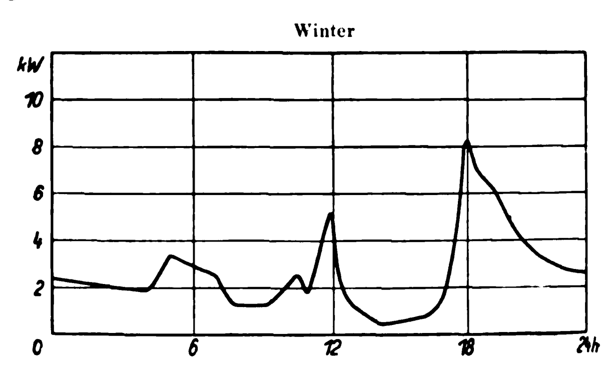
Von besonderem Interesse ist die Ausnutzung der Spitzenleistung. Die Kurven zeigen, daß die in der Netztransformatorstation auftretende Spitze bei reinem Lichtbetrieb nur sehr schlecht — es sind 1500 h im Jahr — ausgenutzt wird. Für die Wärmekurve hingegen ergibt sich eine wesentlich höhere Ausnutzung der Stationspitze, und zwar von 2400 h im Jahr. Da die Kochspitze und die Lichtspitze nicht zusammenfallen, zeigt die Gesamtkurve, wie aus der Abbildung ersichtlich, eine besonders gute Ausnutzung. Es ist hiernach klar, daß der Anschluß einer derartigen Siedlung oder die Versorgung von wenig besiedelten Vororten, die bei reinem Lichtkonsum im allgemeinen verlustbringend ist, sich wirtschaftlich gestaltet, wenn es gelingt, die Bewohner auch mit Wärmestrom zu versorgen.

Auf Grund der gemachten Erhebungen war es aber auch möglich, die Wirtschaftlichkeit für verschiedene Kombinationen der Licht-, Kraft- und Wärmestromabgabe festzustellen.

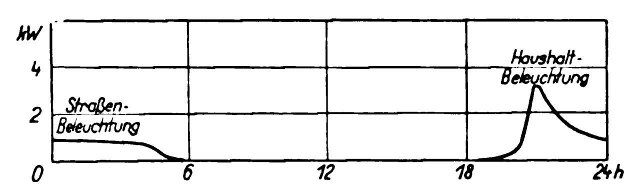
Sommer

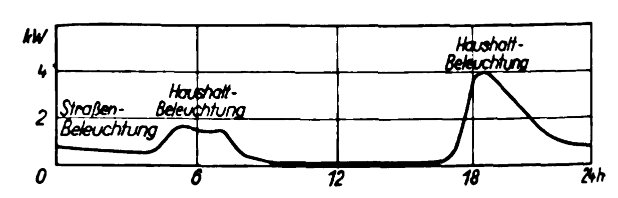


Winter

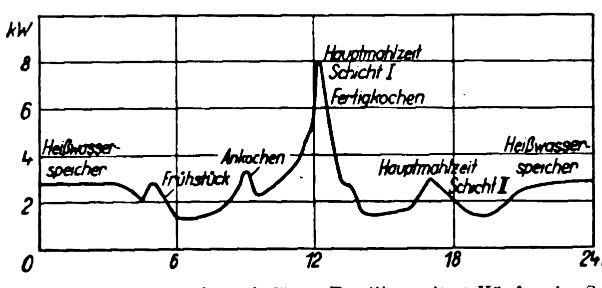


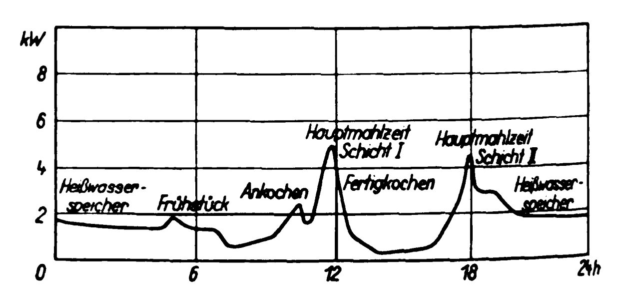
Gesamtverbrauch für 120 Familien mit 600 Köpfen, im Sommer 13 000 kWh, im Winter 11 000 kWh, zusammen 24 000 kWh.





Lichtverbrauch für 120 Familien einschl. Straßenbeleuchtung, im Sommer 2 000 kWh, im Winter 4 000 kWh, zusammen 6 000 kWh.
Jährliche Benutzungsdauer der Lichtspitze: 1 500 h.





Wärmeverbrauch für 12 Familien mit 60 Köpfen, im Sommer 11 000 kWh, im Winter 7 000 kWh, zusammen 18 000 kWh.
Jährliche Benutzungsdauer der Wärmespitze: 2 400 h.

Abb. 3. Stromverbrauchskurven einer Schweinfurter Arbeitersiedlung, in welcher 108 Familien mit rd. 540 Köpfen nur Licht und 12 Familien mit rd. 60 Köpfen Licht und Wärme beziehen.

[1] Da in der betreffenden Siedlung hauptsächlich Elektro-Ökonome mit der für diese Apparate typischen geringen Wattleistung verwendet werden, ist die Ankochspitze verhältnismäßig klein, die Fertigkochspitze ergibt sich durch die kurz vor dem Essen eintretende Mitverwendung von Heizplatten. Bei vorwiegender Verwendung von mehrplattigen Herden ist die Ankochspitze größer, während die Fertigkochspitze hier verschwindet. Durch Verwendung beider Typen wird ein günstiger Ausgleich erzielt.

Es wurden Beispiele für ländliche Gemeinden, für Kleinstädte mit Gewerbebetrieb sowie für größere Städte mit und ohne Industrie durchgerechnet, und es ergab sich, daß bei entsprechend billiger Strombeschaffung, wie sie nicht nur durch eigene Kraftwerke, sondern auch durch die bestehenden Landes-Elektrizitätswerke ohne weiteres möglich ist, und bei richtiger Disposition der Leitungsnetze Wärmestrom fast in allen Fällen zu 10÷12 Pf/kWh ohne Beschränkung auf Nachtzeiten u. dgl. abgegeben werden kann und daß der gesamte Haushaltstrom, also einschließlich der Beleuchtung und der Kleingeräte, unter Verwendung geeigneter Tarife zum Durchschnittspreis von 14÷16 Pf/kWh mit angemessenem Nutzen verkauft werden kann.

Schlußfolgerungen.

Aus dem vorstehenden Bericht dürfte hervorgehen,

1. daß der elektrische Kochbetrieb nicht nur für begüterte Familien, sondern auch für Arbeiter- und Kleinbürger-Haushalte durchaus wirtschaftlich ist, was durch die innerhalb weniger Monate erreichbaren Anschlüsse solcher Haushalte in Schweinfurt und in Schwandorf belegt ist;
2. daß sich die Stromversorgung dieser Haushaltungen besonders bequem und vorteilhaft gestaltet, wenn neben den normalen elektrischen Herden und Elektro-Ökonomapparaten auch Heißwasserspeicher verwendet werden;
3. daß die Einführung des elektrischen Kochens gefördert wird durch einen möglichst einfachen Tarif, der für alle Verwendungszwecke des Haushaltes der gleiche ist und keine Erschwernisse durch Nachtstromverrechnung u. dgl. bedingt;
4. daß die Einführung weiter gefördert werden kann durch Zuschüsse für die Beschaffung der elektrischen Apparate, die für minderbegüterte Familien nur mangels der erforderlichen Massenherstellung zur Zeit noch zu teuer sind;
5. daß die Elektrizitätswerke bei den für die Abnehmer auskömmlichen Tarifen nicht nur ihren Stromkonsum sehr bedeutend vermehren, sondern auch ihre Überschüsse um ein beträchtliches steigern können;
6. daß insbesondere die an der Peripherie der Städte und in den Vororten entstehenden Siedlungen, die bei reiner Lichtentnahme verlustbringend sind, angemessene Überschüsse abwerfen, sobald auch die Wärmeverteilung aufgenommen wird;
7. daß in ähnlicher Weise die wenig rentablen Landbezirke wirtschaftlicher werden, sobald es gelingt, auch nur einen Bruchteil der Bevölkerung auf Grund geeigneter Tarife mit Wärmestrom zu versorgen;
8. daß sich bei der Versorgung mit Kochstrom auf den Kopf der belieferten Familien ein Jahresverbrauch von etwa 300 kWh ergibt, womit namentlich in den Kleinstädten und auf dem flachen Lande der Stromverbrauch außerordentlich sich erhöht, mit welcher Tatsache zu rechnen ist, wenn für die einzelnen Werke oder für ganze Provinzen und Länder Maßnahmen für die künftige Stromerzeugung und Stromverteilung zur Erwägung stehen.

Untersuchung von Isolatoren bei starker Verschmutzung.

Von Dipl.-Ing. **Heinz Bechdoldt**, Hermsdorf (Thür.).

Übersicht. Die nachstehend beschriebene, aus einer luftdicht abschließbaren Kammer bestehende Einrichtung, in die eine Transformatorspannung von 150 kV eff. geleitet wird, gestattet es, auf Hochspannungsisolatoren jeder Bauart künstliche Verschmutzungen durch Ruß- und Salzniederschläge, Säuredämpfe, Zement- und Straßenstaub usw. hervorzurufen. Über die versuchsmäßig ermittelte Rückwirkung derartiger Verschmutzungen auf Isolatoren im trockenen und nassen Zustande wird kurz berichtet. Neben einer zweckentsprechenden Formgebung der Isolatoren hat sich besonders die Anordnung von Tropfkanten als zweckmäßig erwiesen.

Nach dem Entwurf der VDE-Leitsätze[1] werden die Hochspannungs-Freileitungsisolatoren auf Überschlag in trockenem Zustand und unter Regen mit Wasser von 100 μScm^{-1} Leitfähigkeit geprüft, während die Leitfähigkeit des aufgefangenen Regenwassers normalerweise nur 20 ÷ 40 μScm^{-1} beträgt. Man hat aber bei der Festsetzung der Prüfbestimmungen die höhere Leitfähigkeit gewählt, um der im Betrieb auftretenden Verschmutzung der Isolatoren Rechnung zu tragen. Wenn dies auch für die weitaus meisten Fälle genügt, so haben doch sehr starke Verschmutzungen gelegentlich, und zwar meistens bei nebligem Wetter, zu Überschlägen an Ketten- oder Bahnisolatoren und zu Betriebsunterbrechungen geführt.

Derartige starke Verschmutzungen treten z. B. bei Leitungen in der Nähe der Meeresküste durch Salzablagerungen, in der Nähe von chemischen oder Zementfabriken durch Niederschläge von Säuredämpfen bzw. Zementstaub auf. Weiter ist im Bahnbetrieb überall da, wo neben dem elektrischen noch Dampfbetrieb vorkommt, mit einer starken Verschmutzung der Fahrleitungsisolatoren durch Ruß, schweflige Dämpfe und Öl zu rechnen.

Wenn demnach auch Isolatorenverschmutzungen, die Überschläge und Betriebstörungen veranlassen, Sonderfälle darstellen, so gehört es doch zu dem Aufgabenkreis führender Isolatorenfabriken, hier durch eingehende Untersuchungen und eine daraus abgeleitete Formgebung der Isolatoren Abhilfe anzustreben. Zu diesem Zweck hat die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. in ihrem Hermsdorfer Versuchsfeld eine neuartige Versuchsanlage in Betrieb genommen, die eine künstliche Verschmutzung der Isolatoren bei gleichzeitiger elektrischer Prüfung gestattet. Diese Einrichtung, Abb. 1, besteht aus einer luftdicht verschließbaren Kammer, in der die Isolatoren aufgehängt und durch ein Fenster von außen beobachtet werden können. Durch eine reichlich bemessene Durchführung, die auch bei starker Verschmutzung noch keine Entladungen zeigt, wird die Transformatorspannung von maximal 150 kV eff. gegen Erde in die Kammer geleitet. Die Isolatoren werden mit einem Pol an die Durchführung, mit dem anderen an Erde gelegt. Hierbei ermöglichen es die auf Abb. 1 sichtbaren Drahtenden, die Versuchstücke

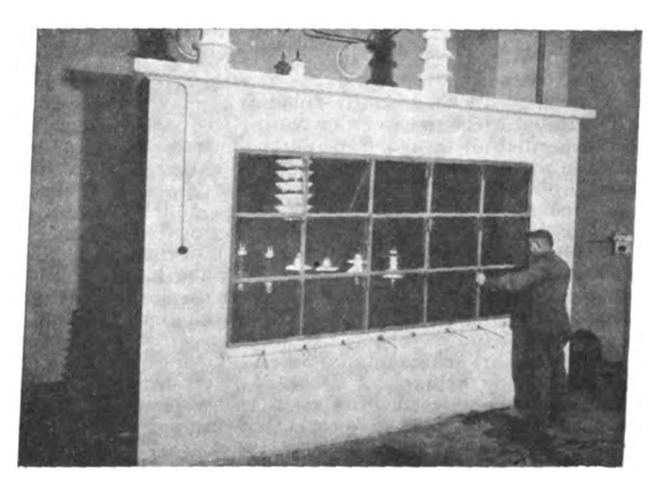


Abb. 1. Kammer für Überschlagversuche an künstlich verschmutzten Isolatoren.

einzeln von außen, ohne den Raum zu öffnen, an Erde anzuschließen. In Abb. 2 sieht man in der Mitte des Bildes die in die Decke eingebaute Durchführung; rechts und links davon befinden sich die Tragketten für die als Sammelschiene ausgebildete Aufhängevorrichtung der Versuchstücke. Diese Tragketten sind ebenfalls so reichlich bemessen, daß sie auch bei starker Verschmutzung noch keine wesentlichen Entladungen zeigen. Die Untersuchungen erfolgen in der Regel in vertikaler Lage der Versuchstücke (Hängelage), doch ist die Anordnung so getroffen, daß die Isolatoren auch in horizontaler Lage (Abspannlage) aufgehängt werden können.

Zur Erzielung starker Salzniederschläge auf den Isolatoren wird eine konzentrierte Salzlösung mittels Druckluft in den Raum eingeblasen, Rußniederschläge werden

---

[1] ETZ 1927, S. 372.

durch Verbrennen verschmutzter Putzwolle und durch Einblasen von Kohlenstaub erzielt. Schweflige Dämpfe werden durch Verbrennung von Schwefel erzeugt, während zur Herstellung von Ammoniak-, Salpetersäure-, Chlordämpfen usw. entsprechende Flüssigkeiten verdampft werden. Die Stärke der Schmutzschicht ist abhängig von

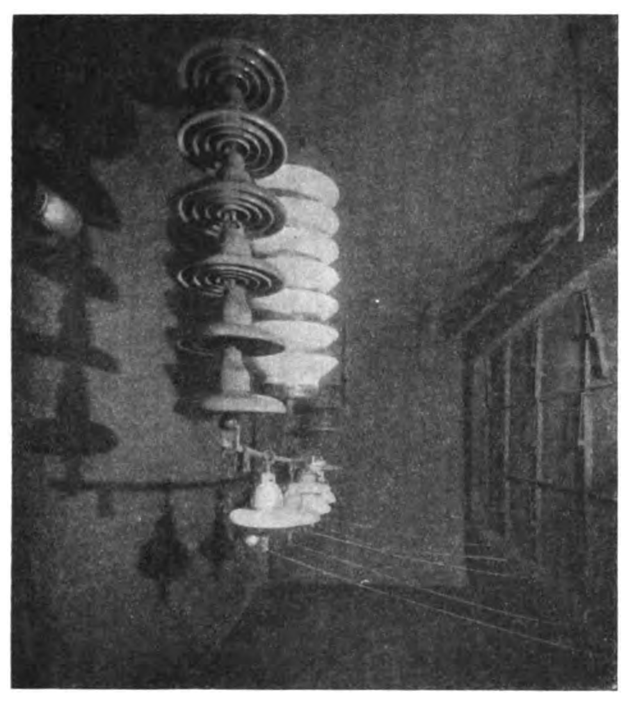


Abb. 2. Innenansicht der Kammer.

der Dauer der Einwirkung, wobei sich mit der Einrichtung in etwa einer Stunde eine Berußung erzielen läßt, Abb. 3, wie sie im praktischen Betrieb erst nach sehr langer Zeit auftritt. Weiter läßt sich mit Sicherheit eine unbedingt gleichmäßige Verschmutzung sämtlicher Isolatoren erzielen, so daß die Einrichtung auch eine sehr gute Vergleichsmöglichkeit für die einzelnen Isolatorformen ergibt.

Künstlicher Nebel wird durch Zerstäuben von Wasser mittels Druckluft hergestellt, wobei Wasser verschiedener Leitfähigkeit verwandt werden kann. Die Isolatoren können außerdem während der Versuche mit Wasser von $20 \div 400\ \mu\text{Scm}^{-1}$ beregnet werden. Die Regendüsen, die eine Beregnung bis 3 mm/min unter 45° Einfallwinkel ermöglichen, sind so angeordnet, daß eine gleichmäßige Beregnung aller in dem Raum aufgehängter Isolatoren erfolgt. Sämtliche im Betrieb auftretende Verhältnisse können demnach, soweit es im Versuchsfeld überhaupt möglich ist, nachgeahmt werden. Ein reichlich bemessener Luftschacht mit künstlicher Entlüftung, durch den die Dämpfe in wenigen Minuten abgesaugt werden, sorgt dafür, daß nach jedem Versuch der Raum schnell wieder betreten werden kann. Die bisher mit dieser Anlage durchgeführten Untersuchungen erstreckten sich in der Hauptsache auf Bahnisolatoren und in zweiter Linie auf normale Hängeisolatoren.

Grundsätzlich ist das Ergebnis an allen Isolatoren insofern gleich, als die Überschlagspannung in trockenem Zustande gar nicht oder nur unwesentlich, bei Regen und Nebel dagegen außerordentlich stark herabgesetzt wird. Letzteres gilt jedoch nur bei Wechselspannung normaler Frequenz, während bei Spannungstoß die Verschmutzung keinen wesentlichen Einfluß auf die Überschlagspannung ausübt.

Von großem Einfluß ist natürlich auch die Art der Verschmutzung. So hat sich bei den bisherigen Versuchen die in der Nähe einer großen chemischen Fabrik auftretende metallische Flugasche als außerordentlich gefährlich gezeigt. Obwohl die dort eingebauten Isolatoren äußerlich noch sehr gut aussahen, betrug ihre Überschlagspannung doch nur noch $3 \div 4\ \%$ der Soll-Überschlagspannung.

Ein ähnliches Verhalten zeigen Isolatoren mit starken Salzablagerungen. Hier wurden Erniedrigungen bis herab auf 10 % der normalen Überschlagspannung festgestellt. Nicht ganz so schlecht verhalten sich mit Ruß und Schwefeldämpfen verschmutzte Isolatoren. Jedoch geht auch hier die Überschlagspannung zuweilen auf $10 \div 15\ \%$ der Soll-Überschlagspannung herunter. Die Einwirkung von Säuredämpfen wurde vergleichsweise mit Salpetersäure-, Ammoniak- und Salmiakdämpfen untersucht, wobei die Überschlagspannungen auf 31, 88 bzw. 69 % der Soll-Überschlagspannung heruntergingen. Eine starke Erniedrigung tritt demnach lediglich durch Verschmutzung mit Salpetersäure ein. Gleichfalls stark erniedrigend wirkt auf die Überschlagspannung Zementstaub ein, der bei den Versuchen eine Herabsetzung der Überschlagswerte bis auf 20 % zur Folge hatte.

Am wenigsten gefährlich sind Verschmutzungen durch Straßenstaub, wodurch die Überschlagspannung nur auf etwa 80 % herabgesetzt wurde.

Einen außerordentlich großen Einfluß hat auch die äußere Form der Isolatoren, und es hat sich gezeigt, daß es vor allen Dingen günstig ist, möglichst viele Tropfkanten an den Isolatoren anzubringen. Hierdurch wird vermieden, daß sich bei Regen und besonders bei Nebel durch das abfließende verschmutzte Wasser eine leitende Bahn bildet, die den vorzeitigen Überschlag hervorruft. Derartige Tropfkanten werden bei den normalen Kappenisolatoren durch die Rippen unterhalb des Schirmes gebildet, so daß sich diese Isolatoren auch bei starker Verschmutzung verhältnismäßig günstig verhalten.

Dieses Ergebnis stimmt auch mit älteren Beobachtungen[1] überein, die gezeigt haben, daß sich normale Kappenisolatoren in horizontaler Lage bei Regen günstiger verhalten als in vertikaler Lage, denn auch hier wird durch das von den Tellern abtropfende Wasser in der Hängelage von Isolator zu Isolator eine leitende Brücke gebildet, die in der Abspannlage immer wieder unterbrochen wird.

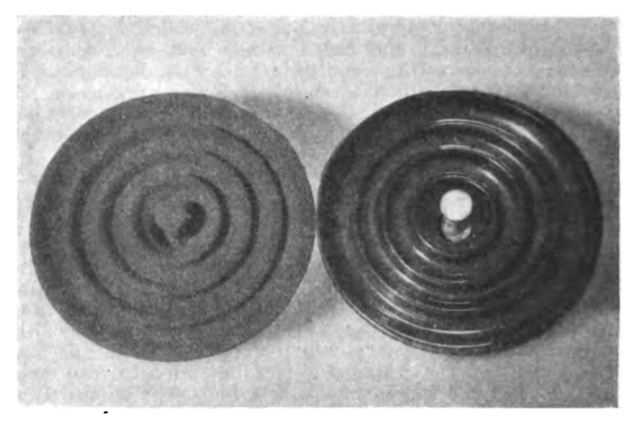


Abb. 3. In der Versuchskammer nach einstündiger Einwirkung erzeugter Rußniederschlag.

Versuche an langgestreckten Knüppelisolatoren mit kleinen Rippen ergaben in Abspannlage verhältnismäßig hohe, in Hängelage dagegen bei Nebel sehr niedrige Überschlagswerte. Durch Anbringen kleiner Schirme an Stelle der Rippen konnten auch an diesen Isolatoren in der Hängelage mehrere Tropfkanten und damit eine Unterbrechung der leitenden Bahn geschaffen werden. Hierdurch ließ sich eine Erhöhung der Überschlagspannung bei Verschmutzung um etwa 50 % und eine Erhöhung der Glimmspannung um mehr als 200 % erzielen. Genaue zahlenmäßige Versuchsergebnisse an verschmutzten Isolatoren werden später noch veröffentlicht werden. Die vorstehenden kurzen Ausführungen sollten lediglich auf die große Bedeutung derartiger Untersuchungen hinweisen.

[1] Vgl. Mitt. Hermsd. Schomb. H. 13. S. 5.



Über die Verkabelung von Mittelspannungsfernleitungen.

Von **M. F. Dahl**, Berlin.

Übersicht. **Die zunehmende Verwendung der Elektrizität auf allen Gebieten weckt das Bedürfnis nach Erhöhung der Betriebsicherheit der Übertragungsysteme gegenüber den bisherigen Sicherheitsgraden. Hierzu gehört das Ausschalten der atmosphärischen Einflüsse, und es wird somit die Verkabelung der Fernübertragungsleitungen akut. An Hand einer praktischen Ausführung, wie sie erstmalig in großem Umfang der Elektrizitäts-Verband Weißenfels-Zeitz durchführt, werden die Vorteile einer solchen Hochspannungsverkabelung erörtert.**

Die ständig wachsenden Ansprüche an die Wirtschaftlichkeit der Anlagen zwingen sowohl zur weiteren Ausdehnung der Mechanisierung der Arbeitsvorgänge wie zur größten Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit. Teilweise Unterbrechungen oder gar Stillstand, wenn auch nur auf wenige Stunden in den genau abgewogenen und berechneten Arbeitsvorgängen, haben sofort erhebliche Verluste zur Folge, die mit Rücksicht auf eine gesundende Volkswirtschaft nach Möglichkeit vermieden werden müssen.

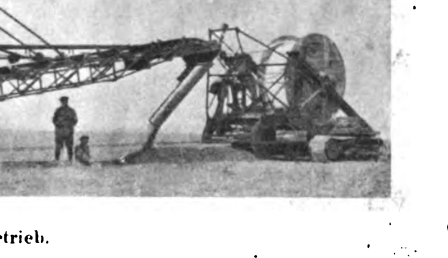


Abb. 1. Kabelgerät im Betrieb.

Bei der wichtigen Stellung, die die Elektrizität im heutigen Produktionsprozeß einnimmt, genügt es nun nicht, elektrische Erzeugungs- und Verteilerwerke so störungsfrei wie möglich zu bauen und zu betreiben, sondern man muß auch ganz besondere Aufmerksamkeit der Projektierung, dem Bau und Betrieb der Übertragungsleitungen widmen. Von ausschlaggebender Bedeutung ist die Isolierung dieser Übertragungsleitungen, da man in bezug auf mechanische Einwirkungen die Leitungen schon ziemlich sicher bauen kann; dagegen bietet die Aufrechterhaltung einer auf die Dauer den verschiedensten Einflüssen unterworfenen Isolation große Schwierigkeiten. Die Fernübertragungsleitungen werden heute noch fast ausnahmslos als Freileitungen ausgeführt und unterliegen deshalb den mechanischen und elektrischen Einwirkungen der Atmosphäre, und hier sind es gerade die elektrischen Erscheinungen, die sich, weil noch nicht ausreichend erforscht, in keine mathematische Formel zwingen lassen und deshalb eine ständige Störungsquelle bilden. Die Statistiken der Überlandwerke führen darüber eine beredte Sprache, und es hat nicht an Bemühungen gefehlt, durch Erhöhung der Isolation oder durch Verwendung von sogenannten durchschlagsicheren Isolatoren, ferner durch Änderung der Isolatorenart (Hängeisolatoren statt Stützisolatoren u. a. m.) Abhilfe zu schaffen. Mit diesen Maßnahmen hat man bei Leitungen hoher und höchster Betriebspannungen eine recht hohe Betriebsicherheit erreichen können; dagegen versagen sie bei den sogenanten Mittelspannungsleitungen für 10 ÷ 20 kV und mehr, da hier die Anlage- und Unterhaltungskosten eine erhebliche Rolle in bezug auf die Rentabilität spielen, und demzufolge über eine entsprechende Isolierung, weil unwirtschaftlich, nicht hinausgegangen werden kann. Diese Leitungen sind es deshalb, die am meisten unter den atmosphärischen Beanspruchungen zu leiden haben, und sie sind nicht umsonst die Sorgenkinder der Elektrizitätswerke. Hohe Unterhaltungskosten und durch Energieausfall bedingte Gewinnverluste, Schwierigkeiten mit den Stromabnehmern sind die Folge, so daß die Rentabilität mancher Freileitungen, obwohl sie mit niedrigem Anlagekapital erstellt wurden, ins Wanken kommt. Deshalb taucht immer wieder der Gedanke einer Verkabelung dieser Leitungen auf, denn mit der Verlegung der Leitungen in die Erde werden die atmosphärischen Einflüsse bedeutungslos. Die ideale Lösung des Übertragungsproblems scheiterte aber immer an den enorm hohen Anlagekosten, deren wesentlichste Faktoren die Materialkosten einerseits und die Verlegungskosten anderseits bildeten.

Die fortschreitende Entwicklung der Kabeltechnik ermöglichte die Anwendung metallisierter Kabel, wodurch die Betriebsicherheit wesentlich erhöht wird. Jedoch blieb noch immer eine recht beachtliche Kostendifferenz zwischen Freileitung und Kabel zuungunsten der letzteren.

Dem Elektrizitäts-Verband Weißenfels-Zeitz ist es nun gelungen, durch die unten beschriebenen Maßnahmen die wirtschaftlichen Schwierigkeiten zu beseitigen und Mittel und Wege zu finden, die Verkabelung seines gesamten Freileitungsnetzes in Angriff zu nehmen. Das bestehende, etwa 16 Jahre alte 15 kV-Freileitungsnetz mit einer gesamten Länge von 530 km war fast abgewirtschaftet, die Querschnitte teilweise zu schwach, die Leiter eindrähtig und etwa 130 km während des Krieges eingebaute Eisenleitungen dem Herabfallen nahe. Hier konnte nur ein umfangreicher Umbau, der in bezug auf Kosten fast einem Neubau gleichkam, einen möglichst störungsfreien Betrieb gewährleisten, also Weitspannungsystem mit Hängisolation. Jedoch schien auch diese Lösung nicht restlos zu befriedigen, da man von vornherein mit starken Betriebstörungen durch Gewitter, von denen die dortige Gegend besonders betroffen wird, rechnen mußte. So blieb als letzter Weg die Verkabelung. Die Verkabelung derartig weitläufiger, also umfangreicher Fernleitungsnetze stellt dem Ingenieur Aufgaben, die in ihren Forderungen gegensätzlich zu sein scheinen. Nämlich mit Rücksicht auf den größeren Anlagewert unbedingte Sparsamkeit, d. h. größtmöglichste Ausnutzung sämtlicher Konstruktionselemente einerseits, höchste Betriebsicherheit, also reichliche Bemessung des Materials, große Verlegungstiefe des fertigen Kabels usw. anderseits. Hier, besonders was die Bemessung der Leiterquerschnitte anbelangt, müssen die einzelnen Faktoren so gegeneinander abgestimmt werden, bis man die wirtschaftlich günstigste Kabelform und Verlegungsausführung bei ausreichend hoher Betriebsicherheit gefunden hat. So hatte man für den Fall des E.-V. Weißenfels-Zeitz diese Überlegungen in die Praxis umsetzen können. Um eine Verringerung der Kabelpreise zu ereichen, wurde die Eisenbandarmierung fortgelassen, so daß über den Bleimantel des zur Verlegung gelangenden Höchststädter Drehstromkabels lediglich die Jutelage geschlagen wird. Da hier nicht Handverlegung, sondern maschinelle Verlegung des Kabels in Frage kommt, so erschien das Weglassen der Eisenbandarmierung begründet, denn einen unbedingten Schutz gegen Pickenhiebe bietet sie nicht und verrottet schließlich doch im Laufe der Jahre. Auch bei etwaigen Bodenverschiebungen, Senkungen usw. ist ein mechanischer Schutz, d. h. Aufnahme der Zugspannungen, nicht zu erwarten, weil sich infolge der Spiralform das Eisenband mitdehnt, so daß der Bleimantel nun doch die Beanspruchung aufnehmen müßte.

Eine weitere und wesentliche Verbilligung der Anlagekosten ermöglicht die maschinelle Verlegungsart des Kabels durch das Kabelverlegungsgerät, das aus einem Raupenschlepper mit Grabenbagger, Transbortband für das ausgebaggerte Erdreich auf dem Kabelwagen besteht. Dieses vom Eisenwerk Weserhütte A. G., Bad Oeynhausen, ausgeführte Gerät (Abb. 1, 2 u. 3) vollzieht gleichzeitig folgende Funktionen: Kabelgraben ausheben, Kabel einlegen, Graben zuschütten, Graben zuwalzen und überschüssige Erde planieren. Das Gewicht des Kabelwagens von 11,4 t einschließlich Kabeltrommel gibt Gewähr für ein festes Einstampfen der ausgebaggerten Erde im Kabelgraben, bewirkt durch das mittlere Raupenband des Kabelwagens. Dagegen sind die Raupenbänder des Baggers und die äußeren Raupenbänder des Kabelwagens so ausreichend bemessen, daß die Bodenpressung nur

etwa 0,39 kg/cm² beträgt, also auch auf sehr weichem Boden gearbeitet werden kann, ohne der Gefahr des Festfahrens ausgesetzt zu sein. Feldwege und Gräben bieten kein Hindernis, auch auf Entgegenkommen der Grund-

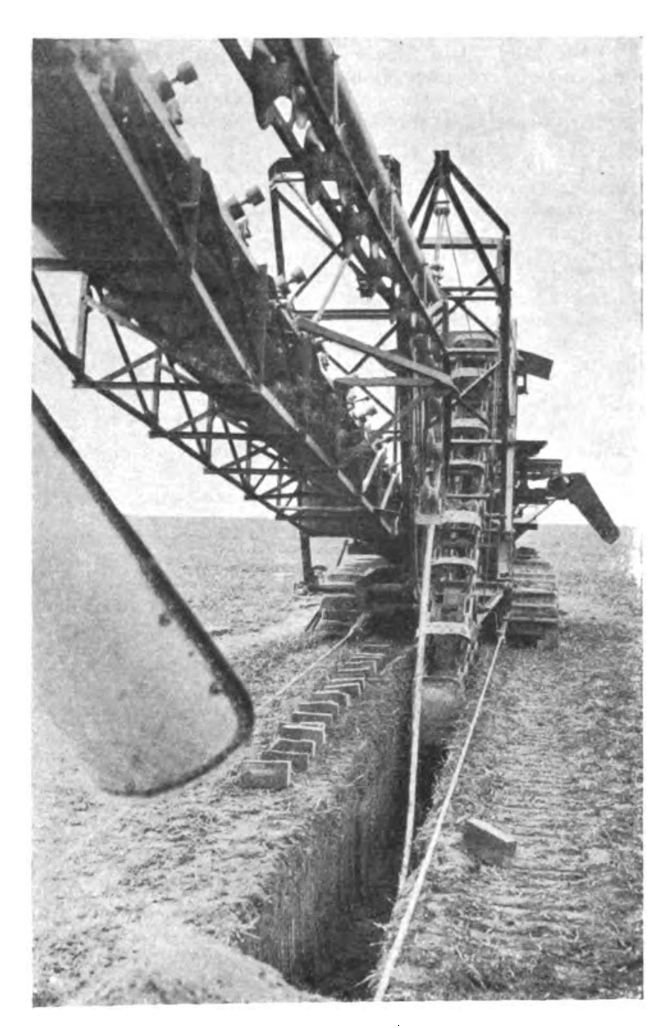


Abb. 2. Ausbaggern des Grabens und Verlegen des Kabels.

besitzer kann gerechnet werden, da das verlegte Kabel der Bearbeitung der Felder keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Es kann deshalb gerade Linienführung gewählt werden, also in gerader Linie von Abgabepunkt zu Abgabepunkt verkabelt werden, was wiederum eine Ersparnis in der Übertragungslänge bedeutet. So erspart der E.-V. Weißenfels-Zeitz hierdurch in seinem gesamten Leitungsnetz eine Leitungslänge von rd. 70 km! Mithin sind statt 530 km (Länge des früheren 15 kV-Netzes) nur 460 km zu verkabeln.

Bei Zugrundelegung dieser nach ganz neuen Gesichtspunkten gewonnenen Faktoren ergibt sich nun ein sehr günstiges Bild für die Wirtschaftlichkeit derartiger Überlandverkabelungen.

So hat Direktor S c h r a m m erstmalig diese Ansichten in die Praxis umgesetzt. Die Materialkosten des hier zur Verlegung kommenden Spezialkabels sind um etwa 20 % niedriger gegenüber den bisherigen mit Eisenbandarmierung versehenen.

Die maschinelle Montage ergibt wesentliche Ersparnisse, zum Teil bis zu 75 % und mehr, bezogen auf die Handverlegung. Bei dieser Gelegenheit möge darauf hingewiesen sein, daß die von Dipl.-Ing. H a r t m a n n, Zeitz, in der Elektrizitätswirtschaft Bd. 26, S. 563, angegebenen Zahlen wohl für das Zeitzer Gebiet Gültigkeit haben, weil einerseits die Gerätebeschaffung zu einem ungewöhnlich niedrigen Preise erfolgte, dann aber auch das Gelände und die Lage der Anschlußpunkte ganz außerordentlich günstig für die Verkabelung sind. Für normale Durchschnittsleistungen in anderen Gebieten des Deutschen Reiches wird man dagegen gut tun, andere Werte zu verwenden. So müßte man für die durchschnittliche Tagesleistung nicht 640 m, sondern etwa 500 m annehmen, weil durch Gräben, Straßenkreuzungen, scharfe Eckpunkte in der Linienführung usw. diese Heruntersetzung der Tagesleistung gerechtfertigt wird. Ebenso wird man mit einer mittleren Geschwindigkeit von 63 m/h statt mit 80 m/h rechnen müssen. Demzufolge würden sich dann im Rechenbeispiel von Hartmann die Werte, wie nachstehend angeführt, ändern, wobei gleichzeitig auch der Anschaffungswert des Gerätes Berücksichtigung findet, der heute rd. 65 000 M betragen dürfte.

I. M a s c h i n e l l e V e r l e g u n g.

a) Es hat sich herausgestellt, daß das Gerät mit einer durchschnittlichen Tagesleistung von 500 m in der achtstündigen Schicht arbeiten kann, entsprechend der mittleren Geschwindigkeit von 63 m/h. Es werden also in 16 h 1000 m Kabel verlegt.

1.	Der Motor verbraucht 6,25 kg Schweröl stündlich. 16 × 6,25 = 100 kg/1000 m. Das kg Schweröl kostet 0,15 RM frei Verwendungsstelle. 100 × 0,15 = ...	15,— RM
2.	Öl- und Fettverbrauch	15,— „
3.	Löhne für 5 Arbeiter (5 × 0,80 × 16) . .	64,— „
4.	Gehalt für Baggermeister (16 × 1,20) . .	19,20 „
	b) Materialien.	
	8 Markierungsteine zu je 4,50 RM . . .	36,— „
	c) Kapitalkosten.	
1.	Amortisation: Es sei angenommen, daß von den zu verlegenden 470 km nur noch 420 km mittels Bagger verlegt werden können. Es müßte daher das Gerät mit 420 km amortisiert sein. Der Anschaffungspreis des Montagegeräts beträgt 65 000 RM. Für 1 km ergibt sich also 65 000 : 420 = ...	155,— „
2.	An Verzinsung sind durchschnittlich für 1000 m aufzubringen	50,— „
		354,20 RM

II. H a n d v e r l e g u n g.

Verlegungskosten für 1000 m zu 1,60 RM/m, wobei der Betrag von 1,60 RM unter Umständen sehr knapp sein dürfte, sobald Regenwetter und schwerer Boden vorhanden ist,	1600,— RM
8 Markierungsteine aus Granit einschl. Anfuhr zu je 4,50 RM	36,— „
	1636,— RM

Bei 420 km werden also durch maschinelle Verlegung e r s p a r t:

$$420 \times 1636,\text{— RM} = 687\,120,\text{— RM}$$
$$420 \times 354,20 \text{ „} = 148\,764,\text{— „}$$
$$538\,356,\text{— RM.}$$

Wenngleich zahlenmäßig ausgedrückt das Anlagekapital bei Verkabelung trotz der erwähnten Ersparnisse

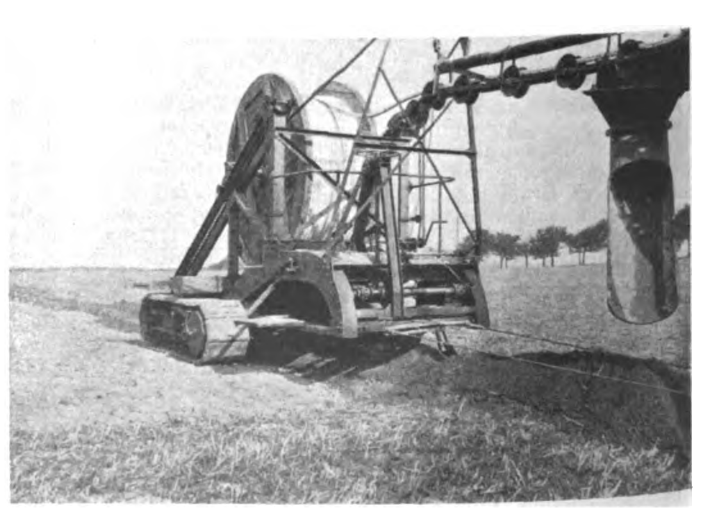


Abb. 3. Zuwerfen, Festwalzen und Planieren des Bodens.

höher liegt als bei Anwendung von Freileitungsübertragung, so darf dieses Moment nicht ausschlaggebend sein, denn in bezug auf Amortisation und Verzinsung des aufgewendeten Kapitals stellt sich ein Kabelnetz wesent-

lich günstiger. Nicht allein die sehr unterschiedliche Tilgungsdauer beider Übertragungsarten, sondern auch die Unterhaltungskosten üben recht erheblichen Einfluß auf den Endeffekt aus. Für die Unterhaltung der Freileitungen, also Isolatorenersatz, Mastenersatz, Anstreicherarbeiten, umfangreiches technisches und Betriebspersonal und durch infolge atmosphärischer Einflüsse hervorgerufene Betriebstörungen und damit Stromeinnahmen-Ausfall kann man bei einem derartigen Freileitungsnetz wie Weißenfels-Zeitz mit einem jährlichen Betrag von durchschnittlich 240 000 RM rechnen. Ein großer Teil dieses Betrages wäre ebenfalls zugunsten der Verkabelung zu buchen.

Auf Grund der Erfahrungen kann allgemein gesagt werden, daß ein 15 kV-Freileitungsnetz in 15 Jahren abgeschrieben sein muß, während man für Kabel einen Zeitwert von 40 Jahren zugrunde legen kann.

Gegen die einwandfreie Betriebsführung hat man ursprünglich Bedenken hinsichtlich des elektrischen Verhaltens gehegt. Es sei aber daran erinnert, daß gerade große Kabelnetze einen sehr ruhigen Betrieb haben. Den nicht ungefährlichen Fall von Erdschlüssen, die aber weniger in den Kabeln als in etwa angeschlossenen Freileitungen sowie in den Schalt- und Umspannpunkten zu erwarten sind, hat man durch Löschspulen zu meistern gelernt. Für das Kabelnetz des E.-V. Weißenfels-Zeitz sind 4 Petersen-Spulen vorgesehen, und zwar zwei für je 100 A, eine für 200 A und eine für 400 A.

Schließlich soll noch erwähnt sein, daß etwa 50 km verlegtes Kabel nach eingangs beschriebener Ausführung bereits seit neun Monaten beim mehrfach genannten E.-V. im Betrieb sind und sich bisher anstandslos bewährt haben.

Fortschritte im Bau von Stadtrohrpostanlagen.

Von **Carl Beckmann,** Berlin-Zehlendorf.

Übersicht. Es wird darauf hingewiesen, daß die Rohrposttechnik der Großstädte auf dem Stande von vor etwa 30 Jahren stehen geblieben ist und daß augenblicklich Bestrebungen im Gange sind, um die Wirtschaftlichkeit und Schnelligkeit der Beförderung zu erhöhen. Die Überlegenheit des unterteilten Maschinensystems wird nachgewiesen und eine im Bau befindliche Schnellrohrpostanlage beschrieben.

In einem Artikel über elektrisch betätigte Hilfseinrichtungen bei der Rohrpost in der ETZ 1927, S. 1694, weist Oberbaurat Kasten in dankenswerter Weise darauf hin, daß die Stadtrohrpostanlagen der Großstädte den Erfordernissen eines neuzeitlichen Verkehrs nicht mehr genügen, und daß neuerdings Versuche im Gange seien, die Leistung dieser Rohrpostanlagen durch sog. Schnellzugstrecken zu erhöhen. Es wäre hier noch nachzutragen, daß die Oberpostdirektion Berlin im Begriff ist, die von der Mix & Genest Aktiengesellschaft entwickelten Fortschritte auf dem Gebiete des Stadtrohrpostwesens durch Versuchsanlagen auszuprobieren.

Es sei nur auf die im September des Jahres 1927 in Betrieb genommene Rohrpostlinie Haupttelegraphenamt—Reichsbank und die im Bau befindliche Schnellrohrpostlinie HTA—PA 17 verwiesen. Will man die Technik der Berliner Rohrpostanlage den heutigen Bedürfnissen besser als bisher anpassen, so ist folgendes zu beachten: Das Prinzip, die Luft in großen Zentralmaschinenstationen zu speichern und nach Bedarf für den Betrieb der eigentlichen Fahrrohrlinien diesen Speichern zu entnehmen, ist unwirtschaftlich gegenüber dem von der Mix & Genest Aktiengesellschaft eingeführten Verfahren, die gesamte Gebläseanlage zu unterteilen und Einzelgebläse auf die Förderrohrstrecken zu verteilen.

Die Nachteile des Zentralbetriebes sind folgende:

Inanspruchnahme von verhältnismäßig großen Räumen für Maschinen- und Kesselanlagen auf dem teuren Grund und Boden im Zentrum der Stadt.

Die Notwendigkeit der Verlegung eines besonderen Luftrohrnetzes, das den an sich schon schwer belasteten Untergrund der Berliner Straßen unnötigerweise in Anspruch nimmt. Da es unmöglich ist, dieses große Luftnetz vollkommen dicht zu halten, so fällt nach Außerbetriebsetzung der Gebläsemaschinen der Druck ab und muß am nächsten Morgen bei der Inbetriebnahme wieder von neuem aufgepumpt werden, woraus sich eine erhebliche Energievergeudung ergibt. Das in dem Artikel erwähnte Abblasen und Ansaugen der überschüssigen Luft bildet einen weiteren Verlust.

Erhebliche Unkosten für das zum Warten der Kessel und Maschinen erforderliche Personal. In der Berliner Rohrpost sind augenblicklich rd. 40 Maschinenwärter und Heizer beschäftigt, die jährlich rd. 120 000 RM Unkosten verursachen.

Übermäßige Erhöhung des Betriebsdruckes, je mehr das Rohrpostnetz ausgebaut wird und die Endstationen sich von der Zentralmaschinenstation entfernen. (In Berlin bis zu 2 atü.) Die Abhängigkeit des Luftverbrauches von der Aufmerksamkeit des die Apparate bedienenden Personals. Wenn die Luft nicht unmittelbar nach Eintreffen der Büchsen abgestellt wird, wie es oft der Fall ist, so werden viele Kubikmeter Preßluft nutzlos vergeudet.

Die Notwendigkeit, die teuren Maschinensätze doppelt aufzustellen, damit im Falle einer Störung der Betrieb nicht stillgelegt werden muß.

Wegen der Stillegung der Maschinenstation kann die Rohrpost in den Nachtstunden nicht benutzt werden.

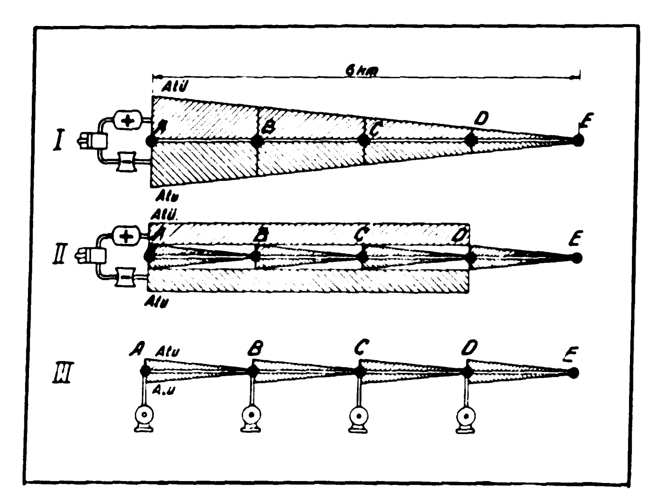


Abb. 1. Vergleichende Gegenüberstellung der Luftdruckverhältnisse. Stadtrohrpostanlagen mit Zentralmaschinenbetrieb (I, II) und Anlagen mit unterteiltem Maschinenbetrieb (III).

Demgegenüber besitzt das unterteilte Maschinensystem folgende Vorzüge:

Geringere Rauminanspruchnahme, da die Gebläse selbsttätig durch Elektromotoren angetrieben und in einem Kellerraum an jeder beliebigen Stelle eines Gebäudes, das auch noch anderen Zwecken dient, untergebracht werden können.

Geringere Inanspruchnahme des Wärterpersonals; die kleinen Maschinenstationen arbeiten in ähnlicher Weise wie die Motoren von Aufzügen ohne ständige Aufsicht, eine einmalige wöchentliche Revision ist vollständig ausreichend. Bei einer Umstellung des Berliner Netzes würden für die Wartung der kleinen Maschinenstationen rd. 20 Maschinenwärter genügen, die rd. 60 000 RM Kosten jährlich verursachen. Hinzu kommt die Möglichkeit, eine Anlage bis auf beliebige Entfernungen durch Hinzufügung neuer Rohrstrecken und Maschinenstationen ausbauen zu können.

Anpassung des Kraftbedarfes an den Verkehr, da die Gebläse nur dann in Betrieb gesetzt werden, wenn sich Büchsen im Rohr befinden. Gleichmäßige Geschwindigkeit der Büchsen auf allen Linien.

Infolge der selbsttätigen Einschaltung stehen die Rohrpostlinien jederzeit bei Tag und Nacht zur Verfügung.

In dem Diagramm Abb. 1 sind die Luftspannungsverhältnisse einer 6 km langen Rohrpostlinie in drei verschiedenen Ausführungen dargestellt. Bei *I* ist die mit 5 Stationen versehene Rohrpostlinie direkt an eine Zentralmaschinenstation angeschlossen Der Betrieb von *A* nach *E* erfolgt durch Druckluft, von *E* nach *A* mittels Saugluft. Die im Rohr herrschende Spannung ist graphisch

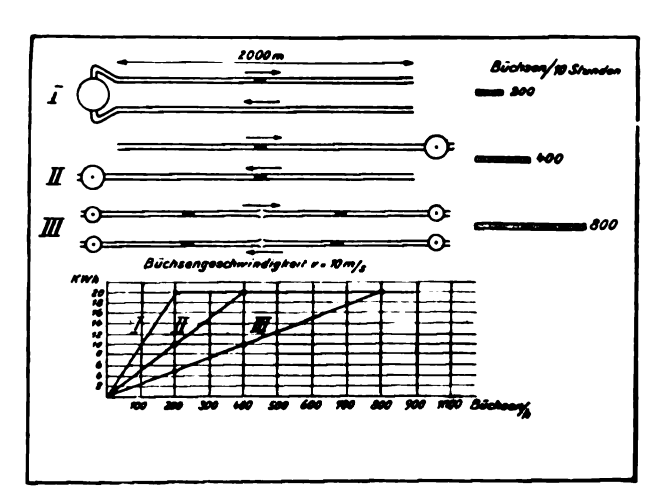


Abb. 2. Wirtschaftliche Überlegenheit durch Unterteilung der Maschinen und langer Rohrstrecken.

dargestellt. In der Nähe der Maschinenstation herrscht der größte Druck, am Ende des Rohres bei der Station *E* ist der Druck gleich Null. Bei *II* ist die gleiche Anlage dargestellt, wenn die Unterstationen durch besondere Luftleitungsrohre mit der Zentrale verbunden sind, so daß die Luft nach Bedarf bei jeder Station entnommen werden kann.

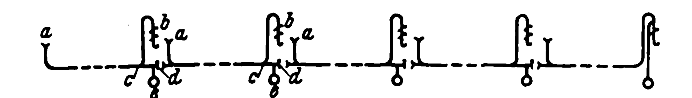
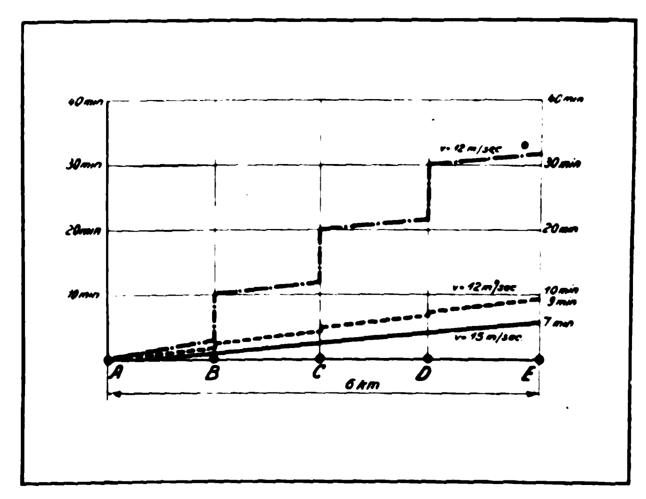


Abb. 3. Rohrplan einer Schnellrohrlinie mit selbsttätiger Büchsensteuerung.



Klammerapparate, 10 min-Fahrplan
Umladung von Hand
Schnellrohrbetrieb mit selbsttätiger Ausschleusung.

Abb. 4. Vergleichende Darstellung des Zugverkehrs gegenüber dem Fließbetrieb mit Einzelbüchsen.

Da die Luft von der Maschinenstation bis zu den Unterstationen transportiert werden muß, so ist hierfür selbstverständlich eine nutzlose Arbeit aufzuwenden. Bei dem unter *III* dargestellten System befindet sich bei jeder Station ein kleines elektrisch angetriebenes rotierendes Gebläse, das nach Bedarf eingeschaltet wird.

Bei dem Verfahren *I* und *II* wird die zur Förderung der Büchsen notwendige Energie mittels gespannter Luft an die einzelnen Stationen gebracht, während die Energie bei dem Verfahren *III* dem vorhandenen Starkstromnetz entnommen wird. Die wirtschaftliche Überlegenheit des Systems *III* gegenüber demjenigen mit einer Zentralmaschinenstation dürfte somit klar bewiesen sein. Die Ersparnisse an Betriebskosten sowohl für Bedienungspersonal als auch für aufzuwendende Energiekosten und Gebühren für Ausnutzung der Grundstücke sind so groß, daß die Beseitigung der großen Maschinenstation aus wirtschaftlichen Gründen gefordert werden muß. Eine weitere Möglichkeit, die Betriebskosten der Rohrpost herabzusetzen, besteht in dem von der Mix & Genest A. G. eingeführten System der Unterteilung längerer Rohrstrecken.

Das Verfahren ist in der Abb. 2 im Gegensatz zu bisher gebräuchlichen Anordnungen dargestellt. Bei den mit *I*, *II* und *III* bezeichneten Anordnungen wird *I* durch eine gemeinschaftliche Maschinenanlage betrieben, d. h. beide Rohre stehen mit dem Gebläse in Verbindung. Wenn in dem einen Rohr Druckluft vorhanden ist, wird gleichzeitig in dem anderen Rohr Saugluft erzeugt. Die Arbeit der Luftbewegung ist also für beide Rohre gleichzeitig zu leisten. Im Falle *II* wird jedes Rohr durch je eine besondere Maschine betrieben, die am entgegengesetzten Ende aufgestellt ist, und zwar handelt es sich um zwei Gebläse von

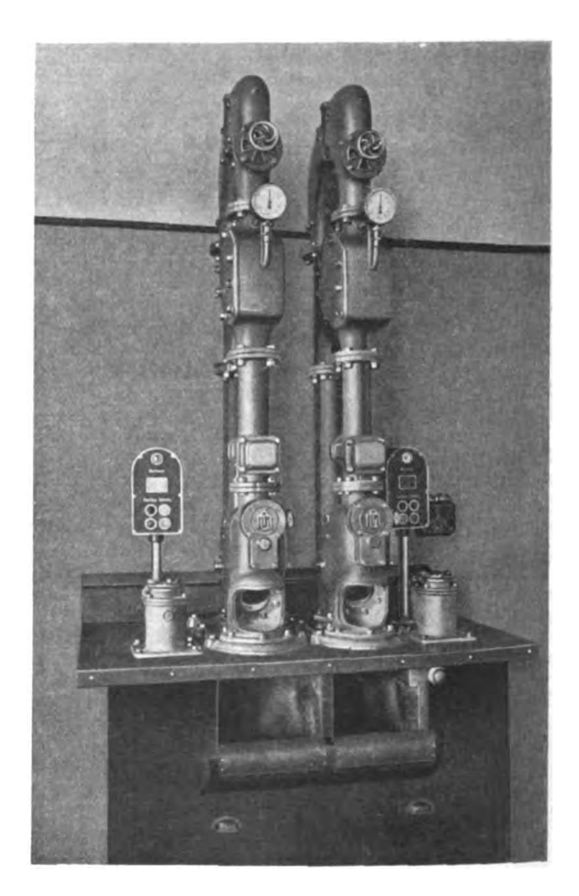


Abb. 5. Rohrpost-Empfangstation mit selbsttätiger Ausschleusung der Büchsen in der Reichsbank Berlin.

der Hälfte der Größe des Falles *I*. Im Falle *III* sind die beiden Rohre in der Mitte unterteilt, und an den Enden der Rohre sind vier kleine Gebläse von je dem vierten Teil der Leistung des Gebläses im Falle *I* aufgestellt Da die Rohre in allen drei Fällen gleich lang sind und gleichen Durchmesser besitzen, so ist die Gesamtleistung der Gebläse in den drei Einzelfällen, abgesehen von geringen Differenzen, die auf die verschiedene Größe und den Wirkungsgrad der Gebläse zurückzuführen sind, nahezu gleich. Der Vorzug der Anordnung *II* gegenüber *I* besteht darin, daß jedes Rohr einzeln betrieben werden kann, wenn eine Büchse geschickt wird, während bei einer Sendung nach dem Verfahren *I* beide Rohre, da sie ja mit dem Gebläse in Verbindung stehen, unter Druck gesetzt werden müssen. Das Verfahren *III* hat gegenüber dem Verfahren *II* den Vorzug, daß nur die Hälfte eines Rohres unter Treibluft

gesetzt werden muß. Am deutlichsten kommt der Unterschied in dem Kraftbedarf der drei Systeme zum Ausdruck, wenn man feststellt, bei welcher Büchsenleistung Dauerbetrieb der Gebläse eintritt. Angenommen, die Geschwindigkeit der Büchse betrage 10 m/s, so würde eine Büchse die 2000 m in 200 s = 3,35 min durchlaufen. Diesen Zeitabstand beim Absenden vorausgesetzt, würden demnach bei System *I* 60 : 3,35 = 18 Büchsen/h und bei 11stündiger Betriebszeit etwa 200 Büchsen täglich geschickt werden können, wobei das Gebläse dauernd laufen muß und das eine Rohr unbesetzt ist. Bei dem System *II* kann man gleichzeitig in beiden Rohren senden. Dauerbetrieb tritt also ein, wenn täglich 400 Büchsen geschickt werden. Bei dem System *III* können in beiden Rohrhälften je eine Büchse, im ganzen also vier Büchsen, versandt werden, bis Dauerbetrieb eintritt. Die Leistung ist demnach doppelt so groß wie bei *II* und viermal so groß wie bei *I*, d. h. 800 Büchsen täglich. In dem in der Abb. 2 dargestellten Diagramm ist die Wirkungsweise der drei Systeme noch deutlicher dargestellt. Man ersieht, daß die Betriebskraft bei Dauerbetrieb in allen drei Systemen etwa 20 kW beträgt. Sollen z. B. 200 Büchsen geschickt werden, so verhält sich die aufzuwendende Arbeitsleistung der Systeme *I*, *II* und *III* wie 20 : 10 : 5 kWh. Bei Verwendung von 400 Büchsen beträgt die aufzuwendende Betriebskraft bei System *III* 10 kWh, während bei System *I* und *II* 20 kWh benötigt werden. Da nun der Betrieb in den allermeisten Fällen an die Zahl 400 täglich in der Regel nicht heranreicht, so geht hieraus hervor, daß einem Verfahren nach System *III* bei weitem der Vorzug gebührt, besonders wenn es sich um Anlagen mit nicht sehr regem Verkehr handelt. Da aber bekanntlich der Postbetrieb sich zu gewissen Stunden des Tages konzentriert und zu anderen Stunden wiederum sehr stark nachläßt, so wird das oben erwähnte Sparsystem in den meisten Fällen den wirtschaftlichsten Betrieb ergeben.

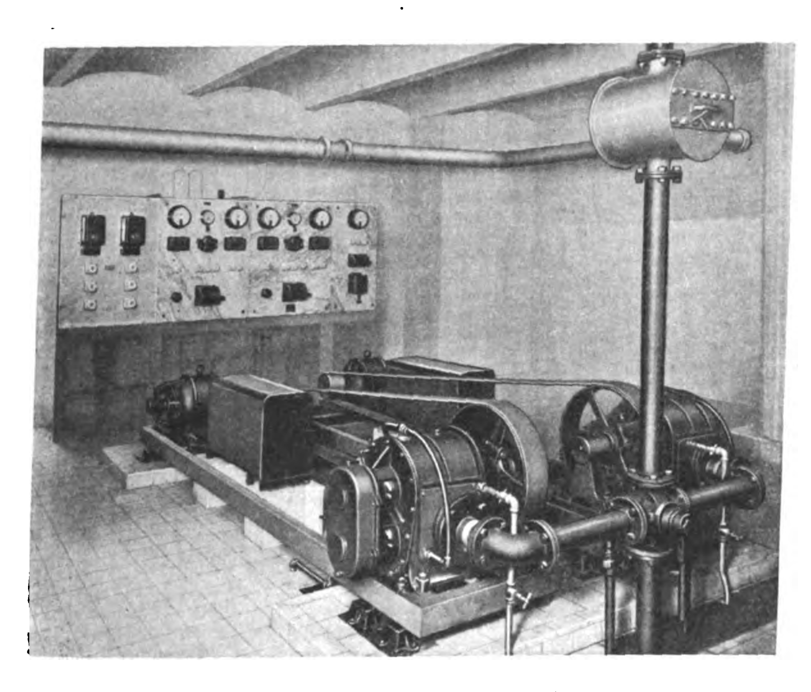


Abb. 6. Maschinenstation für Stadtrohrpost mit unterteiltem Maschinenbetrieb im Haupttelegraphenamt Berlin.

Dieses Verfahren ist zum ersten Male bei den Stadtrohrposten in Mannheim und Düsseldorf und in der vor einigen Monaten in Berlin in Betrieb gesetzten Rohrpostlinie Haupttelegraphenamt—Reichsbank verwendet worden.

Die in dem oben erwähnten Artikel beschriebene sog. Schnellrohrstrecke ist nach einem Verfahren ausgeführt, das u. E. in bezug auf Wirtschaftlichkeit und Betriebsicherheit zu wünschen übrig lassen muß. Um eine derartige Anlage zu betreiben, ist es notwendig, zwei besondere Luftzuführungsrohre an die Blockabschnitte zu führen. Würde man an Stelle der beiden Luftrohre Förderrohre verlegen, so würde dann gleichfalls die 3fache Leistung der Linie erreicht werden. Die Anwendung von elektrisch-pneumatisch gesteuerten Schiebern für den Abschluß der einzelnen Blockstellen gibt zu Bedenken Anlaß, weil der bei dieser Anlage verwendete Betrieb mit Büchsenzügen leicht Veranlassung geben kann, daß, wenn die Büchsenzüge nicht zusammenhalten, die Schieber dieselben trennen oder gar, wenn beim Schließen eines Schiebers sich zufälligerweise eine Büchse unterhalb desselben befindet, diese zerstört wird. Bei dieser Anordnung ist es ferner notwendig, die Geschwindigkeit der Züge vor dem Passieren der Schieber zu verringern, wodurch der durch Geschwindigkeitserhöhung erzielte Zeitgewinn zum Teil wieder verloren geht. Die Oberpostdirektion Berlin läßt augenblicklich durch die Mix & Genest A. G. eine Schnellrohrstrecke von etwa 6 km Länge ausführen, bei der ein neues, in Abb. 3 schematisch dargestelltes System zur Anwendung kommt. Hierbei findet die Unterteilung der Maschinenanlage Verwendung. Die Linie ist in 5 Teilstrecken zerlegt. Am Anfang jedes Rohres befindet sich der Sender *a*, am Ende desselben ist ein Empfangsapparat *b* mit elektrisch gesteuerter Weiche *c* vorgesehen. Ferner ist das Ende des Rohres durch eine Klappe *d* abgeschlossen. Im Augenblick, wenn eine Büchse abgeschickt wird, setzt sich das Gebläse selbsttätig in Bewegung, und die Büchse wird für den Fall, daß die Weiche eingestellt war, von der Empfangstation selbsttätig ausgeschleust. Im anderen Falle fährt sie gegen die am Ende des Rohres befindliche Klappe, öffnet diese und fährt infolge ihrer lebendigen Kraft in den Anfang des nächsten Rohres hinein, wodurch gleichzeitig das zweite Gebläse in Betrieb gesetzt wird. Bei der nächsten Station wiederholt sich der gleiche Vorgang. Auf diese Weise ist es möglich, die Büchsen, die elektrische Feld-Steuerung besitzen, bei jeder beliebigen Station und in jeder beliebigen Reihenfolge auszuschleusen oder sie bis ans Ende des Rohres unter Umgehung der Unterstation zu befördern. Dieses Verfahren besitzt den außerordentlichen Vorteil, daß die Büchsen mit größter Geschwindigkeit unter Umgehung der Zwischenstationen bis an die Peripherie der Stadt befördert werden können und ohne Inanspruchnahme von Bedienungspersonal bei den Unterstationen selbsttätig abgegeben werden.

Bei dem heute noch in Berlin gebräuchlichen sogenannten Zugverfahren ist die Förderung der Büchsen an einen bestimmten Fahrplan gebunden. Schon durch die Verwendung von selbsttätig ausschleusenden Apparaten und durch Außerachtlassung des Fahrplanes wird eine erhebliche Beschleunigung in der Förderung von Büchsen erzielt. In Abb. 4 ist die Leistung der verschiedenen Verkehrsarten dargestellt. Es ist eine Strecke von etwa 6 km Länge mit fünf Stationen zugrunde gelegt. Bei dem Zugbetrieb mit Kammerapparaten und 10 min-Fahrplan erreicht der Zug die Endstation erst nach etwa 32 min. Selbst bei Umladung von Hand ergibt der durch die selbsttätige Ausschleusung der Büchsen ermöglichte Fließbetrieb bereits eine ganz bedeutende Beschleunigung, da bei gleicher Geschwindigkeit die Büchse bereits nach 9 min die Endstation erreicht. Voraussetzung ist allerdings, daß an den Unterstationen sofort nach Einlaufen der Büchsen umgeladen wird. Die Gesamtförderzeit ist also auch hier zum Teil von der Aufmerksamkeit des Personals abhängig, und deshalb sind, wie schon erwähnt, augenblicklich die oben erwähnten Versuche im Gange. Hierbei soll gleichzeitig auch die Geschwindigkeit der Büchsen auf etwa 15 m/s = rd. 60 km/h erhöht werden.

Abb. 5 zeigt die Empfangstation der Reichsbank Berlin, und in der Abb. 6 ist eine neuzeitliche Rohrpost-Maschinenstation, wie sie im Haupttelegraphenamt Berlin zur Aufstellung gelangte, dargestellt.

Verpackung und Versand elektrotechnischer Waren.

Von Dipl.-Ing. G. R. Fischer, AEG-Fabriken-Oberleitung.

Übersicht. Der Wert sorgfältiger Verpackung wird immer mehr erkannt. **Der Aufsatz behandelt die mit ihren verschiedenen Arten für den Versand elektrotechnischer Erzeugnisse, insbesondere nach Übersee, erzielten Erfahrungen.**

Betrachtet man irgendein fertiges Fabrikat der Elektroindustrie, sei es einen Schalter, ein Meßinstrument oder einen Zähler, von den größeren wie Motoren oder Transformatoren ganz abgesehen, so wird man sich keine Gedanken darüber machen, durch wieviel Hände das ursprüngliche Material gehen und wieviel Arbeitsgänge es durchmachen mußte, bis es seine endgültige Gestalt erhielt. Noch weniger wird man darüber nachdenken, durch wieviel Hände das fertige Stück noch weiter laufen muß, bis es an den Ort seiner endgültigen Bestimmung gelangt. Vergleicht man den Weg der Herstellung eines Fabrikates mit dem seiner Reise bis zum Bestimmungsort, so wird man bald erkennen, daß der erstere der weniger gefahrvolle ist. Wenn auch das Material und die daraus hergestellten Einzelteile „durch der Hände lange Kette" gehen, so sind durch die stets zunehmende Ausbreitung der fließenden Herstellungsverfahren und die damit verbundene gleitende Fortbewegung viele Gefahrenmomente gegenüber den älteren Herstellungsweisen ausgeschaltet. Es wird überdies durch die in den Fabrikationsgang eingeschalteten wiederholten Kontrollen die Möglichkeit gegeben, kleine Schäden, die etwa trotz aller Vorsicht entstanden sind, sogleich wieder zu beheben. Bedenkt man, daß ein kleines Instrument, wie z. B. ein Elektrizitätszähler, aus ungefähr 280 Einzelteilen besteht und etwa 700 Arbeitsgänge und ein Vielfaches davon an Handgriffen bis zu seinem fertigen Zusammenbau erfordert, ein Staubsauger aus ungefähr 160 Einzelteilen in etwa 350 Arbeitsgängen zusammengebaut wird, ein 3 PS-Motor 54 Einzelteile und rd. 120 Operationen zu seiner Fertigstellung benötigt, so gewinnt man einigermaßen eine Vorstellung von der Mannigfaltigkeit und Schwierigkeit der für eine solche Fabrikation erforderlichen Einrichtungen.

Abb. 1. Vorbereitung zum Verpacken.



Abb. 3. Verpackung von Wärmflaschen in Wellpappkarton.

Meistens wird im Anschluß an die letzte Prüfung des fertigen Fabrikates dieses mit der unmittelbaren Umhüllung versehen und zum Versand vorbereitet (Abb. 1). Sollen die fertigen Stücke nicht sogleich zum Versand kommen, so werden sie in besonders ausgestatteten Horden mit Elektrokarren (Abb. 2) nach dem Fertiglager gebracht und dort in Regalen zunächst gelagert. Mit dem Augenblick der abgeschlossenen Fertigstellung ist die Ware reif, um nun den Weg in die Welt hinaus anzutreten und ihrer endgültigen Bestimmung zugeführt zu werden.

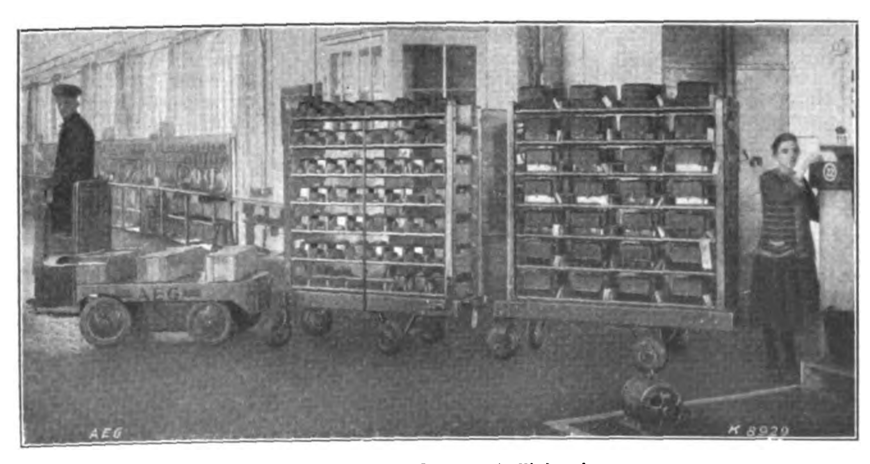


Abb. 2. Transport zum Lager mit Elektrokarrenzug.



Abb. 4. Mit Stahlband umschnürter versandfertiger Wellpappkarton.

Die Gefahren, die dem Fabrikat auf dem zweiten Teil seines Lebensweges bevorstehen, sind viel größer, weil es auf diesem nicht mehr so behütet ist und wieder durch eine endlose Kette von Händen gehen muß, von denen aber viele rauh und nicht zweckentsprechend zufassen. Hinzu kommen noch viele andere Gefahren, die von den Naturgewalten ausgehen. Hier beginnt die gewissenhafte Tätigkeit eigener Fachleute, die auf Grund der angestellten jahrelangen Versuche und der gesammelten reichen Erfahrungen alles daran setzen, die Ware möglichst vor allen Gefahren und schädlichen Einflüssen auf dem weiten Wege von der Fabrik zum Kunden zu bewahren.

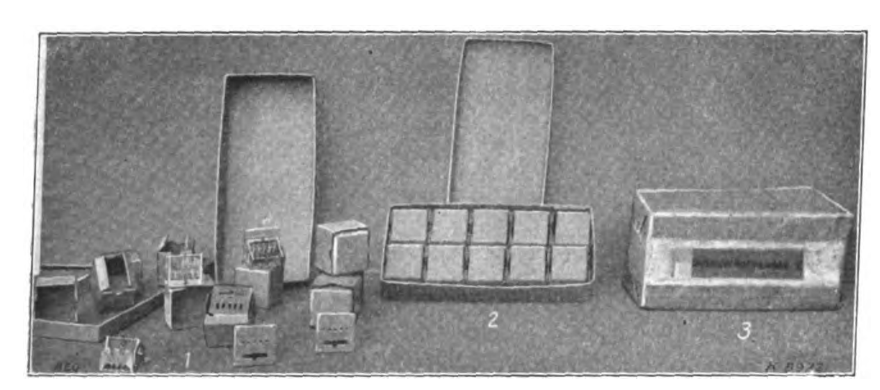


Abb. 5. Verpacken von Zählerwerken in Wellpappkarton (1 Zählerwerk unverpackt mit den Innen- und Außenkartons, 2 je zehn Zählerwerke in Außenkarton, 3 je zwei Außenkartons in Öltuch mit Verschlußstreifen).

Leider wird der so wichtigen Frage der Verpackung im allgemeinen noch immer nicht die Aufmerksamkeit gewidmet, die ihr von Rechts wegen zukommt. Nur durch reifliche Überlegung aller zusammenwirkenden Faktoren können Maßnahmen getroffen werden, die Waren auf ihren Reisen wirksam zu schützen; darüber hinaus lassen sich aber durch sachgemäße Ausnutzung der hierbei verwandten Materialien große Summen an der Verpackung ersparen.

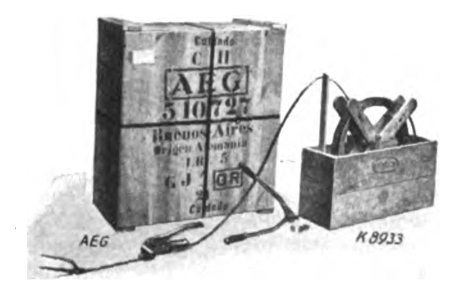


Abb. 6. Exportkiste mit Stahlbandverschnürung und Vorrichtung für diese.

Je nach Art, Größe und Gewicht, der Stückzahl der zu versendenden Waren, dem Bestimmungsland bzw. Bestimmungsort, der Art der Transportmittel und Transportwege sowie der Jahreszeit und der klimatischen Verhältnisse während der Reise wird sich für jeden besonderen Fall nicht nur eine zweckmäßigste, sondern auch eine wirtschaftlichste Verpackungsart ergeben. Die jeweils verschiedene Art des Zusammenwirkens dieser Momente ergibt eine derartige Vielseitigkeit ihrer Auswirkung auf die Gestaltung der erforderlichen Umhüllung, daß es besonders guter Kräfte bedarf, in jedem Einzelfalle die richtige Auswahl zu treffen. Diese Schwierigkeit wird noch wesentlich erhöht, wenn die Ware nicht im Erzeugungslande verbleiben soll, sondern nach dem Auslande oder sogar nach Übersee bestimmt ist. In diesem Falle sind noch die vielseitigen Zollbestimmungen, Frachtsätze und Vorschriften, die vielfach wenig bekannten Verhältnisse im Bestimmungslande mit zu beachten, und es ergeben sich so noch zahlreiche zusätzliche Gefahren, wie durch die Zollrevision und den wiederholten Umschlag, durch das Lagern sowie den Transport in fremden Ländern, die oft unsachgemäße Behandlung der Waren durch Völker ganz anderer Kultur.

Diese so wichtige Frage der wechselweisen Einflüsse der vorangeführten Gefahrenmomente sei hier nur angedeutet, um einen kleinen Begriff der Schwierigkeiten bei der Auswahl der jeweils richtigen Verpackung zu geben. Eingehender befaßt sich mit diesen Fragen die demnächst erscheinende Broschüre des AWF „Richtlinien für seemäßige Verpackung".

Für die Vorbereitung der Waren zum Versand müssen folgende Hauptgesichtspunkte besonders beachtet werden: Die Verpackung muß widerstandsfähig sein gegen

1. mechanische Beanspruchung bei geringstem Gewicht und Raumbedarf,
2. gegen Witterungseinflüsse, zugleich aber
3. preiswert und, zur Vermeidung von Reklamationen, Irrläufern oder gar Verlusten,
4. richtig und deutlich signiert sein.

Die Ausführung der äußeren Umhüllung muß so kräftig sein, daß die verpackte Ware darin in jeder Lage sicher lagert und ohne Gefahr auch noch andere Lasten aufgepackt werden können. Die Ware selbst muß in der Umhüllung fest und unverrückbar ruhen und zu diesem Zweck gegebenenfalls entsprechend abgesteift werden. Von der Güte des verwendeten Packmaterials ist die erforderliche Menge und dann das Gesamtgewicht abhängig. Der Grundsatz, daß das Beste meist im Endergebnis auch das Billigste ist, wird besonders für die Auswahl des Verpackungsmaterials vorteilhaft anzuwenden sein.

Die Verpackungsmaterialien müssen beim Verpacken in vollkommen trockenem Zustande sein. Zum Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit hat sich bei Kisten



Abb. 7. Versand von Elektrizitätszählern in Blechdosen.

eine Auskleidung mit Dachpappe oder Asphaltpapier bestens bewährt. Die Verwendung von verlöteten Zinkblechbehältern oder Einsätzen in den Kisten hat sich auf

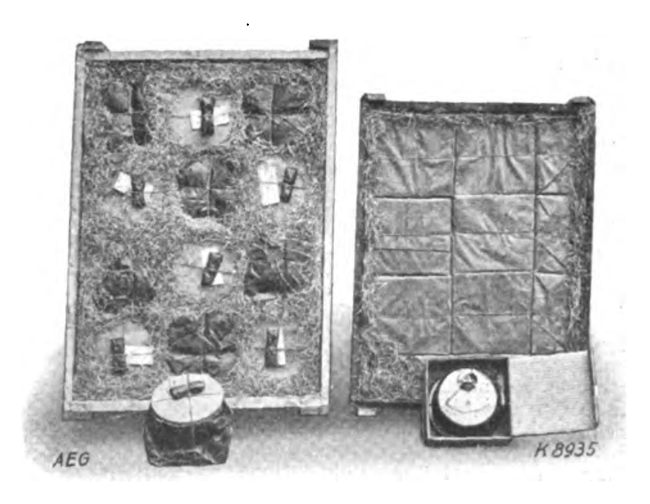


Abb. 8. Bisherige und verbesserte Verpackungsweise von Meßinstrumenten.

Grund jahrelanger Versuche und dabei gemachter Erfahrungen nicht bewährt. Namentlich bei großen Abmessungen der Zinkblechbehälter ergibt sich bei der geringsten

Undichtheit die bekannte „Atmungserscheinung", die das Eindringen der Feuchtigkeit in größerem Umfange zuläßt als das Wiederentweichen aus den Behältern.

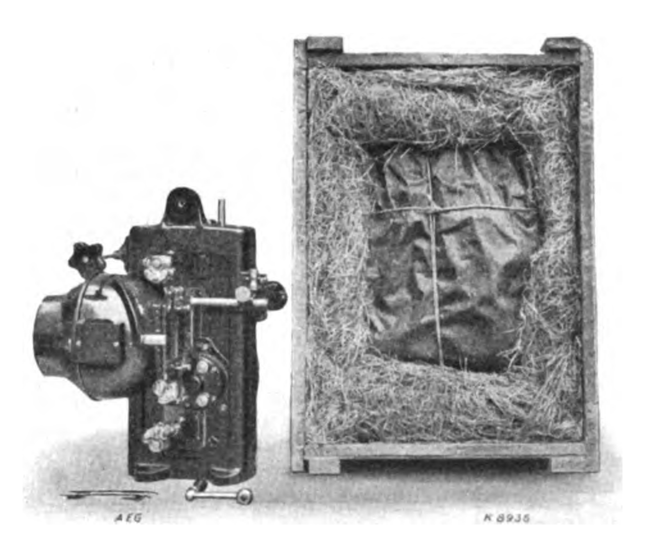


Abb. 9. Bisherige Verpackung von Kinoapparaten.

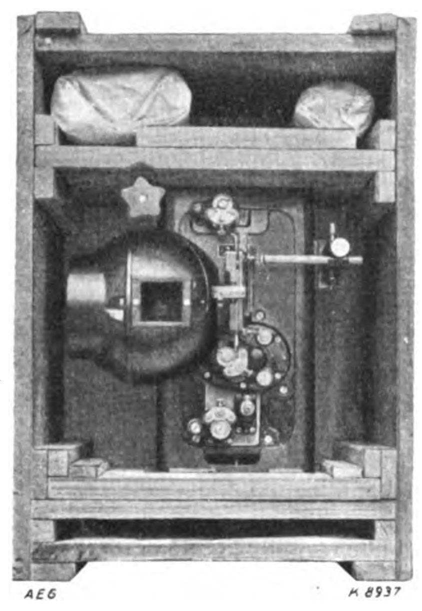


Abb. 10. Vereinfachte und verbesserte Verpackungsweise von Kinoapparaten.

Es wurden in der AEG Versuche mit verlöteten Zinkblechbehältern vorgenommen, der Feuchtigkeitsgehalt ihres Inhaltes vor dem Versand genau gemessen. Nach mehrmonatiger Reise in die Tropen und zurück wurde trotz festgestellter Unversehrtheit der Lötung nach dem Öffnen nicht nur ein vielfach wesentlich höherer Feuchtigkeitsgehalt nachgewiesen, sondern in einer Reihe von Fällen in größeren Mengen Kondenswasser vorgefunden. Als Erklärung für dieses Phänomen konnte lediglich eine Diffusion der Luftfeuchtigkeit durch das Zinkblech in das Innere des Behälters angenommen werden. Durch Anbringen geeigneter Ventilationsöffnungen in den Zinkblechwänden und dadurch ermöglichte Lüftung des Innern des Behälters wurde die für die Waren nachteilige Wirkung der Feuchtigkeit wohl behoben, gleichzeitig aber die Verwendung dieser ziemlich kostspieligen Verpackungsweise illusorisch gemacht. Aus diesem Grunde hat man bei der AEG die Verwendung von Zinkblechauskleidungen grundsätzlich verlassen und führt diese nur noch auf besonderen Wunsch und auf eigene Gefahr des Kunden aus.

Ein bisher gleichfalls mit besonderer Vorliebe verwendetes Packmaterial, die Holzwolle, wird heute in der AEG nur noch in wesentlich eingeschränktem Maße benutzt. Sie ist bei ihrer Anlieferung meist feucht und zieht, selbst wenn sie künstlich getrocknet wird, in kürzester Zeit sehr leicht und in reichlichem Maße die Feuchtigkeit aus der Luft an. Ihre Verwendung bildet daher namentlich bei gegen Feuchtigkeit sehr empfindlichen Waren eine

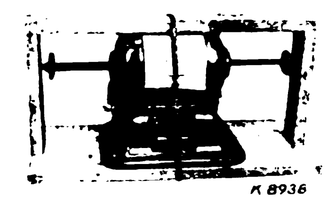



Abb. 11. Poliermotor in Kiste und in vereinfachtem Verschlag (rechts).

große Gefahr. Heu oder Stroh als Packmaterial anzuwenden, ist gleich gefährlich und überdies in verschiedenen Staaten des Auslandes verboten.

Der zunehmende Gebrauch von Wellpappumhüllungen sowie von Lattenverschlägen mit Absteifungen ermöglicht es, von zusätzlichem Füllmaterial jeglicher Art Abstand zu nehmen.

Blanke Teile werden gegen Feuchtigkeit durch Einfetten oder Bestreichen mit Rostschutz vor Verrosten oder vor Minderung ihrer Oberfläche geschützt. Außerdem werden sie durch Ölpapier- oder Ölleinenumhüllung gesichert.

Soll nun die Ware zum Versand gelangen, so haben die in den verschiedenen Betrieben dafür bestimmten Fachleute alle diese Gesichtspunkte wohl zu erwägen und selbst

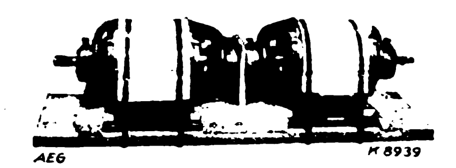


Abb. 12. Zweckmäßige wirtschaftliche Verpackung eines Motorumformers.

bei gleichen Waren je nach ihrem Reiseziel, ob sie für den Stadtversand, Bahnversand, Export zu Lande oder nach Übersee bestimmt sind, die entsprechende zweckmäßige Verpackung zu wählen.

Vielfach werden die Waren mit Rücksicht auf den Detailverkauf und zur Erhaltung des ansehnlichen Zustandes mit einer unmittelbaren Umhüllung versehen, die je nach der Art der Waren aus Papier, Leinen, Pappe, Blech und ähnlichen Materialien bestehen kann. Bei besonders geschmackvoller Ausführung dieser Umhüllung wird man außer der Schutzwirkung eine nicht zu unterschätzende werbende Wirkung für den Verkauf erzielen.

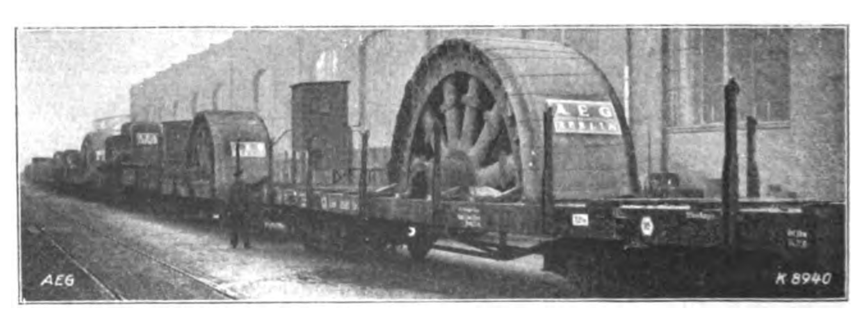


Abb. 13. Versand eines großen zerlegten Motors.

Die bekannte elektrische AEG-Wärmflasche aus Steingut wurde zunächst in Holzkisten versandt. Hierbei ergab sich trotz besonders kräftiger Kisten und reichlicher

Ausfütterung mit Holzwolle ein beträchtlicher Prozentsatz Bruch. Man ging dazu über, diese zerbrechlichen Wärmflaschen durch einen elastischen zylindrischen Behälter aus gepreßtem Zellstoff zu schützen und konnte diese ansprechende Umhüllung gleichzeitig wirkungsvoll für die Werbung ausstatten. An Stelle der schweren Holzkisten genügt nunmehr ein Wellpappkarton (Abb. 3), der mit einer Stahlbandumschnürung verschlossen wird (Abb. 4). Abgesehen von der erzielten Zeitersparnis beim Verpacken ergeben sich weitere Ersparnisse an Packmaterial, Gewicht und Fracht von ungefähr 20 bis 25 % bei gleichzeitiger Verminderung des Bruches auf 0,03 %.



Abb. 14. Hubkarren mit Lagerhorde.

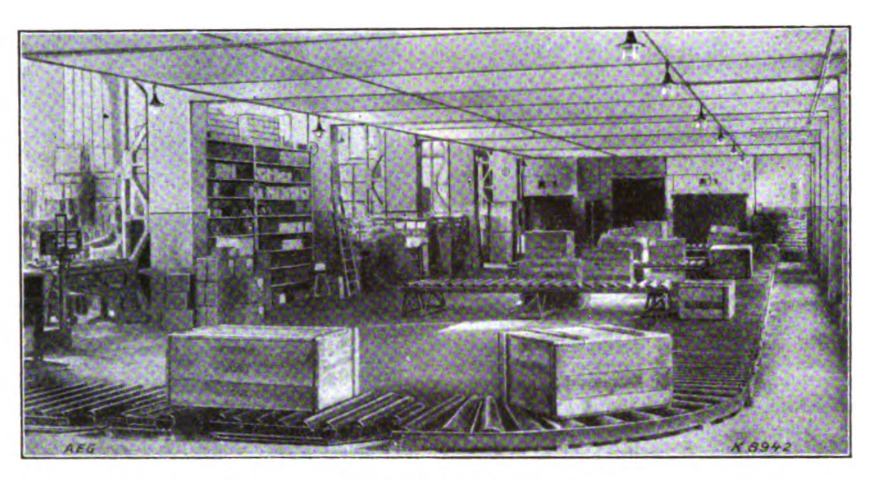


Abb. 15. Wirtschaftlicher Packraum.

Beim Versand von Zählern nach bestimmten Ländern in Übersee mußte man wegen der bestehenden Zollvorschriften dazu übergehen, die Zähler in ihre Einzelteile zerlegt zum Versand zu bringen. Abb. 5 zeigt das Zählerwerk unverpackt mit den Innen- und Außenkartons, je zehn Zählwerke, jedes in einem besonderen Karton, werden in einem Außenkarton verpackt, je zwei Außenkartons in Öltuch eingeschlagen und mit einem Verschlußstreifen verklebt. Die weitere Verpackung erfolgt in innen mit Teerpappe ausgeschlagenen kräftigen Kisten, welche mit Stahlband umschnürt und gesichert werden (Abb. 6). Diese Verpackung bietet gegenüber der früheren in einzelnen verlöteten Zinkblechbehältern eine erhebliche Ersparnis. In ähnlicher Weise werden die anderen Teile in gesonderten Kisten verpackt und versandt, wodurch neben der Verpackungs- und Frachtersparnis eine wesentliche Zollersparnis erzielt wird.

Erfolgt der Versand in fertig zusammengebautem Zustande, so werden die Zähler mit einer Schutzkappe aus Pappe versehen (Abb. 7) und in eine mit Wellpappe ausgekleidete Blechbüchse verpackt, die überdies zu werbenden Zwecken etikettiert wird. Diese Büchsen werden sodann in eine Normalkiste von bestimmtem Inhalt verpackt und versandt.

Abb. 8 zeigt anschaulich die frühere Verpackungsweise von 24 Meßinstrumenten in einer Kiste von 26 mm Brettstärke und 0,33 m³ Rauminhalt mit Zinkblecheinsatz und Bandeisenbeschlag. Die Instrumente selbst wurden mit Ölpapier umhüllt und oben zum Schutz der Glasscheiben mit einem Holzdeckel abgedeckt. Die Zwischenräume in der Kiste füllte man mit Holzwolle aus. Die nunmehrige Verpackung sieht als direkte Umhüllung einen Wellpappkarton, der in Pechpapier eingeschlagen wird, vor; die gleiche Anzahl Instrumente wird in einer mit Teerpappe ausgekleideten Kiste von nur 20 mm Brettstärke und nur 0,23 m³ Raumbedarf untergebracht. Ringsherum wird lediglich ein dünnes Holzwollpolster als Schutz gegen Stöße vorgesehen.

Gegenüber der früheren Verpackungsweise eines Projektors für Kinoapparate (Abb. 9) wird im Kistengewicht infolge der nunmehr angewandten Absteifungen (Abb. 10) keine Ersparnis erzielt. Es erübrigt sich aber die Verwendung von über 6 kg Holzwolle und Ölpapier. Die Hauptersparnis wird durch die weitaus größere Sicherheit und die dadurch verminderten Reparaturkosten infolge Transportschäden erzielt. Abb. 11 zeigt eine Gegenüberstellung der bisherigen Kistenverpackung von Poliermotoren und der neuen Verpackung unter Anwendung von Stahlband, Abb. 12 einen versandfertigen Kleinmotorenumformer, welcher mit Stahlband auf ein Brett gespannt ist.



Abb. 16. Das Fließband im Versandlager.

Die Erfahrungen haben gezeigt, daß eine Verpackung, die den Inhalt der Versandstücke deutlich erkennen läßt, während des Versandes viel vorsichtiger behandelt wird als eine solche in geschlossenen Behältnissen. Abgesehen von der größeren Ersparnis an Verpackungsmaterial wird außerdem eine größere Bruchsicherheit gewährleistet. Mit großem Erfolg werden auch größere Maschinen und Motoren in ähnlicher Weise zum Versand gebracht und weit-

gehende Ersparnisse durch Minderung der Bruchschäden erzielt.

Ganz besondere Aufmerksamkeit erfordern die Verpackung und der Transport **ganz großer Stücke**. Schon bei der Konstruktion dieser Maschinen, Transformatoren usw. muß die Zerlegung in einzelne Teile, die dem Lichtraumprofil der Bahnen während des Transportes Rechnung zu tragen haben, sowie die Möglichkeit eines leichten Zusammenbaues am Bestimmungsort genau erwogen werden. Der Transport erfolgt meist auf Spezial- und Tiefladewagen und beansprucht wiederholt ganze Sonderzüge. Abb. 13 zeigt den Transport eines derartig in seine Einzelteile zerlegten großen Motors.

Versandstücke nach **Übersee** werden meist in besonders kräftigen Kisten verpackt, die, mit Teerpappe ausgekleidet, mit Stahlband umschnürt sind und oben noch einen besonderen Schutzbelag aus Dachpappe gegen Regen erhalten. Mit Rücksicht auf die vielfach ungleichmäßige Gewichtsverteilung wird die Anlagestelle für die Hebegeschirre außen besonders gekennzeichnet. Seitenabsteifungen werden vor der Verschiffung entfernt.

Diese willkürlich gewählten Beispiele sollen nur einigermaßen die Vielseitigkeit der Verpackungsfrage, die Mannigfaltigkeit der auftretenden Schwierigkeiten, vor allem aber die Möglichkeit zeigen, durch wohlüberlegte Auswahl des Materials und der Art der Verpackung wesentlich zur Sicherung des Transportes der Waren und zur Verbilligung nicht nur der Verpackung, sondern auch der Fracht- und Zollspesen beizutragen.

Das Verpacken in Kisten erfolgt zum großen Teil am Förderband oder an der Rollenbahn. Die vorgepackten Fabrikate werden in Horden auf Hubkarren (Abb. 14) oder Elektrokarren in das Versandlager an die quer zur Rollenbahn angeordneten Packstände gebracht und hier in Kisten verpackt (Abb. 15). Die fertig gepackten Kisten rollen zum Signierstand, wo an Hand der Versanddokumente die überaus wichtige Signierung erfolgt. Nach Anlegen der Stahlbandumschnürung ist die Kiste versandfertig und wird vorübergehend im Versandraum abgestellt oder gleich mit dem Kran auf das Lastauto verladen.

Selbst das Verpacken größerer Maschinen kann am Förderband vor sich gehen (Abb. 16). Die Kolli werden sogleich im Versandlager in den Eisenbahnwagen verladen und bahnamtlich wie zollamtlich abgefertigt (Abb. 17). Dies bietet gleichfalls einen erheblichen Vorteil, weil dadurch die schädlichen Einflüsse bei schlechtem Wetter, das Umladen auf den Güterbahnhöfen und die damit verbundenen Gefahrenmomente vermieden werden.

Die Ware hat aber meist noch lange Eisenbahnfahrten, bei Reisen nach dem Auslande wiederholtes Umladen, bei Überseereisen das Verschiffen zu überstehen, wobei die Behandlung der Frachtgüter nicht immer die sanfteste ist. Sind die Kisten glücklich im Schiffsladeraum verstaut, so lasten auf ihnen ganze Berge anderer schwerer Kolli. Wenn auch die Kisten fest verstaut sind, so werden sie während einer 4- bis 8wöchigen Reise selbst bei mäßigem Seegang unzählige Male hin- und hergeschwenkt, wodurch die Verschraubungen und Innenversteifungen oft höchsten Beanspruchungen ausgesetzt werden. Beim Entladen der Dampfer im Bestimmungshafen, auf offener Reede und bei schlechtem Wetter zeigen sich neue Gefahren. Die noch so sicher vorgesehene Verpackung wird bei der Zollbehandlung geöffnet und nicht immer wieder sachgemäß verschlossen. Weite Eisenbahnfahrten, Transporte im Ochsenkarren, auf Tragtieren oder durch Träger, oft tage- und wochenlanges Lagern im Freien setzen die Waren neuen Gefahren aus, bis sie endlich an ihrem Bestimmungsort eintreffen.

Angesichts der allgemeinen wirtschaftlichen Lage Deutschlands ist es vor allem wichtig, die Absatzmöglichkeiten seiner Industrie und seines Handels im Auslande zu heben. Bei der schweren Konkurrenz, die der deutsche Export im Auslande zu bestehen hat, ist es daher besonders wichtig, jede sich bietende Möglichkeit, die Preisgestaltung zu erleichtern, das Ansehen und die Güte unserer Waren auf dem Wege bis zum Kunden zu erhalten, restlos auszunutzen.

Mögen die vorstehenden Ausführungen und die angeführten Beispiele dazu beitragen, um zu zeigen, daß die Verpackungsfrage keineswegs so unscheinbar und unwichtig ist, wie es auf den ersten Blick vielleicht scheint, vielmehr ein äußerst wichtiger Faktor, um die Bestrebungen des Exports zu fördern. Als daher der Ausschuß für Verpackungswesen des AWF seine Arbeiten auf diesem Gebiete 1925 aufnahm, hatten sich sofort die führenden Firmen der elektrotechnischen Industrie mit ihrer reichen Erfahrung zur Mitarbeit auf diesem Gebiete bereit erklärt.

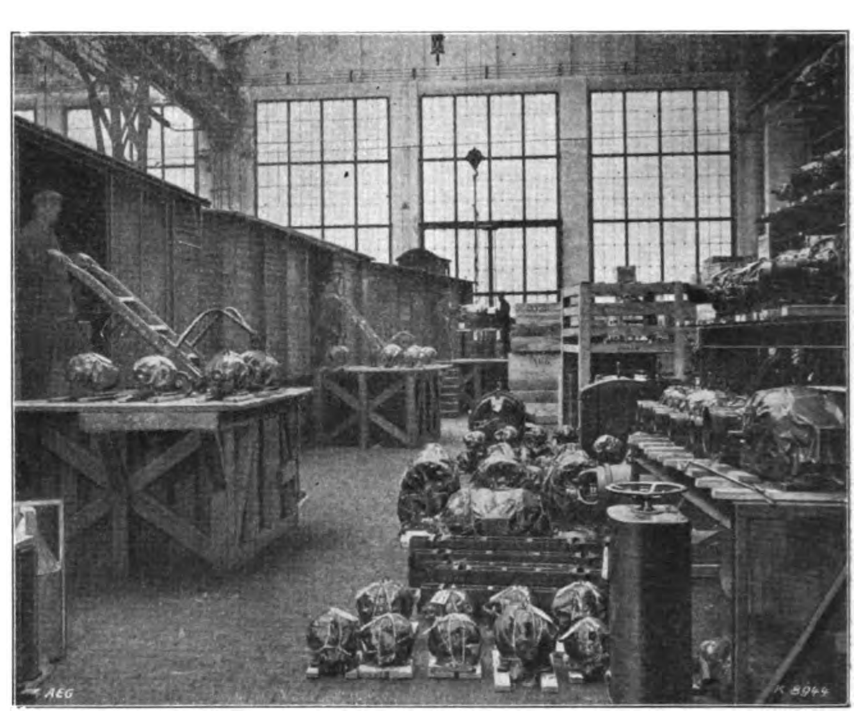


Abb. 17. Wirtschaftliches Verladen mit gleichzeitiger bahn- und zollamtlicher Abfertigung.

Stern-Wanddurchführung.

Die zur Durchführung gehörenden, aus Hackethaldraht bestehenden Leiter werden von Glasrohren umgeben, die in ihrer ganzen Länge mit hochwertiger neutraler Vergußmasse ausgefüllt sind (Abb. 1). Diese Glasrohre sind in Metallrohre eingefügt, die an ihren Enden Gewinde zum Aufschrauben von Panzerdosen tragen. Der Gesamteinbau wiederum ist so abgedichtet, daß sich Kondenswasser im Innern nicht bilden kann. Die Verbindung der Leitungen wird hier in einfacher Weise durch in Panzerdosen eingelegte Abzweigscheiben oder isolierte Büchsenklemmen vorgenommen. Die Anschlußstellen sind also mechanisch vollständig geschützt. Durch Verwendung von Reduktionsmuffen, kombinierten Muffen, Porzellantüllen usw. ist eine universelle Anwendungsmöglichkeit dieser Durchführungen gegeben. Die Stern-Wanddurchführungen werden von der Firma Alois Wunner, Nürnberg, hergestellt.

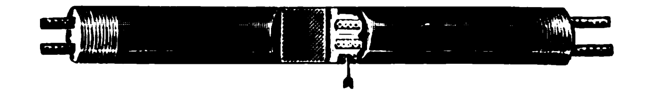
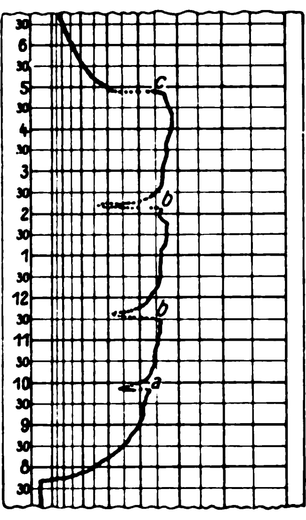


Abb. 1. Wanddurchführung.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Betriebsüberwachung von Dampfkesseln mit Kohlenstaubfeuerung. — Dampfkessel mit Kohlenstaubfeuerung bedürfen einer besonders sorgfältigen Betriebsüberwachung, denn bei den großen Leistungen, für die Kohlenstaubkessel durchweg gebaut werden, machen schon geringe prozentuale Verluste ansehnliche Beträge aus. Die Überwachung hat sich besonders auf den Gehalt der Abgase an Unverbranntem zu erstrecken, da der Umstand, daß Kohlenstaubfeuerungen mit geringem Luftüberschuß zu betreiben sind, leicht dazu verleitet, mit Luftmangel zu arbeiten. Weiterhin muß die Temperatur der Feuerraumwandungen überwacht werden, da diese trotz der künstlichen Kühlung mit Luft oder Wasser vor allem bei hoher Kesselbelastung bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beansprucht sind. Diese Inanspruchnahme wird noch dadurch vergrößert, daß man Kohlenstaubkessel als Spitzenkessel vielfach mit starken Schwankungen betreibt. Für die hohen Temperaturen im Feuerraum eignen sich gut die Strahlungspyrometer, wie es z. B. das Ardometer ist. Schließt man an ein solches Ardometer außer dem Anzeigeinstrument ein Schreibgerät an, so vermag man an Hand des Registrierstreifens alle Unregelmäßigkeiten und Störungen im Betriebe festzustellen (Abb. 1). Das Ardometer läßt sich in Verbindung mit einem Kontaktgalvanometer (Abb. 2) auch zur Regelung der Kohlenstaubzufuhr benutzen. Eine solche Anordnung ist vor allem dann von Nutzen, wenn etwa bei zu großer Feuchtigkeit des Kohlenstaubes Stockungen der Kohlenstaubzufuhr zu befürchten sind. Man stellt das Kontaktgalvanometer auf die Temperatur ein, bei der die Feuerung erfahrungsgemäß richtig arbeitet, und legt in den vom Kontaktgalvanometer geschalteten Stromkreis einen Schalter für den Schneckenmotor und eine Hupe. Stockt nun die Kohlenstaubzufuhr, was mit einem Sinken der Temperatur im Feuerraum verbunden ist, so schaltet das Kontaktgalvanometer den Schneckenmotor aus. Dadurch wird verhütet, daß Kohlenstaub in den erkaltenden Feuerraum gefördert wird, wenn die Schnecke sich durchgearbeitet hat. Es ist das von großer Bedeutung, denn der nicht entzündete Kohlenstaub kann im Feuerraum zu schwelen anfangen, und die entstehenden Gase können eine Explosion verursachen. Das beim Stillsetzen der Schnecke ertönende Signal macht das Personal auf die Störung aufmerksam, so daß der Feuerraum vor dem Wiedereinschalten der Schnecke erst angewärmt werden kann (Jaekel, Siemens-Z. 1927, S. 586). *Sb.*



a Schnecke sitzt fest, *b* Ofen geregelt, *c* Ofen abgestellt

Abb. 1. Registrierstreifen eines Ardometers an einer Kohlenstaubfeuerung.

Abb. 2. Schematische Darstellung der Wirkungsweise des Temperaturreglers von Siemens & Halske. Die Meßströme wirken auf ein Meßorgan, der Zeiger wird mit Hilfe eines vom Netz elektrisch beheizten Bimetallstreifens mit Selbstunterbrechung in kurzen Zeitabständen von einem Fallbügel niedergedrückt und schließt dabei je nach seiner Stellung entweder einen Minimalkontakt an oder einen Maximalkontakt an. In diesen beiden Stromkreisen liegen die eigentlichen Schaltrelais.

Leitungen.

Rosenthal-Bahn-Isolatoren. — Die Elektrisierung der Vollbahnen hat in den letzten Jahren in Europa, neben Deutschland vor allem auch in der Schweiz und in Österreich, große Fortschritte gemacht. Wenn man bei normalen Freileitungen die Isolatoren als den wichtigsten und empfindlichsten Bestandteil der Leitung ansehen muß, so gilt dies in erhöhtem Maße für die Bahnleitungen. Tatsächlich ist auch auf die Ausbildung der Bahnisolatoren von jeher der größte Wert gelegt worden. Entsprechend der Wichtigkeit der Isolatorenfrage verlangte die Reichsbahn ursprünglich doppelte, räumlich getrennte Isolationen. So entstanden die Ausführungen mit Diabolo- und Endisolatoren, mit zwei starr verbundenen Hängisolatoren und ähnliche[1]. Beim Übergang zum Motorisolator (Stabisolator) konnte wegen der unbedingten Durchschlagsicherheit dieser Isolatoren die Forderung der dop-

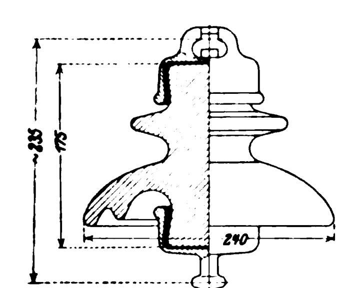


Abb. 3. Einheitsisolator der Österr. Bundesbahnen.

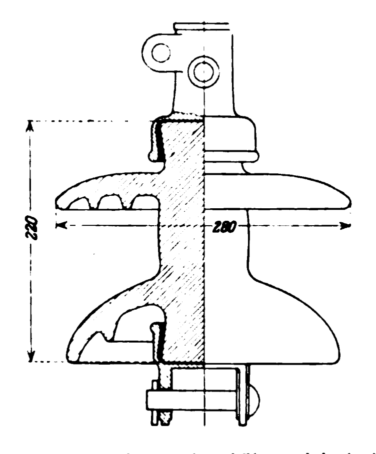


Abb. 4. Motorisolator mit erhöhter elektrischer Sicherheit zum Einbau an Stellen starker Verrußung.

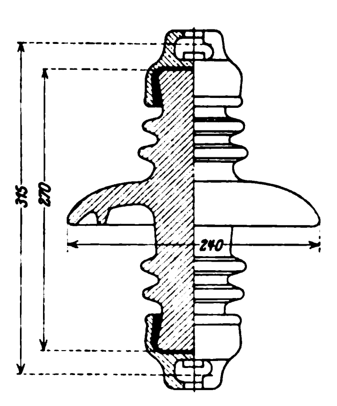


Abb. 5. Motorisolator.

[1] E. Altmann, ETZ 1924, H. 39.

pelten Isolation fallen gelassen werden[1]. Es entstanden eine große Anzahl von Isolatoren dieser Bauart, von denen auch mehrere zur Erprobung im praktischen Betriebe in größeren Mengen eingebaut wurden. Es soll nachstehend über einige Ausführungen der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., Selb, berichtet werden.

Abb. 3 zeigt den normalen Isolator der Österr. Bundesbahnen, der nicht nur für die Fahrleitung für 15 kV, sondern auch als dreigliedrige Kette für die Übertragungsleitung von 55 kV Verwendung gefunden hat. Je nach dem Verwendungszweck ist der Isolator mit verschiedenen Armaturen ausgerüstet. An Stellen mit starker Verrußung werden die großen Doppelschirmtypen der normalen Motorbauart verwendet. (Abb. 4.)

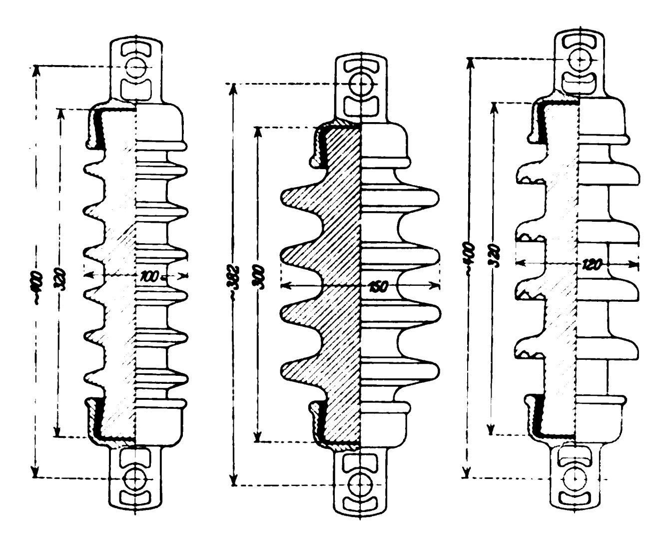


Abb. 6 u. 7. Stabisolatoren. Abb. 8. Stabisolator mit Regendächern.

Auch die Deutsche Reichsbahn hat in den letzten Jahren in der Hauptsache Motorisolatoren für die Isolierung der Fahrleitung eingebaut. Abb. 5 ÷ 8 zeigen verschiedene Ausführungsarten, wobei die Isolatoren nach Abb. 3 und 5 besonders auch für Hängezwecke günstig sind, da die Rippen als Regendächer ausgebildet sind. Der Stützenisolator nach Abb. 9 hat ebenfalls bei der Deutschen Reichsbahn Verwendung gefunden. Der obere Teil des Isolators ist zylindrisch zur Aufnahme einer Schelle ausgebildet. Der Isolator ist zweiteilig zusammengehanft, besitzt also doppelte, jedoch nicht räumlich getrennte Isolation.

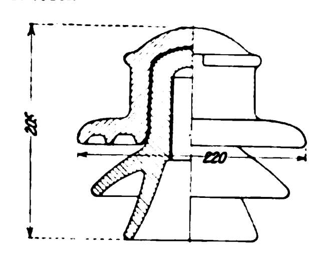


Abb. 9. Zusammengehanfter Stützenisolator Nr. 11 534.

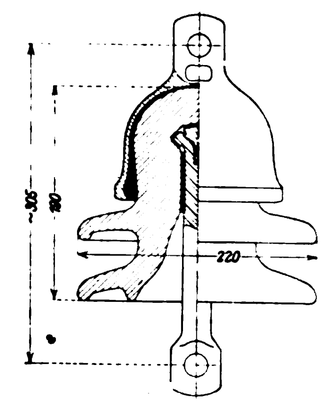


Abb. 10. Lichtbogensicherer Kegelkopfisolator Nr. 11 636.

Während die Überschläge bei Übertragungsleitungen im allgemeinen nur vorübergehende Störungen zur Folge haben, können diese bei geerdeten Bahnleitungen äußerst unangenehm werden, da ein Erdschlußstrom gleichzeitig einen Kurzschluß bedeutet und der Isolator diesen Kurzschlußströmen von mehreren 1000 A vielfach nicht standhält. Da heute fast sämtliche elektrisierte Strecken noch gemischten Betrieb, also neben elektrischen Lokomotiven auch Dampflokomotiven führen, verrußen die Isolatoren erheblich, besonders die über der Mitte befindlichen Hängisolatoren. Bei Nebel kann dabei eine derartige Verringerung der Überschlagspannung eintreten, daß diese nur noch wenig über der Betriebspannung liegt. Geringe Überspannungen, beispielsweise infolge von Schaltvorgängen, führen dann zum Überschlag und dabei zum Kurzschluß.

[1] G. Naderer, El. Bahnen 1926, S. 25.

Abb. 10 zeigt einen lichtbogensicheren Hängisolator der Kegelkopfbauart, bei dem einerseits durch Anbringung zweier Schirme die Überschlagspannung auch des verrußten Isolators verhältnismäßig hoch liegt, bei dem anderseits aber die Armaturen so stark gehalten sind, daß ein Abschmelzen auch bei einem Kurzschluß in der Nähe von Unterstationen nicht stattfindet. Bei diesem Isolator kann also schlimmsten Falles nur der Schirm abplatzen, während der mechanische Zusammenhang der Armaturteile unbedingt gewahrt bleibt. Der Isolator ist zur Verwendung als Einzelglied gedacht, obwohl der Überschlagsweg durch die Luft größer ist als der Durchschlagsweg durch das Porzellan. Berücksichtigt man aber, daß die Wandstärke des Porzellans 30 ÷ 35 mm beträgt, so ergibt sich daraus eine Durchschlagspannung, die mindestens das 10fache der Betriebspannung ausmacht. Isolatoren mit Fabrikationsfehlern werden durch die Wechselstromprüfung, die bei etwa 100 kV durchgeführt wird, ausgeschieden. Wird eine noch schärfere Prüfung gewünscht, so kann man die Isolatoren der Gleichstromstoßprüfung bei etwa 150 kV unterwerfen, so daß man dadurch die Garantie hat, daß alle Isolatoren eine Mindestdurchschlagspannung von rd. 150 kV, also 10fache Sicherheit, besitzen. Ferner muß man berücksichtigen, daß Durchschläge an neueren kittlosen Isolatoren, die allein auf rein elektrische Ursachen zurückgeführt werden können, noch in keinem einzigen Falle, wenigstens an Kegelkopfisolatoren, nachgewiesen worden sind. Die Überspannungen an Fahrleitungen können aber niemals die Höhe erreichen wie bei Übertragungsleitungen, da sie in der Hauptsache durch Schaltvorgänge, weniger durch atmosphärische Entladungen bedingt sind. Unter Berücksichtigung aller dieser Gesichtspunkte kann man die Verwendung dieses Isolators als Einzelglied unbedingt vertreten. Wie aus der Abbildung hervorgeht, ist die Form der Isolatoren gegen Verrußung günstig. Der Isolator besitzt keine windgeschützten Hohlräume, in denen sich der Ruß festsetzen kann, ohne vom Regen wieder abgewaschen zu werden. Die Biegefestigkeit, die besonders bei seitlicher Festlegung und an Kurvenabspannungen in Betracht kommt, ist sehr hoch, besonders bei Ausbildung der Type als Kegelkopftype, da hierbei der Bolzen auf ein großes Stück vom Porzellan und nicht von einem Bleiausguß geführt wird. Ein abschließendes Urteil über die neue Isolatorentype kann natürlich nur der praktische Betrieb bringen, jedoch kann man aus obiger Erwägung heraus schließen, daß sie an den durch Verrußung und starken Nebel besonders gefährdeten Stellen mit Vorteil verwendet werden kann. In der untenstehenden Zahlentafel sind nochmals die elektrischen und mechanischen Werte der gebräuchlichsten Isolatorenformen zusammengestellt.

Isolatorbezeichnung	Kriechweg mm	Überschlagsweg trocken mm	Überschlagsweg naß mm	Überschlagspannung trocken kV	Überschlagspannung naß kV	Mittlere Bruchlast kg
	400	245	160	110	70	8 000
	440	250	170	110	75	8 000
	320	210	110	95	53	8 000
	570	330	190	140	85	8 000
	470	250	165	115	75	8 000
11 534	420	205	120	95	65	4 500
	470	250	175	115	85	8 000
11 636	400	215	150	105	75	11 000

K. Draeger.

Ein neues Kabel für hohe Spannungen und Belastungen. — Das normale Dreileiterkabel mit Gürtelisolation besitzt weder elektrisch günstigen Aufbau, noch gute Wärmeleitfähigkeit, da der Wärmestrom erst die starke Ader- und Gürtelisolation durchdringen muß, um zu dem gutleitenden Bleimantel zu gelangen. Bedeutend besser verhalten sich miteinander verseilte, einzeln verbleite Einleiterkabel, eine Konstruktion, die schon lange bekannt ist, die aber den Nachteil hat, daß durch die in den Bleimänteln induzierten Ströme zusätzliche Erwärmung und damit zusätzliche Verluste auftreten.

Diesen Übelstand vermeidet eine neue Kabelkonstruktion, Type HR (Hochleistungs-Rillenkabel DRP. angem.), die von den Rheinischen Draht- und Kabelwerken G. m. b. H. in Köln-Riehl herausgebracht wurde. Das neue Kabel besteht aus einzeln verbleiten und mitein-

ander verseilten Einleiterkabeln (Abb. 11), deren Mäntel mit Längsrillen versehen und aus einer Spezialbleilegierung von verminderter elektrischer Leitfähigkeit und erhöhter mechanischer Festigkeit hergestellt sind. Über den verseilten Einleiterkabeln folgt die normale Armatur. Die durch die Querschnittsveränderung einerseits und durch die Speziallegierung anderseits bedingte Erhöhung

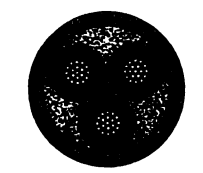


Abb. 11. Querschnitt durch ein Hochleistungs-Rillenkabel.

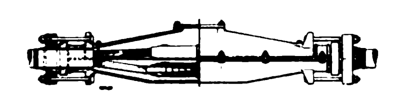


Abb. 12. Muffe für Hochleistungs-Rillenkabel.

des elektrischen Widerstandes der Bleimäntel bewirkt, daß die in den Bleimänteln induzierten Ströme wesentlich vermindert werden. Infolge seines günstigen Aufbaus — auch die für eine gute Wärmeableitung günstige Rillenform des Bleimantels ist zu beachten — ist das HR-Kabel tatsächlich 25 bis 30 % höher belastbar, als das normale Gürtelkabel. Dabei verläuft das elektrische Feld rein radial; Tangentialbeanspruchungen in der Isolation treten nicht auf. Das bei der Verseilung verwandte Füllmaterial befindet sich außerhalb des elektrischen Feldes. Hier etwa vorhandene Hohlräume sind also unschädlich; Ionisation und Glimmentladungen können sich nicht ausbilden. Die dielektrische Verlustkurve verläuft sehr günstig. Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß das neue Kabel wesentlich biegsamer ist als das Gürtelkabel, was die Verlegungsarbeiten sehr erleichtert. Da nur das aktive Isoliermaterial mit Tränkmasse imprägniert wird, ist das Auslaufen der Endverschlüsse, wie es bei hochbelasteten Kabeln häufig vorkommt, nicht zu befürchten. Für ganz schwer belastete Kabel kann noch eine besondere Abdichtung der Leiter vorgesehen werden.

Bei höheren Spannungen wird das Kabel mit Strahlungsschutz (Metallisierung) nach DRP. 288 446 ausgerüstet. Es läßt sich infolge seiner mechanischen Unempfindlichkeit in dieser Bauart noch bis zu sehr hohen Spannungen als verseiltes Mehrphasenkabel ausführen.

Ein weiterer Vorzug der neuen Kabeltype ist die Einfachheit und Widerstandsfähigkeit der Muffen. Die einzelnen Leiter werden durch kleine Bleimuffen verbunden, die beiderseits mit dem Bleimantel verlötet sind und eine sehr widerstandsfähige Papierwicklung zur Isolierung der Leiter von der Muffenwand enthalten. Die einzelnen kleinen Bleimuffen liegen in einem gemeinschaftlichen Gußgehäuse, sind so jederzeit wieder zugänglich und doch äußeren Einflüssen entzogen. Gegen Stauchung in Längsrichtung des Kabels sind die einzelnen Bleimuffen sehr unempfindlich. In Bergrevieren und überall sonst, wo Erdbewegungen usw. vorkommen können, empfiehlt es sich noch, die Kabel mit Drahtarmierung zu versehen, die beiderseits an dem äußeren Muffengehäuse befestigt werden kann. Auf diese Weise wird das Muffeninnere vollkommen auch von Zug entlastet, und die gerade in Bergwerksbezirken sehr gefürchteten Schäden werden vermieden. Abb. 12 stellt eine nach diesen Grundsätzen ausgebildete zugfeste Verbindungsmuffe eines 30 kV-Kabels dar.

Elektromaschinenbau.

Hauszentralen. — Im Jahre 1902 führte die Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co. auf der Düsseldorfer Ausstellung eine Hauszentrale vor, die der Weiterentwicklung dieser Maschinen die Richtung wies. Während vorher die Stromerzeuger mittels Riemen von langsamlaufenden Explosionsmotoren angetrieben wurden, kam zum ersten Male die schnellaufende Benzinmaschine, direkt gekuppelt mit der Dynamo, auf den Markt. Schuckert hatte einen Automobilmotor von 3 PS und 1200 Umdr./min mit einer Gleichstromdynamo auf eine gemeinsame Grundplatte gestellt (Abb. 13). Der Stromerzeuger diente lediglich zur Ladung einer Akkumulatoren-Batterie, bestehend aus vierzehn großen Elementen, aus denen sodann die Speisung des Netzes erfolgte. Der Brennstoff- und Schmierölverbrauch wurde mit 3,3 Pf/kWh angegeben und der Kostenaufwand für den stündlichen Strombedarf einer 16kerzigen Glühlampe auf 1,1 Pf errechnet. Trotz dieser recht günstigen Betriebsdaten konnte sich die Maschine nicht durchsetzen, denn in die Entwicklungszeit dieser Hauszentrale fallen die Bestrebungen für den Ausbau ausgedehnter Orts- und Überlandnetze, denen die Elektroindustrie ihre ganze Aufmerksamkeit zuwandte. Ein weiteres Hindernis für die Verbreitung der kleinen Einzelanlagen bildete die ungenügende Betriebsicherheit. An dem damals noch nicht hochentwickelten Explosionsmotor traten nicht selten Störungen auf, die zur Hinzuziehung eines Spezialisten zwangen und eine Unterbrechung der Stromlieferung verursachten. Die Fabrikation der Maschine wurde wieder eingestellt.

Die Kleinzentrale konnte jedoch trotz der schnell fortschreitenden Ausdehnung der Orts- und Überlandnetze nicht entbehrt werden. Als Reserve von Bahnsignal- und Telephon-Anlagen, als Stromversorger für einzelliegende Hotels, Kuranstalten und Landhäuser werden die Maschinensätze gefordert. Besonders im Ausland, das nicht über die engmaschigen Netze verfügt und in dem die Stromabnehmer in großen Abständen verstreut wohnen, deckt die Kleinzentrale einen wesentlichen Teil des Strombedarfes. Sie hat sich daher zu einem beachtenswerten Exportartikel entwickelt, der heute von einer Reihe namhafter Firmen vertrieben wird.

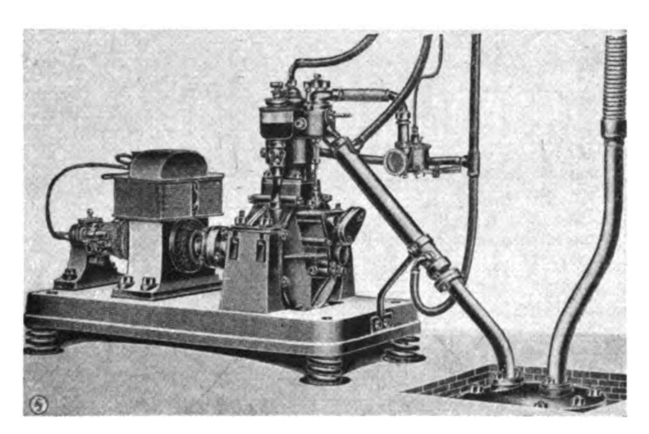


Abb. 13. Schuckert-Hauszentrale.

Besondere Erfolge auf diesem Gebiet hatten einige amerikanische Unternehmungen, die in den ausgedehnten landwirtschaftlichen Distrikten der V. S. Amerika größte Umsätze erzielten. Das Hauptgeschäft erstreckt sich auf Zentralen mit einer Leistung von 1 ÷ 2 kW, die zur Versorgung eines mittleren Haushaltes ausreicht. Wegen der starken Belastungschwankungen in den kleinen Netzen setzte sich die Kleinzentrale mit Akkumulatorenbatterie durch. Deren Verwendung fordert die Wahl einer niedrigen Netzspannung, damit die Zahl der Zellen klein und die Anlagekosten nicht zu hoch werden. Die Spannung von 32 V hat sich allgemein eingeführt. Als Antriebmaschine dient ein Viertaktmotor mit reichlicher Luftkühlung. Charakteristisch ist für alle neueren Systeme der gedrängteste Zusammenbau, der eine sehr einfache Montage ermöglicht. Die weiteste Verbreitung dürften die Fabrikate der Delco-Light Co., Dayton, gefunden haben. Abb. 14 zeigt eine Maschine für 1,25 kW, die in Verbindung mit Akkumulatoren, bestehend aus 16 Elementen, betrieben wird. Der Stromerzeuger arbeitet mit der Batterie ohne Regelapparate in Parallelschaltung auf das Netz, so daß sich bei schwacher Belastung in diesem eine für Lampen nicht unbedenklich hohe Spannung einstellt. Der Motor ist mit Oberflächenvergaser und Magnetspulen-Abreißzündung versehen. Die Maschine hat zwar hohen Brennstoffverbrauch, doch ist sie wegen ihrer Einfachheit in vielen tausend Exemplaren verbreitet. Im Aufbau und in der Arbeitsweise sehr ähnlich sind die Lichtsätze der Westinghouse El. & Mfg. Co. Abb. 15 stellt eine Maschine für 1,5 kW dar, die ebenfalls mit einer 16zelligen Batterie im Parallelbetrieb arbeitet.

Den beiden genannten Fabrikaten haftet der Nachteil an, daß die Zentralen unbrauchbar sind, wenn an den Akkumulatoren eine Störung auftritt. Die Maschinen können ohne Batterie das Netz nicht versorgen, denn die nicht regelbaren Stromerzeuger haben steil abfallenden Spannungsverlauf. Da ferner die Magnetspulen der Abreißzündung von der Batterie erregt werden, ist auch hier eine Abhängigkeit des Motors von dem Zustand der Zellen gegeben. Selbst bei Verwendung sehr guter Akkumulatoren sind diese ein empfindlicher Teil der Zentrale und erfordern ein gewisses Maß von Wartung. Wird diese ver-

säumt, so versagen die Elemente und somit auch die behandelten Maschinen. Diesem Übelstand begegnen die Siemens-Schuckertwerke bei ihren Kleinzentralen durch Verwendung einer umschaltbaren Serienwicklung. Diese ist bei der Batterieladung feldschwächend angeordnet und bewirkt während des ganzen Ladevorganges eine gleichbleibende Leistungsabgabe an die Batterie. Werden durch Betätigung eines einfachen Walzenschalters die Enden der Serienwicklung umgelegt, so ist diese feldverstärkend, und die Maschine gibt Strom gleichbleibender Spannung in das Netz ab. Durch Anordnung einer Magnetmaschine ist auch eine Unabhängigkeit der Motorzündung von der Batterie erreicht. Abb. 16 stellt die 1,5 kW-Hauszentrale der Siemens-Schuckertwerke dar. Die Maschine wird ebenso, wie die oben behandelten amerikanischen Fabrikate in Verbindung mit einer 16zelligen Batterie betrieben, kann jedoch auch unabhängig von dieser das Netz mit Strom versorgen. Der Motor ist luftgekühlt und hat einen Düsenvergaser, durch den ein sehr niedriger Brennstoffverbrauch erreicht ist.

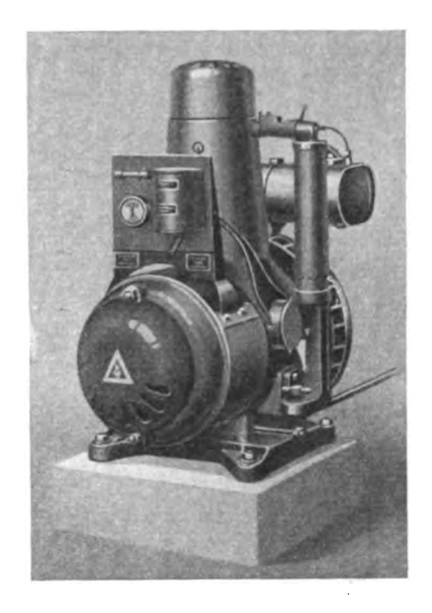




Abb. 14. Hauszentrale der Delco-Light Co.

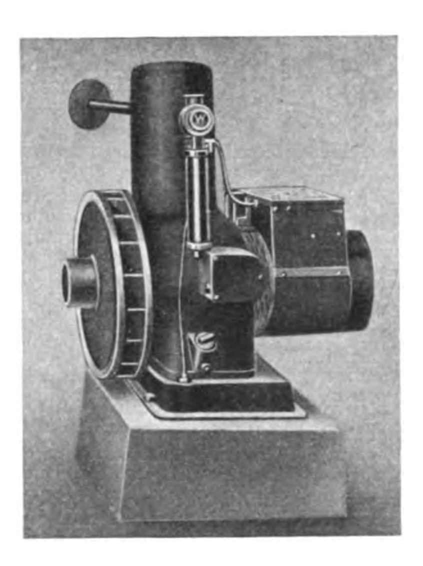


Abb. 15. Hauszentrale der Westinghouse-gesellschaft.

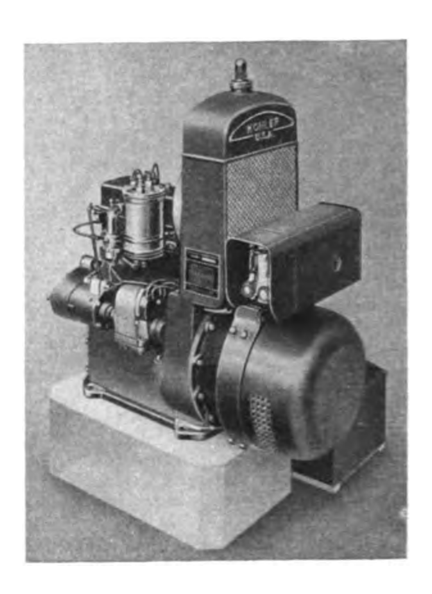


Abb. 17. Hauszentrale der Kohler Co.

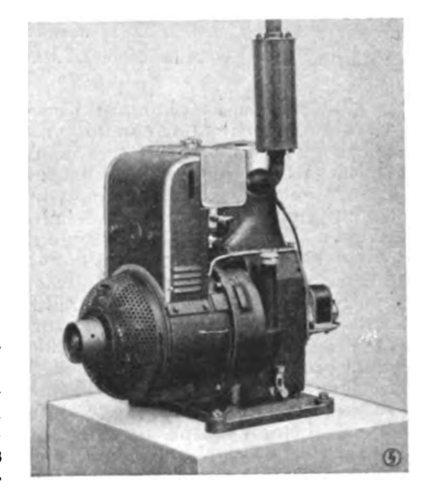


Abb. 16. Hauszentrale der SSW

Grundsätzlich andere Wege verfolgt die Kohler Co. in Kohler, Wis. V. S. Amerika, deren Hauszentralen nur zur direkten Netzspeisung dienen und selbsttätig durch Einlegen eines beliebigen Schalters der Hausinstallation in Betrieb und durch Ausschalten stillgesetzt werden. Der vierzylindrige wassergekühlte Motor ist mit einer Gleichstromdynamo starr gekuppelt. Diese ist nicht an eine niedrige Zahl von Batteriezellen gebunden, weshalb die Anlagen für eine Betriebsspannung von 110 V gebaut werden. Abb. 17 zeigt die Zentrale von 1,5 kW Leistung. Durch das Einlegen eines Installationsschalters schließt sich ein Anlaßstromkreis von einer Batterie mit 12 Zellen über den Anker der Dynamo, die als Motor langsam anläuft und die Benzinmaschine anwirft. Sobald in dieser die Zündungen einsetzen und sie den Antrieb der elektrischen Maschine übernimmt, steigt an dieser die Ankerspannung und ein Relais öffnet den Anlaßstromkreis. Unmittelbar darauf legt ein anderes Relais das Netz an die inzwischen auf normale Spannung erregte Dynamo, so daß die eingeschalteten Stromverbraucher mit der Normalspannung von 110 V gespeist werden. Der Anlaßvorgang vollzieht sich in wenigen Sekunden, so daß beim Einschalten einer Lampe im Netz diese in kürzester Zeit ihre volle Leuchtstärke erreicht hat. Der Vorteil, mit einer kleinen Anlaßbatterie auszukommen und die allgemein verbreitete Netzspannung von 110 V verwenden zu können, wird durch den Nachteil einer verwickelten, empfindlichen Schaltung und durch die Unwirtschaftlichkeit des Betriebes wieder ausgeglichen. Es ist bei diesen Hauszentralen zu berücksichtigen, daß der Maschinensatz auch beim Gebrauch einer Lampe in Betrieb bleiben muß und daß bei schwacher Netzbelastung sein Nutzeffekt in denkbar ungünstigem Verhältnis zu seinem Brennstoffverbrauch steht.

Da jedoch die Wirtschaftlichkeit neben einfachster Bedienung und größter Betriebsicherheit die Voraussetzungen für die Einführung von Kleinzentralen sind, wird auch zukünftig Anlagen mit Batterien der Vorzug gegeben werden. P. Groth.

Der Autaxmotor. — Die Entwicklung des Drehstrommotors geht unzweifelhaft in der Richtung des anlasser- und schleifringlosen Motors, wobei ein Teil der Lösungsversuche, vom Kurzschlußläufer ausgehend, dessen spezifisches Anzugsmoment durch Mittel der Stromverdrängung und Doppelkäfiganordnung zu vergrößern versucht, während man auf anderem Wege den Drahtanker des allseits eingeführten Schleifringläufers beibehalten und durch Anwendung von Fliehkraftschaltern Schleifringe und möglichst auch den Anlasser einsparen will; diese letzteren Lösungen können als Selbstschaltmotoren bezeichnet werden. Die Selbstschaltmotoren haben vor anderen Ausführungen insbesondere auch den großen Vorteil, daß sie ohne jedes Anlaßgerät einfach mittels dreipoligen Schalters oder mittels Druckknopf und Schütz auch von ungeübtester Hand eingeschaltet werden können.

Einer der ältesten Selbstschaltmotoren ist der von den SSW entwickelte Görgesmotor mit Gegenschaltung der Läuferwicklung während des Anlaufs, die im Betrieb durch einen Fliehkraftschalter in Parallelschaltung umgewandelt wird; die Schaltung hat die großen Vorteile eines nur einstufigen Schaltvorganges sowie des Wegfalls der Anlaßwiderstände, sie hat sich jedoch verhältnismäßig wenig in der Praxis eingeführt wegen des recht hohen Anlaufstromes (nach Angaben der SSW für einen Motor 30 kW bei Vollastanlauf vierfache Stromspitze) sowie der Gefahr des Durchbrennens der Läuferwicklung bei einem etwaigen Versagen des Fliehkraftschalters. Von anderen Lösungen soll hier vor allem der Motor mit Zentrifugalanlasser der BBC genannt werden, dessen Schalterkonstruktion wohl als eine der besten vorhandenen Erwähnung verdient; nach den Angaben der BBC beträgt der Anlaufstrom bei 3 Widerstandstufen (entsprechend 9 Kontaktstellen) bei Vollastanlauf das 2,75fache des Nennstromes. Der Selbstschaltmotor der BBC hat mitrotierende Anlaßwiderstände; diese werden vermieden bei dem Simplexmotor der Voltawerke, der allerdings auch mit einem



mehrstufigen Fliehkraftschalter mit 9 ÷ 12 Kontakten und entsprechend vielen Fehlerstellen arbeitet.

Der Autaxmotor, der neue Selbstschaltmotor der Köhl-Elektromotorenwerke A. G., Saarbrücken, bedeutet nun einen großen Fortschritt durch den ihm eigentümlichen Drehmomentenverlauf in Abhängigkeit von der Drehzahl und die dadurch ermöglichte einstufige Ausführung des Fliehkraftschalters mit nur zwei Kontakten gegenüber 12 ÷ 15 bei den bisher bekannt gewordenen Selbstschaltmotoren gleicher Leistungsfähigkeit, wodurch eine außerordentlich große Betriebsicherheit erreicht worden ist. Der Läufer trägt, wie bei allen Selbstschaltmotoren, eine Drahtwicklung in meist zweiphasiger Anordnung, die im Anlauf in zwei Gruppen gegengeschaltet ist und für den Betrieb mittels zweier einpoliger Fliehkraftschalter parallelgeschaltet wird; die konstruktive Ausführung dieser Schalter ist denkbar einfach ohne Hebel oder Gelenke, wodurch größte Betriebsicherheit gewährleistet wird; Abb. 18 zeigt den Läufer und die vollkommen

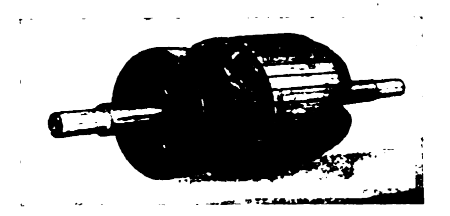


Abb. 18. Läufer des Autaxmotors.

gekapselte Ausführung des staub- und zündsicheren Schalters. Außer der Drahtwicklung ist nun unterhalb der Nuten in geeignetem Abstand eine als „Überschaltwicklung“ dienende Kurzschlußhilfswicklung vorhanden, auf der hauptsächlich der große Erfolg des neuen Motors beruht.

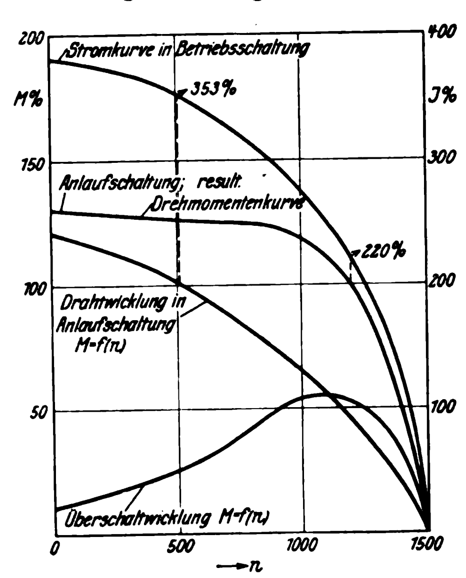


Abb. 19. Drehmomentenverlauf in Abhängigkeit von der Drehzahl.

Abb. 19 zeigt nach Untersuchungen im elektrischen Laboratorium des Badischen Staatstechnikums den Verlauf des Drehmomentes in Abhängigkeit von der Drehzahl bei einem Autaxmotor:

1. für die Überschaltwicklung allein,
2. für die gegengeschaltete Drahtwicklung (Anlaufschaltung) allein,
3. die Übereinanderlagerung beider in der Anlaufschaltung des Autaxmotors.

Die Kurve 2 entspricht der Görgesschen Gegenschaltung allein; wir erhalten bei dem einstufigen Anlaßvorgang (Vollastanlauf) eine Überschaltdrehzahl von 510 Umdr/min entsprechend einer Stromspitze von 353 %. Die Überschaltwicklung hat nun ihr maximales Drehmoment im Bereich der Überschaltdrehzahl; die Wirkung der Überschaltwicklung zeigt sich nun bei der resultierenden Drehmomentenkurve des Autaxmotors in der Anlaufschaltung in dem nahezu geradlinigen Verlauf dieser Kurve bis zur Überschaltdrehzahl, die bei Vollastanlauf und nur einer Schaltstufe auf 1200 Umdr/min hinausgeschoben wird, wodurch die Stromspitze auf 220 % abgesenkt wird.

Durch Anwendung weiterer besonderer Hilfsmittel ist es hier wohl zum erstenmal gelungen, bei einem Selbstschaltmotor mit nur einer Schaltstufe auszukommen und hierbei die Anlaufbedingungen des VDE für Schleifringläufer (1,75facher Anlaufstrom) einzuhalten bei einem Anzugsmoment von 120 ÷ 130 % (also kein lästiges Hochreißen der Last wie bei Motoren mit zu hohem Anzugsmoment) und einem mittleren Anlaufmoment von über 100 %.

Einen weiteren wesentlichen Vorteil bietet die Überschaltwicklung des Autaxmotors. Sollte je trotz der besonders einfachen und betriebsicheren Konstruktion der Fliehkraftschalter versagen, so ist zunächst die Schlüpfung nach dem vorigen wesentlich geringer und damit die entwickelte Stromwärme kleiner, außerdem übernimmt, wie aus Abb. 19 zu ersehen ist, in diesem Falle die Überschaltwicklung einen derartigen Anteil an der Drehmomentenbildung, daß der Rotordrahtwicklung kein Schaden mehr zustoßen kann, wenn der Fehlzustand nicht übermäßig lange andauert. Überlastbar bleibt der Motor durch eine neue Zusatzvorrichtung, ohne den Fliehkraftschalter selbst durch eine Federrückzugshemmung zu komplizieren, innerhalb der Grenzen der REM.

Der neue Autaxmotor wird sich an Stelle des Schleifringläufers, dem er im Preise unter Berücksichtigung des fehlenden Anlassers mindestens gleichbleibt, überall da durchsetzen können, wo auf einfache oder selbsttätige Bedienung Wert gelegt wird und anderseits das Anlaufmoment unter 100 % bleibt, also für mindestens 90 % aller Antriebe. Nicht verwendbar ist er dagegen in der heutigen Form für alle Schweranläufe, als Kranmotor, Aufzugsmotor u. dgl. Da der Motor mit seinem Anlaufstrom den 1,75fachen Nennstrom nicht überschreitet, wird seiner Zulassung seitens der Elektrizitätswerke nichts im Wege stehen, da auch Leistungsfaktor und Wirkungsgrad den Werten des Schleifringläufers durchaus entsprechen.

H. Ott.

Apparatebau.

Klöckner-Schaltapparate. — In zahllosen Fällen wird Aufbau und Bedienung einer Anlage ganz wesentlich erleichert, wenn man den Standort des Antriebsmotors oder dgl. und die Bedienungsstelle frei wählen kann. Die all-



Abb. 20. Klöckner-Ölselbstschalter, vorwiegend aus Isolierstoff aufgebaut.



Abb. 22. Einführungskasten mit angeschraubtem Schalter.

gemeine Einführung derartiger Steuergeräte war bisher behindert durch oft geringe Betriebsicherheit und vor allen Dingen durch zu hohen Preis. In den weitaus meisten Fällen handelt es sich um kleine Leistungen und besonders bei Motoranlagen war häufig die Sachlage so, daß das Steuergerät mehr kostete als der Motor. Die in den letzten 5 Jahren entwickelte und beständig verbesserte Massenherstellung erlaubt es heute, für wenig Geld ein einwandfreies und betriebsicheres Gerät auf den Markt zu bringen. Um nicht nur aus der Ferne aus-, sondern auch aus der Ferne einschalten zu können,

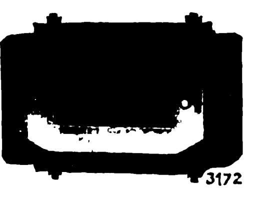


Abb. 21. Leitungseinführungskasten.

hat die Firma F. Klöckner, Köln-Bayenthal, den Hauptbestandteil des Klöckner-Motorschutzes im Jahre 1927 weiter entwickelt. Ein neuer Schalter für kleinere Stromstärken, Form DJO 15, Modell 1918 (Abb. 20), ist auf den Markt gekommen. Der Apparat

besteht fast restlos aus Isolierstoff. Lediglich der Ölbehälter ist noch aus Schmiedeeisen. Alle Kontakte sind unverrückbar in Platten aus Isolierstoff gelagert. Abdeckung, Leitungseinführungskanal und dgl. bestehen aus Hartsteinzeug.

Das größte Anwendungsgebiet haben die Selbstschalter aber wohl bei der Steuerung von Werkzeugmaschinen gefunden. Bei Anwendung von Selbstschaltern ist es möglich, die Betätigung des Motors durch Druckknopf mit den Füßen vorzunehmen, so daß der Arbeiter seine Hände für die Bedienung der Werkzeugmaschine frei hat. In amerikanischen Betrieben hat man festgestellt, daß die Leistungsteigerung bis zu 250, ja 300 % gehen kann, wenn man die Bedienung der elektrischen Antriebe auf das Niederdrücken eines Druckknopfes reduziert.

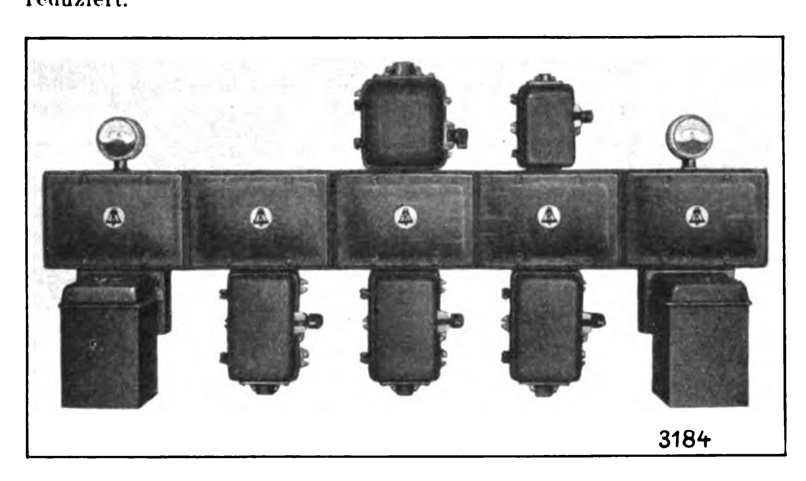


Abb. 23. Klöckner-Sammelschienenkasten mit Selbstschalteranbau.

In der in den letzten Jahren von Klöckner entwickelten Form wurde auch bei dem Selbstschalter DJO 15, Modell 1928, die Leitungseinführung durchgeführt. Zuerst wird der Leitungseinführungskasten nach Abb. 21 befestigt. Bei der Einführung der Rohre ist der Monteur durch den Schalter nicht behindert. Der Einführungskasten besteht

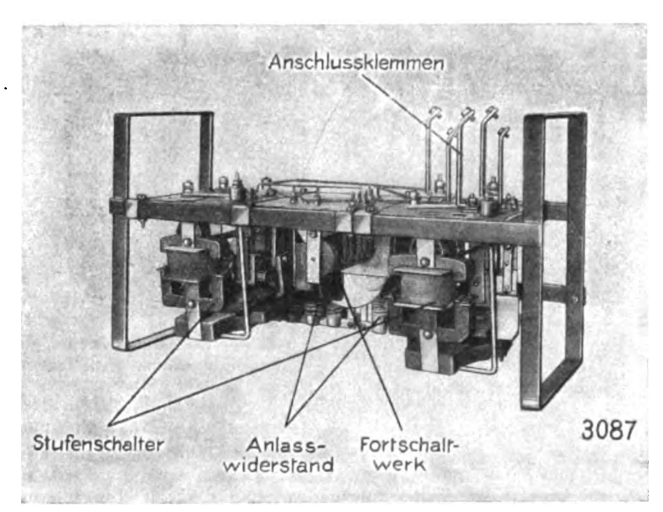


Abb. 24. Klöckner-Schützen-Selbstanlasser.

aus Isoliermaterial. Das ist sehr wichtig, denn gerade beim Austritt der Leitungen aus dem Rohr ist die Gefahr des Isolationsschadens sehr groß. Dann wird der Schalter mit dem Ölkasten nach Abb. 22 angebracht, und endlich werden die Leitungen angeschlossen.

Beim Motorschutzschalter[1] wird neuerdings mit Vorliebe die Motorschutzauslösung vom Selbstschalter räumlich getrennt gehalten. Dies hat mannigfache Vorzüge. Die getrennte Motorschutzauslösung, d. h. also das thermische Relais, das seinerseits durch eine Hilfstromleitung auf den Selbstschalter wirkt, kann unmittelbar am Motor befestigt werden. Infolgedessen befindet sich das thermische Relais mit dem Motor im gleichen Raum. Der Motor ist bekanntlich je nach der Lufttemperatur verschieden hoch belastbar. Das thermische Relais paßt sich diesen Verhältnissen einigermaßen an, wenn es der gleichen Lufttemperatur ausgesetzt ist. Viel größer ist aber noch der Vorteil in großen industriellen Anlagen, bei denen die Motoren häufiger versetzt werden. In solchen Anlagen bleibt der einmal richtig gewählte Überstromauslöser mit dem Motor verbunden, während das getrennte Motorschutzgerät leicht verwechselt werden kann.



Abb. 25. Schaltgerät für halbselbsttätigen Betrieb von Klein-Kältemaschinen.

Der Selbstschalter, den man an einer passenden Stelle in die Hauptleitung legt, ist nur von der Spannung, nicht in so hohem Maße von der Stromstärke abhängig. Bei ihm ist eine Verwechslung weniger wichtig. Die Trennung des Überstromauslösers vom Selbstschalter hat drittens noch den Vorteil, daß das Lager sowohl beim Händler wie auch das Fabriklager wesentlich einfacher ist. Man braucht nur eine Anzahl Selbstschalter für die im Werk herrschende Spannung vorrätig zu halten und eine Anzahl Überstromauslöser. Der Gesamtaufwand für die Lagerhaltung wird dadurch bedeutend geringer. Der vorhin erwähnte Selbstschalter, Form DJO 15, ist so eingerichtet, daß der getrennte Überstromauslöser auch später noch mit ihm zusammenverschraubt werden kann, so daß man auf Wunsch einen Motorschutzschalter in einem Stück erhält.

Mit dem Nullspannungschalter und Motorschutzschalter kann auch ein Anlasser leicht elektrisch gekuppelt werden. Sobald man den Anlasser bewegt, wird durch einen Hilfskontakt die Schalterspule erregt und legt den Selbstschalter, Motorschutzschalter oder dgl. ein. Hierbei ist die Leitungseinführung gegenüber Anlassern mit eingebautem Netzschalter wesentlich einfacher. Es ist nicht notwendig, die Netzleitung bis zum Anlasser zu führen und von dort erst zum Motor. Der Netzschalter kann an der günstigsten Stelle in die Hauptleitung eingefügt werden. Zum Anlasser führen statt der 3 Netz- und der 3 Ständerleitungen mit großem Querschnitt lediglich 3 Steuerleitungen mit geringem Querschnitt. Diese elektrische Verriegelung zwischen Anlasser und Netzschalter stellt eine viel elegantere Lösung dar als der früher schon bekannte Anlasser mit gekuppeltem Netzschalter. Die Bedienung ist denkbar einfach; denn der Bedienende braucht nunmehr nicht die Schaltkräfte für den Netzschalter auf dem ersten Kontakt ebenfalls zu leisten. Ferner ist wie gesagt die Leitungsführung billiger, bequemer, und der Netzschalter läßt sich jetzt in Form des bewährten Ölselbstschalters aufbauen. Bei dieser Art der Steuerung ist es leicht möglich, durch einen Hilfskontakt an der Bürstenabhebevorrichtung das Einschalten bei kurzgeschlossenen Bürsten zu verhindern.

Die neuen Sammelschienenkästen zum Aufbau größerer Verteilungsanlagen (Abb. 23) bestehen aus Schmiedeeisen mit vorne aufgesetzter gußeiserner Abschlußplatte. Schmiedeeiserne Kästen haben gegenüber Gußeisen den Vorzug großer Elastizität. Kräftige formvollendete Konstruktion mit guter Isolation kennzeichnen das neue Gerät. Auch die Motorschutzschalter und nor-

[1] Vgl. ETZ 1926, S. 239.

malen Selbstschalter für Fernbetätigung lassen sich auf diese Weise zu großen Batterien zusammenbauen. Das System ist durch Vielseitigkeit in der Zusammenstellung gekennzeichnet. Die Sammelschienenbefestigung ist in neuartiger Weise auf Bolzen mit Rohrisolation unter Zwischenfügung starker Hartsteinzeugringe durchgebildet. Die Isolation ist hochwertig.

Ein modernes Schaltgerät soll gegen Berührung spannungführender Teile durch eine haltbare Abdeckung geschützt sein. Die an Buchbinderarbeit erinnernden dünnwandigen Papphauben sind für den an kräftige und formschöne Konstruktionen gewohnten Betriebsmann ein Greuel. Ihren Niederschlag findet diese Auffassung in der stark zunehmenden Verwendung gußeisengekapselter Geräte. Jetzt zeigen sich aber neue Schwierigkeiten. Das gut leitende Metall ist in der Nähe elektrischer Leitungen oder spannungführender Teile, besonders bei den jetzt immer mehr angewandten Spannungen von 380 und 500 Volt, ein gefährlicher Nachbar. Selbst bei reichlichen Abständen und guter Montage kann es doch vorkommen, daß ein spannungführender Teil mit dem Schutzgehäuse in Berührung gerät. In einem solchen Falle besteht sehr häufig für den Bedienenden Lebensgefahr. Die älteren Schutzmittel, Erdung und Nullung, versagen hierbei fast vollständig. Besserung kann nur der RWE(Heinisch-Riedl)-Schutz schaffen. Neuerdings ist man schon nicht mehr damit zufrieden, wenn ein Apparat viel Isolierstoff enthält, die Kriechwege und Luftstrecken des VDE einhält oder sogar überschreitet, man verlangt Ersatz der gußeisengekapselten Ausführung durch isoliertgekapselte, also starkwandige Gehäuse aus Isolierstoff mit guter Abdichtung und bequemer Leitungseinführung, geeignet für Stahlrohrverschraubung, Kabeleinführung, vergießbare Kabelanschlüsse und dgl. Dieser Grundsatz wird bei der Konstruktion von Druckknöpfen, Hebelschaltern usw. befolgt.

Kräftige betriebsichere Schützenschalter sind seit Jahren auf dem Markt. Dagegen hat es zur Entwicklung eines betriebsicheren Schützenselbstanlassers an einem passenden Fortschaltwerk gefehlt. Luftkolben, Uhrwerke und dgl. hat man ohne Erfolg hierfür verwandt. Die Firma baut jetzt Selbstanlasser mit einem Motor als Fortschaltwerk (Abb. 24). Ein kräftiger kleiner Motor (Wirbelstrommotor) arbeitet über ein Vorgelege auf eine Kontaktwalze. Die Fortschaltwerke arbeiten nunmehr ebenfalls unter Öl. Sie sind in Form eines Wirbelstrommotors aufgebaut, der durch einen besonderen Magneten in demselben Augenblick, in dem der Ständer des Motors Spannung erhält, mit einer Walze gekuppelt wird, die ihrerseits die Kontakte für die einzelnen Schützenspulen besitzt. Gut gedichtete Kästen mit bequemer Leitungseinführung kennzeichnen die Konstruktion.

Für kleine Einphasen- und Zweiphasenmotoren läßt sich das für die normalen Selbstanlasser eben geschilderte Fortschaltwerk unmittelbar als Anlasser verwenden. Der kleine Wirbelstrommotor betätigt eine Kontaktwalze, die ihrerseits die Abschaltvorgänge übernimmt, Abschalten der Hilfsphase, Einschalten des Ständerstromes usw. Werden die Motoren zum Antrieb von Klein-Kältemaschinen verwendet, so erfolgt die Kontaktgebung für die Treibspule des Fortschaltwerkes durch einen Kühlwassersicherheitsschalter. Bei halbselbsttätigen Anlagen dreht man den Kühlwasserhahn auf. Der Wasserfluß betätigt den Sicherheitsschalter und dieser seinerseits den Selbstschalter. Bei vollselbsttätigen Anlagen wirkt ein Thermostat auf ein Kühlwasserventil. Dann fließt das Kühlwasser. Die Weiterschaltung geschieht in derselben Weise wie bei den halbselbsttätigen Anlagen. Abb. 25 zeigt das Bild einer halbselbsttätigen Ausrüstung für unmittelbare Motoreinschaltung zu einer Gruppe zusammengebaut (Kühlwassersicherheitsschalter links, Ölselbstschalter unten, Wärmezeitauslöser oben mit Entriegelungsschalter rechts).

Die Leitungseinführung bei gußgekapselten Schaltern ist dadurch vereinfacht worden, daß eine Universal-Klemmeinführung zum Einklemmen von Rohren, Kabeln und dergl. entwickelt wurde. Hierdurch ist der ungeheuren Vielgestaltigkeit der Leitungseinführungstücke ein Ende bereitet. Die Montage, vor allen Dingen bei Stahlrohren, ist wesentlich einfacher geworden. Die Universal-Klemmeinführung wird auf Wunsch auch mit Vergießkasten geliefert, so daß eine vollständige Dichtung möglich ist (Abb. 26 u. 27).

Das Gerät für ein neues Anlaßverfahren der Firma besteht aus einem mechanischen Anlasser und einem Ständerwiderstandschaltgerät. Zu jeder Stellung dieses Schaltgeräts gehört ein anderes Übertragungsdrehmoment. Das Drehmoment steigt von geringen Werten bis zum ungefähr doppelten Normalwert an. In der gleichen Weise passen sich die Stromspitzen dem jeweils erforderlichen Kraftbedarf an. Mit seiner Hilfe dürfte der Kurzschlußläufermotor in der Lage sein, sowohl gegen hohe Drehmomente anzulaufen und gleichzeitig unangenehme Belastungstöße vom Netz fernzuhalten.

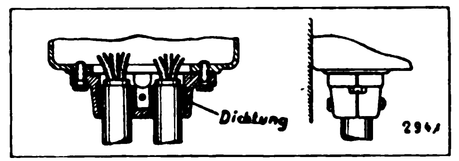


Abb. 26. Klöckner-Universalklemmeinführung.

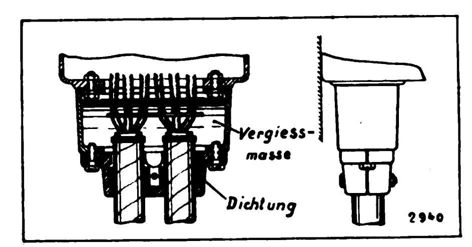


Abb. 27. Universalklemmeinführung mit Vergießkasten.

In der gleichen Weise wie für die Fernbetätigung von Niederspannungsmotoren und Apparaten wurden auch Schützenschalter für Hochspannungsmotoren entwickelt. Ein mit Niederspannung betriebener Schaltmagnet wirkt unmittelbar auf die Kontaktbrücke. Dadurch fallen alle Zwischenglieder, Klinkwerke und Federn zur Aufspeicherung der Schaltenergie für Hilfsmotoren und dgl. weg. Die Isolation entspricht der nach VDE-Serie II. Der Schaltmagnet ist als Einphasenmagnet ausgebildet und verfügt über große Zugkräfte. Eine Abdrückfeder unterstützt die Abschaltbewegung. Der Aufbau des Ölschalters erfolgt in der im Hochspannungschalterbau üblichen Weise unter Verwendung von verbandsnormalen Durchführungen. In dieser Form ist er zum Einbau in eine Schaltzelle geeignet. Außerdem kann er aber auch als geschlossener Selbstschalter und als selbsttätiger Ölschaltkasten bezogen werden. Durch Einführung dieses Schaltgerätes werden die Hochspannungsanlagen genau so übersichtlich, wie die Niederspannungsanlagen. Die Geräte sind außerordentlich betriebsicher und gut übersehbar. Irgendwelche in ihrer Wirkungsweise schlecht verständlichen Organe sind nicht vorhanden. Die Apparate werden auch mit der Überstromwärme-Zeitauslösung (Motorschutzauslösung) versehen. Abb 28 zeigt einen Ölschalter mit herabgelassenem Ölbehälter.



Abb. 28. Klöckner Hochspannungselbstschalter.

Neue Sursum - Schalter. — Dem im Messeheft der ETZ 1927, S. 286, ausführlich beschriebenen einpoligen Sursum-Automaten sind in der Zwischenzeit die mehrpoligen Sursum-Automaten gefolgt (Abb. 29). Dieselben bestehen aus zwei oder drei Systemen der genannten einpoligen Apparate. Sie haben die gleiche sichere Freiauslösung, kräftige magnetische Funkenlöschung und auch bei der Betätigung mit der Hand eine sicher wirkende Momentschaltung. Durch Drehen des aus dem Gehäuse herausragenden Schalterknebels werden alle Systeme gleichzeitig eingeschaltet. Dieselben sind jedoch, im Gegensatz zu anderen Konstruktionen, nicht fest miteinander verbunden, sondern in der Einschaltstellung vollständig frei und unbeeinflußt voneinander. Erst nach der Auslösung eines Systems tritt eine Kuppelung in Wirkung, welche die anderen Systeme mit herausschlägt und in allen Polen abschaltet (D. R. P. angem.). Die Schalter erhalten dadurch eine hohe Unempfindlichkeit gegen Er-

schütterungen, die noch dadurch erhöht wird, daß die eingelegten Kniehebel auch von dem Schaltknebel und der damit verbundenen Anzeigevorrichtung in der Einschaltstellung entkuppelt sind (D. R. P. angem.).

Die Schalter haben eine Blechgrundplatte, die sowohl für Vorder- wie für Rückanschluß eingerichtet ist. Der Anschluß der Drähte erfolgt in allen Fällen vorn auf der Systemplatte. Die Klemmen liegen unterhalb der Blasmagnete und sind daher in allen Fällen außer dem Bereich des Abschaltfeuers. Das Gehäuse besteht normal aus Hartlackpappe oder auf besonderen Wunsch aus Metall. Die Schalter werden mit und ohne Verzögerung ausgeführt; auch die Verwendung der thermischen Verzögerung empfiehlt sich, weil sie immer wirkt und unabhängig davon ist, von welcher Stelle der Stromverbraucher eingeschaltet wird.

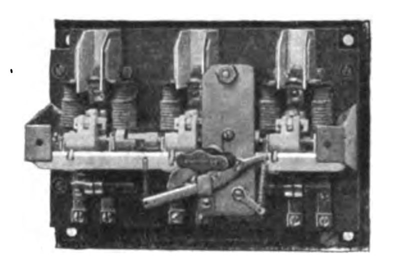


Abb. 29. Mehrpoliger Sursum-Automat.

Abb. 30. Sterndreieck-Schalter.

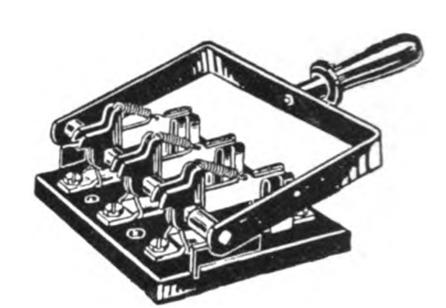


Abb. 31. Hebelschalter.

Der ebenfalls von der Firma Leyhausen & Co., Nürnberg, hergestellte Sterndreieck-Schalter, von dem Abb. 30 die blechgekapselte Ausführung mit Sicherungen zeigt, hat eine mit erhöhtem Rand versehene Gußgrundplatte, hinter welcher die Rohre für den Anschluß hindurchgeführt werden können. Die gleiche Type läßt sich zur Montage auf der Wand wie auf Schalttafeln verwenden. Die Schaltwalze hat ein kräftiges Sprungwerk und starke Kontakte. Ein besonderes Kennzeichen des Schalters ist, daß das Gehäuse in der Anlauf- und Einschaltstellung nicht abgehoben werden kann (D.R.G.M.). Die Ausführung im Gußgehäuse hat eine neue, zum D.R.P. angemeldete Verriegelung, die es in einfacher und sicherer Weise bewirkt, daß der Deckel nur in der Ausschaltstellung geöffnet und der Schalter von Unberufenen nicht bei geöffnetem Deckel eingeschaltet werden kann. Beide Typen sind durch eine gefällige Form gekennzeichnet.

Das Hauptkennzeichen des in Abb. 31 dargestellten Hebelschalters sowie des nach denselben Grundsätzen gebauten Umschalters ist das Fehlen der stets zur Beanstandung führenden Traverse und Betätigung der Griffe mittels einer durch die Lagerkontakte der Schaltmesser gehenden und mit letzteren durch eine Kuppelung verbundenen Achse (D.R.P. angem.). Sichere Wirkungsweise und besonders kräftige Metallteile zeichnen die Schalter aus.

Neuerungen der Firma Nostitz & Koch. — Ein sehr kräftig durchgebildeter Motorschutzschalter, der speziell zur Sicherung von Drehstrommotoren kleinerer Leistungen dient, wird von der Firma Nostitz & Koch, Chemnitz, geliefert für die gebräuchlichen Spannungen bis 380 V und für Stromstärken bis 15 A entweder in normaler Ausführung auf Isoliersockel mit Schutzkappe oder auch gußeisengekapselt für rauhe Betriebe. Der Apparat (Abb. 29) ist ein dreipoliger Tastschalter mit Freiauslösung, Nullspannungsrelais und zwei thermischen Überstromauslösern. Je nach seiner Ausrüstung kann er verwendet werden entweder als Spannungsrückgang-Selbstausschalter oder als reiner Überstromschalter oder auch als kombinierter Apparat, sowohl für Spannungsrückgang- als auch für Überstromauslösung. Da die thermischen Überstromauslöser mit erheblicher Verzögerung arbeiten, ist der Selbstschalter besonders geeignet zum Schutz von Drehstrom-Kurzschlußläufer-Motoren.

Das RWE (Heinisch-Riedl)-Schutzrelais zur Verhütung von Unfällen infolge von Erdungsfehlern ist bereits von einer Anzahl größerer Elektrizitätswerke vorgeschrieben und verhindert das Auftreten gefährlicher Berührungsspannungen in der Erdschutzleitung. Ein derartiges Fehlerstromrelais führt die Firma Nostitz & Koch in der durch Abb. 33 dargestellten Form aus, welches in den meisten Fällen in Verbindung mit Motorschutzschaltern geliefert wird. Infolge der großen Empfindlichkeit wirkt dieses Relais, sobald zwischen einer der Berührung ausgesetzten Schutzleitung und einer guten Hilfserdung eine Berührungsspannung von mindestens 20 V auftritt und veranlaßt selbsttätig die Abschaltung des gefährlichen Leitungsteiles. Eine am Relais angebrachte Prüftaste gestattet die dauernde Kontrolle über die stete Betriebsbereitschaft dieser Schutzeinrichtung.

In feuergefährlichen Betrieben, sowie in feuchten Räumen erfordert die größere Betriebsicherheit die Verwendung von selbsttätigen Ölausschaltern, bei denen sowohl der Schloßmechanismus als auch die Öffnungskontakte dauernd unter Öl stehen. Einen solchen Ölschalter zeigt Abb. 34. Der Apparat wird zum Schutz von Motorstromkreisen verwendet für Spannungen bis 500 V und für Stromstärken bis 200 A. Er ist ein Freiauslösungschalter, der normalerweise zwei thermische Überstromauslöser erhält, auf Wunsch aber auch mit einem Nullspannungsrelais ausgerüstet werden kann. Die Arbeitsweise dieser Apparate ist sehr zuverlässig. Neuerdings werden sie auch in einem besonderen Gehäuse geliefert, das die Verwendung der Schalter auch in gußgekapselten Verteilungsanlagen gestattet.

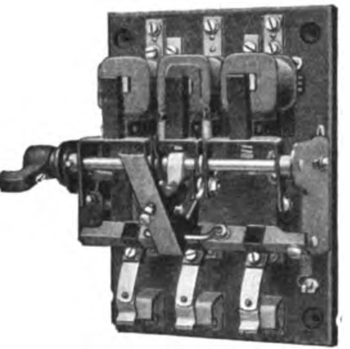


Abb. 32. Motorschutzschalter.

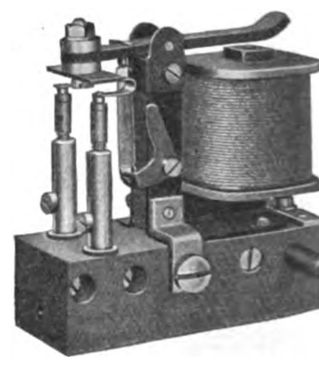


Abb. 33. Fehlerstromrelais.

Eine neue Art von Handlampen-Transformatoren zum Betrieb von Niedervoltlampen, die speziell für Kesselreinigungsarbeiten durchgebildet worden sind, sich aber auch für chemische Fabriken, Brauereien, Waschanstalten und Werkstätten aller Art gut eignen, zeigt Abb. 35. Die Transformatoren sind dem Verwendungszweck entsprechend in kräftige, mit Tragbügel ver-

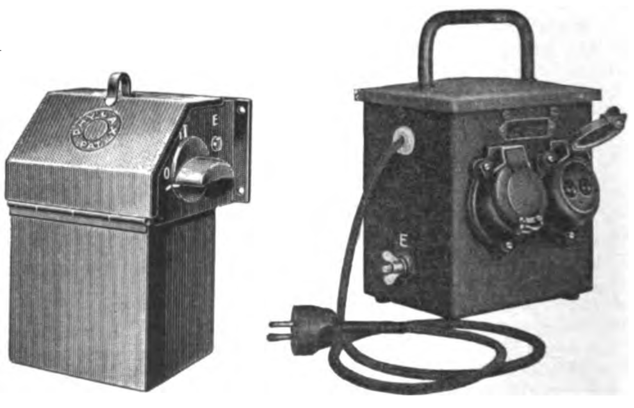


Abb. 34. Ölschalter. Abb. 35. Handlampen-Transformator.



sehene Eisengehäuse eingebaut, besitzen elektrisch getrennte Wicklungen mit hochwertiger Masseisolation und geben sekundärseitig die genormte Spannung von 24 V ab. Ein solides Stromzuführungskabel, zwei wasserdichte gesicherte Steckdosen, sowie eine kräftige Erdungsklemme vervollständigen die Ausrüstung.

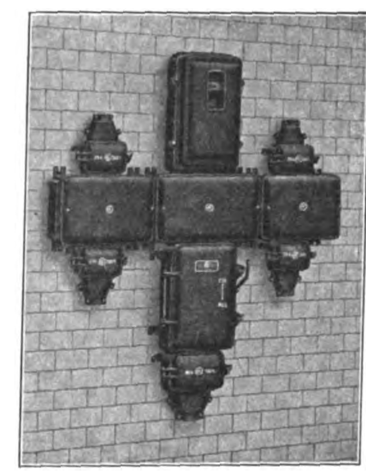


Abb. 36. Gekapselte Verteilungsanlage

Die Firma hat seit einiger Zeit die Fabrikation von gußgekapseltem Schaltmaterial für Betriebspannungen bis 500 Volt und für Stromstärken bis 600 A aufgenommen. Bemerkenswert ist bei gekapselten Verteilungsanlagen (Abb. 36) die Wahrung leichter Auswechselbarkeit aller Apparate untereinander. Durch diese Auswechselbarkeit wird erreicht, bei nachträglichen Dispositionsänderungen einzelne Glieder gegeneinander auszutauschen oder auch ganze Zusammenstellungen umzugruppieren, ohne daß dadurch irgendwelche Hindernisse entstehen.

„Celos"-Selbstanlasser für Pumpen und Kompressoren. — Selbsttätige Ein- und Ausschaltvorrichtungen, die — in Abhängigkeit vom schwankenden Druck oder veränderlichen Wasserspiegel — den Betrieb elektrisch angetriebener Kompressoren oder Pumpen selbsttätig regeln, sind bereits seit Jahren bekannt. Abb. 37 zeigt die Vereinigung

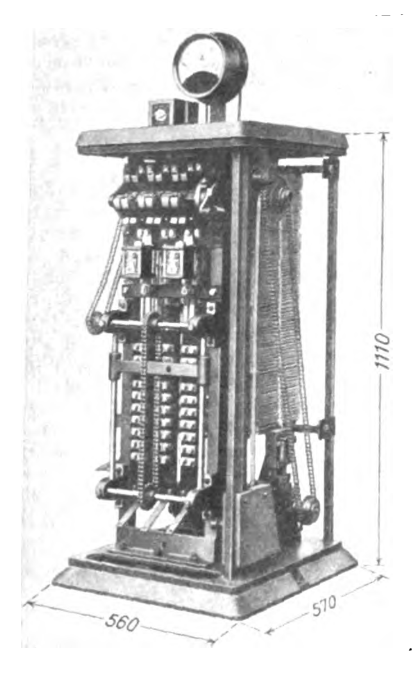


Abb. 37. Selbstanlasser, kombiniert mit Schaltapparaten.

eines in Abhängigkeit vom schwankenden Druck ferngesteuerten Selbstanlassers der „Celos"-Anlasserbau G. m. b. H., Essen-Altenessen, mit den sonst üblicherweise getrennt angeordneten und dann in einem besonderen Schaltkasten eingebauten Schaltapparaten. Ein häufig in Frage kommendes Schaltbild ist in Abb. 38 für 500 V Drehstromanschluß wiedergegeben.

Für die Einschaltung von Hand bei Beginn und Ende des Betriebes dient ein in der Haube angebrachter, als Maximal-Kleinselbstschalter durchgebildeter Anlaßschalter (*6*), während der selbsttätige Anlaß- und Stillsetzvorgang, in Abhängigkeit vom schwankenden Druck, alsdann von dem unten näher beschriebenen und in Abb. 39 wiedergegebenen Spezialdruckregler eingeleitet wird.

Beim Einschalten bekommt zunächst der als Kuppelungssteuermagnet ausgebildete Nullauslöser (*4*) Spannung, so daß dessen anspringender Anker einen mit ihm gekuppelten, zweipoligen Hilfschalter und somit auch den Hilfsmotor (*3*) einschaltet, der unmittelbar hinterher mit dem Schaltwerk gekuppelt wird, so daß dann zunächst der dreipolige Netzschalter (*1*) mit Momentschaltung eingeschaltet wird. Auf einer neuartigen Kontaktbahn (*2*) wird der im Anlaßschaltschrank eingebaute Widerstand dann mit Momentschaltung von Kontakt zu Kontakt abgeschaltet, wobei die Schaltmesser der Kontaktbrücke sich zwischen beiderseits anliegenden, mit parallelen Wangen versehenen und leicht auswechselbaren Kontakten hindurchbewegen, die den Vorteil einer großen Kontaktfläche und einer reichlichen, kühlenden Oberfläche besitzen, so daß auch bei angestrengtem Betrieb ein Verschmoren nicht zu befürchten ist; in der letzten Stellung der Kontaktbrücke wird der vorerwähnte Hilfsmotor (*3*) selbsttätig abgeschaltet, so daß der Anlaßvorgang beendet ist.

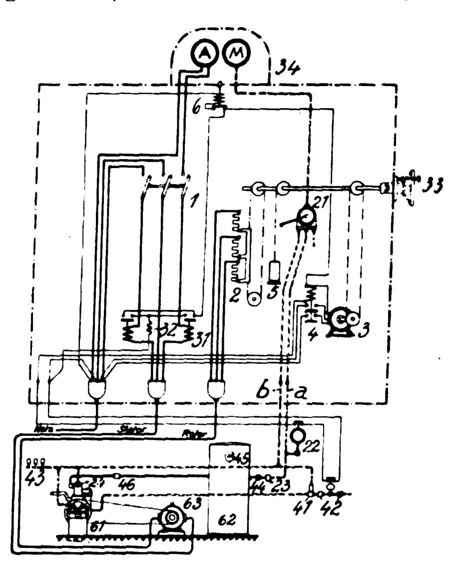


Abb. 38. Schaltbild für Drehstromanschluß.

Bei Kompressorantrieben, bei denen zwecks Vermeidung hoher Stromstöße während der Anlaufperiode ein sogen. Leeranlaufen gewünscht wird, ist zusätzlich ein Spezialsteuerventil (*21*) eingebaut, das während der ganzen Anlaufperiode der vom Sammelbehälter (*62*) kommenden Hilfsdruckluft über Leitung *a* nach *b* zum Kompressor den Weg frei gibt, so daß beispielsweise die Greifervorrichtungen angehoben werden und der Kompressor in dieser auch gezeichneten Ventilstellung leer anlaufen kann. Erst in der letzten Stellung der Kontaktbrücke wird selbsttätig das Ventil umgesteuert, so daß die Leitung *a* vom Behälter abgeschlossen und die Leitung *b* gleichzeitig entlüftet wird und der Kompressor nunmehr arbeiten kann.

Die Durchführung des Ausschaltvorganges übernimmt ein Gewichtskraftspeicher (*5*), der während des Einschaltvorganges gleichzeitig mit der Bewegung der Kontaktbrücke durch den Hilfsmotor (*3*) mit aufgezogen und in seiner Höchststellung durch das selbstsperrende Schneckengetriebe des Hilfsmotors (*3*) hochgehalten wird, bis aus irgendeinem Grunde der erwähnte Nullspannungs-Kuppelungsmagnet (*4*) (Nullauslöser) seine Spannung verliert, somit das Getriebe abkuppelt und dann das Gewicht frei herunterfallen läßt, so daß zunächst, mit Momentschaltung über die ganze Länge der Kontaktbahn hinweg, der Widerstand wiedereingeschaltet und unmittelbar hinterher der dreipolige Netzschalter abgeschaltet wird.

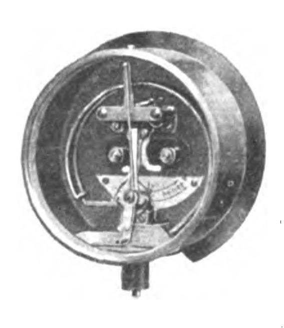


Abb. 39. Druckregler.

Nach Ansprechen des Kleinautomaten (*6*) unter Wirkung der Auslöser (*31*) muß ein Wiedereinschalten von Hand erfolgen, was unbedingt im Interesse des Betriebes ist, da nur eine Störung im elektrischen oder mechanischen Teil der Anlage diesen Stillsetzvorgang herbeigeführt haben kann, so daß vor erneutem Wiedereinschalten eine Prüfung der Anlage notwendig ist.

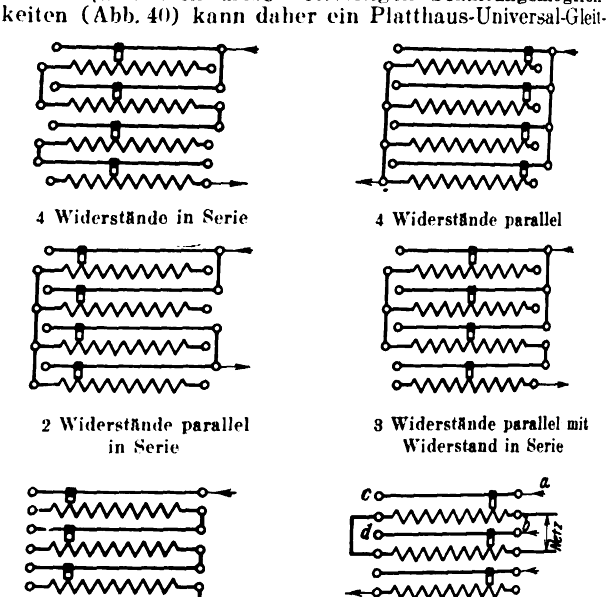
Die vorerwähnten „**Celos**"-**Druckregler**, in Abb. 39 wiedergegeben, können an beliebige Druckmittel angeschlossen werden; sie sind demnach für Gas, Luft, Wasser oder dgl. jederzeit zu verwenden, insbesondere, da sie auch von der Druckhöhe unabhängig sind, weil das „Celos"-System für Plattenfedern, sowie normale oder Hochdruckröhrenfedern angewendet werden kann. An Stelle des sonst üblichen Manometerzeigers sind ein oder zwei, in Rundschlitten verstellbare Einstellarme für den Niedrigst- bzw. Höchstdruck angeordnet, die in den Endstellungen mit sehr geringem Kraftaufwand eine oder mehrere Quecksilberröhren in der einen oder anderen Richtung mittels Momentschaltung kippen, so daß, ohne Zwischenschaltung von Relais und unter Anschluß an Gleich- oder Wechselstrom bis 500 V, bei Stromstärken bis 6 A direkt ein Anlaß- oder Stillsetzvorgang, wie vorbeschrieben, eingeleitet bzw. sinngemäß auch ein Signal gleichzeitig oder getrennt gegeben werden kann.

Für Kompressoranlagen vervollständigen selbsttätige Kühlwasser- und Ölvorrichtungen die Einrichtung, während bei Pumpenanlagen selbsttätige Pumpenauffüllvorrichtungen hinzutreten.

Selbstanlasser für Bruncken-Doka-Motoren der Cölner Elektromotorenfabrik Johannes Bruncken, Köln-Bickendorf. — Während normalerweise der von der Cölner Elektromotorenfabrik Johannes Bruncken, Köln-Bickendorf, auf den Markt gebrachte Bruncken-Doka-Motor, der bekanntlich Schleifringanker-Charakteristik besitzt, mittels eines Kontrollers mit Schaltwalze und Handrad in Betrieb gesetzt wird, läßt sich der Selbstanlauf **ohne** diesen Kontroller bewerkstelligen, und zwar in Verbindung mit einem Selbstanlasser, der aus einer Anzahl normaler Schütze besteht. Diese Schütze sind in einem Ölkasten untergebracht und werden durch einen kleinen Wirbelstrommotor zeitlich nacheinander eingeschaltet, wodurch sich die einzelnen Schaltstufen bilden. Auf diese Weise erfolgt der Anlauf selbsttätig. Irgendwelche Umstände, die in der Praxis den Selbstanlauf stören könnten (wie das Ausbleiben des Stromes einer Phase, oder eine übermäßige Überlastung bei Anlaufen des Motors oder endlich das Festlaufen eines Lagers u. dgl.), können den Motor nicht gefährden, da der Anlasser rücksichtslos weiterschaltet, wodurch die Stromstärke des Motors langsam, aber stufenweise so stark anwächst, daß in solchen Störungsfällen unbedingt die Sicherung anspricht. Ein besonderer Vorteil liegt darin, daß beim Versagen des Stromes der Selbstanlasser sofort in die Anlaufstellung zurückkehrt, so daß bei Wiederauftreten des Stromes der Anlauf wieder ordnungsgemäß vor sich geht.

Die Wirkung des Bruncken-Selbstanlassers ist wie beim normalen Doka-Motor mit Kontroller derartig, daß die Höhe des Anlaufstromes sich genau nach dem Belastungsgrad der Maschine richtet, wobei der Strom wieder in denselben Grenzen wie beim Schleifringankermotor bleibt. Die Einschaltung erfolgt entweder mittels eines normalen Hebelschalters oder durch ein Netzschütz in Verbindung mit Druckknopf, Druckschalter u. dgl. Eine solche Anlage kann außer dem Selbstanlasser und dem Netzschütz noch mit einer **thermischen Motorschutzauslösung** versehen werden. Für letztere sind zwei Ausführungen vorgesehen, und zwar einmal **bei Druckknopfbetätigung**, d. h. für eine solche Einschaltbetätigung, bei welcher der durch den Druckknopf fließende Steuerstrom nur für den Augenblick des Einschaltens geschlossen wird, während des Arbeitens des Motors jedoch unterbrochen bleibt, und zweitens **bei Schalterbetätigung**, also für solche Steuerapparate, die den Steuerstromkreis so lange schließen, wie der Motor arbeiten soll, und bei denen durch das Öffnen dieses Stromkreises das Stillsetzen des Motors erfolgt. Letzteres würde der Fall sein bei Verwendung von Schwimmerschaltern, Druckschaltern und Schaltapparaten für Aufzugsbetriebe. Der Motorschutzauslöser wird in letzterem Falle mit mechanischer Sperrung versehen und in einem besonderen Kasten untergebracht.

Platthaus-Universal-Gleitwiderstände. — Gleitwiderstände finden in der Elektrotechnik eine recht vielseitige Verwendung; der Widerstandsträger besteht bei den heute gebräuchlichsten Konstruktionen aus einem Porzellanzylinder oder emaillierten Stahlrohr, mit oxydiertem Widerstandsdraht bewickelt. Im Gegensatz zu diesen Gleitwiderständen mit induktiver Wicklung werden von der Firma H. Platthaus, Ingenieur in Witzhelden, induktionsfreie Gleitwiderstände hergestellt. Der Widerstandskörper besteht hier aus induktionsfreien Widerstandselementen. Als besondere Konstruktion der Gleitwiderstände sollen hier die Platthaus-Universalgleitwiderstände[1] erwähnt sein; bei diesen Widerständen sind eine Anzahl ganz flacher Einzelwiderstände in einem Gehäuse vereinigt; jeder Einzelwiderstand hat eine besondere unabhängige Regelvorrichtung, so daß jeder Einzelwiderstand für sich als auch mehr oder weniger Einzelwiderstände zusammen verwendet werden können, sei es in Reihen- oder Parallelschaltung. Durch diese vielseitigen Schaltungsmöglichkeiten (Abb. 40) kann daher ein Platthaus-Universal-Gleitwiderstand für verschiedene Stromstärken verwendet werden.



a, b, c, d Niederspannungsentnahme-Klemmen
2 Widerstände parallel mit 2 Widerständen in Serie
3 Einzelwiderstände als Spannungsteiler

Abb. 40. Schaltung der Platthaus-Universal-Gleitwiderstände.

Als Beispiel sei hier angeführt, daß ein Widerstand mit vier Einzelwiderständen zu 4 A für 4 ÷ 8 ÷ 12 ÷ 16 A benutzt werden kann. Werden die Widerstände mit ungleichen Einzelwiderständen verlangt, so hat man eine ziemlich unbegrenzte Verwendungsmöglichkeit. Die Reihen- oder Parallelschaltung erfolgt durch beigegebene Verbindungstücke. Durch die praktische Zusammenstellung und die gute Form bei gedrängter Bauart ist dieser Gleitwiderstand wirklich ein Universalwiderstand. Die Widerstände können auch, wie Abb. 40 rechts unten zeigt, als Spannungsteiler benutzt werden. Gewöhnliche Vorschaltwiderstände haben den großen Nachteil (bei medizinischen Apparaten, Körperbehandlung), daß ein Pol direkt mit dem Körper verbunden ist, also gefahrbringend werden kann. Ein Spannungsteiler muß die direkte gefahrlose Stromentnahme für niedrige Spannungen aus jeder Gleich- oder Wechselstromleitung bei feinster Regelung gestatten; diese Forderung erfüllt der Platthaus-Universal-Gleitwiderstand als Spannungsteiler ebenfalls.

Treppen-Selbstschalter. — Dem Zuge der Zeit folgend, hat die Firma Berliner Patent-Treppenautomaten- und Schaltuhrenfabrik Buttermann & Schmidt, Berlin-Neukölln, ihren Treppenselbstschalter konstruktiv weiterentwickelt und vervollkommnet.

Der Schalter B. A. III (Abb 41) besteht aus einem Reibungskontakt, mittels dessen durch die langbewährte Schaltwalze mit kräftig aufliegenden Kontaktfingern das Verschmoren der Kontakte vermieden wird. Ferner besitzt der Apparat einen Spulen-Unterbrechungskontakt, der, als Momentschalter ausgebildet, erst unterbricht, wenn der Ankerkern den ihm obliegenden Kraftspeicher völlig regeneriert hat. Durch diesen sicher arbeitenden Unterbrecher wird ein Verbrennen der Spule verhindert. Die Ausschaltung des Lichts erfolgt mittels des Uhrwerks derart, daß die Schaltwalze durch plötzlich erfolgte Freigabe eines Sperrhebels in ihre Anfangslage zurückspringt. Dies verhindert vor allem das Heißwerden der Kontaktstellen durch den sich möglicherweise ergebenden Ausschaltfunken.

Die stromführenden Schalterteile, wie Schaltwalze und Kontaktfinger, sitzen auf hochwertigem Isoliermaterial; die

[1] DRP angem.

Kontaktfinger sind ohne jede Zwischenverbindungen direkt mit den Anschlußklemmen in einem Konstruktionsteil vereinigt. Hierdurch werden Fehlerquellen durch Drahtbrüche und Oxydationen vermieden. Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Vorteil ist dadurch gegeben, daß eine Spulenwicklung vorgesehen ist, welche die Verwendung bei Gleich- und Wechselstrom ohne Unterschied gestattet, so daß die Lagerhaltung wesentlich erleichtert wird.

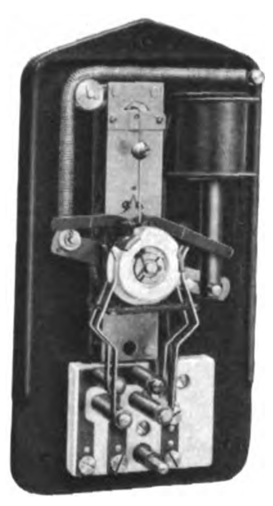


Abb. 41. Treppen-Selbstschalter.



Abb. 42. Treppen-Selbstschalter mit Umschaltung.

Eine andere Ausbildung des Modells ist die Type B. A. II (Abb. 42), die sich von dem B. A. III dahin unterscheidet, daß der sonst in der Anlage erforderliche Umschalter für Tag-, Abend- und Nachtstellung in den Selbstschalter mit eingebaut ist, wodurch die örtliche Montage wesentlich erleichtert wird. Soll dieses Modell in Häusern mit mehreren Aufgängen Verwendung finden, so ist die Type B. A. III mit einer weiteren Umschalt-Kontakteinrichtung versehen, wodurch die Einschaltung der Abendbeleuchtung für alle Aufgänge von einer Stelle aus ermöglicht wird. Diese Ausführung, welche die Bezeichnung B. A. III. U. führt, stellt in Verbindung mit einer Umschaltuhr T. S. II. U. eine vollselbsttätige Treppenlichtanlage dar.

Treppen-Selbstschalter. — Seit einiger Zeit befindet sich auf dem Markt ein neuer Treppen-Selbstschalter (Abb. 43), welcher neben anderen technischen Neuerungen den Vorteil bietet, daß durch abermaliges Drücken eines Druckknopfes die volle Einschaltzeit hergestellt wird, auch wenn der Apparat schon zur Hälfte abgelaufen ist. Aus Abb. 44 ist die Arbeitsweise zu ersehen. Beim Kurzschließen durch einen Druckknopf fließt der Strom von der einen Netzleitung durch die Schaltspule und durch den Kontakt *a* zum Netz zurück. Dadurch wird der Eisenkern *d* in die Spule hineingezogen und der Hebel *f* spannt die Zugfeder *e*. Das am Hebel *f* sitzende Winkelstück *g* wird durch den Stift *b* mitgenommen und stellt den Kontakt *h* her. Der Kontakt zu den Lampen ist somit geschlossen. Wenn der Eisenkern *d* und der Hebel *f* seine höchste bzw. seine Endstellung erreicht haben, fällt der Winkelhebel *c* in eine Aussparung des Winkels *g* und öffnet hierbei den Kontakt *a*, so daß die Schaltspule stromlos wird. Der Eisenkern *d* mit dem Hebel *f* wird am schnellen Zurückfallen in die Anfangsstellung verhindert, weil eine Klinke im Hebel *f* in das Sperrad des Laufwerkes fällt. Nunmehr wird das Laufwerk durch die Zugfeder *e* in Bewegung gesetzt und läuft ab, so daß der Hebel *f* mit dem Eisenkern *d* langsam in die Anfangstellung zurückkehrt. Bei dieser Bewegung gleitet der Stift *b* des Hebels *f* an dem Winkelhebel *c* entlang und hebt diesen langsam aus der Aussparung heraus. Bei der weiteren Bewegung des Hebels *f* wird durch den Stift *b* der Hebel *c* schließlich vom Hebel *g* völlig abgehoben und wird dieser unter der Wirkung seiner Feder sofort wieder in die Anfangstellung gebracht, wobei der Lampenstromkreis am Kontakt *h* unterbrochen wird. Der Schalter ist dermaßen konstruiert, daß eine leichte Übersicht über die einzelnen Teile vorhanden ist und bei angestrengtem Dauerbetrieb eine normale Betriebsdauer von vielen Jahren gewährleistet wird. Zu bemerken ist, daß es der Herstellerfirma Paul Firchow Nachf., Berlin, gelungen ist, die Geräuschlosigkeit der Arbeitsweise auf ein Mindestmaß zu beschränken. Beim Einziehen des Eisenkerns in die Spule wird kein fester Anschlag berührt. Beim Ablaufen des Apparates ist das Geräusch nicht größer als das eines kleinen Uhrwerkes. Die Zeitdauer der Einschaltung kann durch kleine Gewichte auf dem Doppelpendel von 45 s bis 3½ min geregelt werden. Infolge der Verwen-

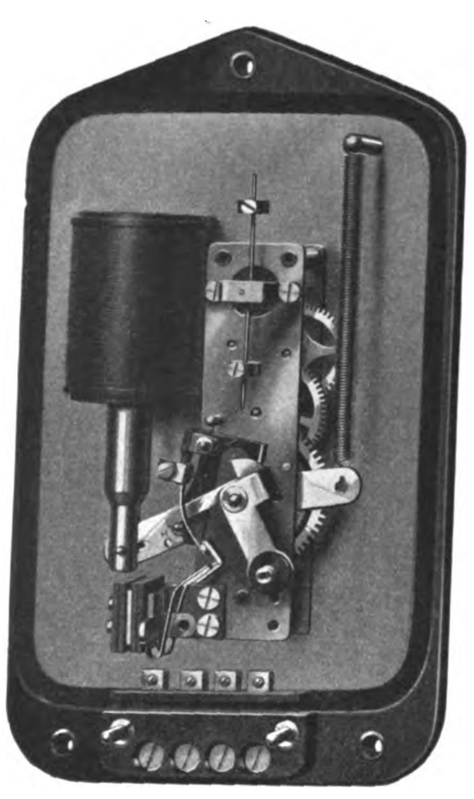


Abb. 43. Treppen-Selbstschalter (Ansicht)

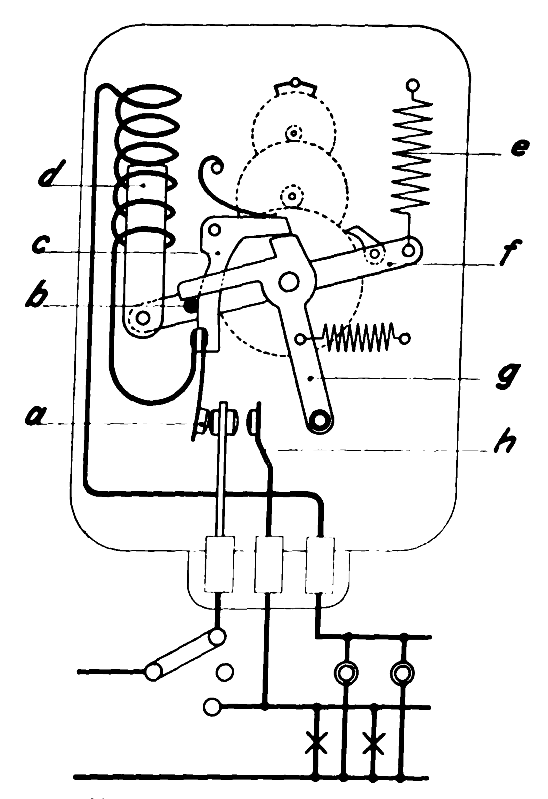


Abb. 44. Treppen-Selbstschalter-Anlage.

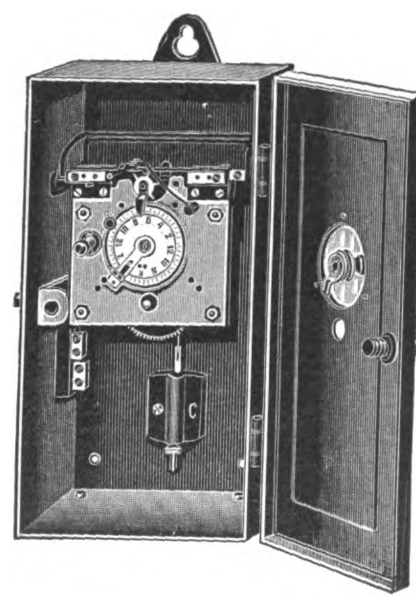
dung eines Doppelpendels arbeitet der Apparat auch bei schräger Aufstellung. Durch Konstruktion dieses Selbstschalters ist für die Installateure eine Neuerung geschaffen, welche durch seine einfache Arbeitsweise doch Gewähr für gute Funktion gibt.

Calora-Sperruhren. — In Verbindung mit Futterdämpfern, Heißwasserspeichern usw. werden vielfach Schaltuhren verwendet, welche den doppelten Zweck erfüllen, die Bedienung dieser Apparate durch selbsttätiges Ein- und Ausschalten zu ersparen und die Stromentnahme auf bestimmte Zeit, zum Beispiel die Nachtstunden zu begrenzen, wenn der Strom zu einem niedrigeren Tarif abgegeben wird. Im Falle die letztere Bedingung nicht erfüllt zu sein braucht, also wenn dem Verbraucher seitens des Elektrizitätswerks keine Vorschriften über die Verwendungszeit gemacht werden, wenn z. B. ein Doppeltarifzähler vorhanden ist, können beliebige Uhren verwendet werden, deren Bedienung, also Aufziehen und Einstellen auf die gewünschte Schaltzeit dem Benutzer nach Belieben überlassen bleibt. Hat das Elektrizitätswerk indessen das Interesse, daß der Verbraucher den Strom nur in den Nachtstunden entnimmt, so muß die Bedienung der Schaltuhr für den Verbraucher jedenfalls soweit eingeschränkt werden, daß er nicht die Möglichkeit hat, durch Eingriffe an der Uhr die vom Werk vorgeschriebenen Schaltzeiten über die festgesetzten Grenzen hinaus zu verändern. In diesem Falle muß das Elektrizitätswerk eine regelmäßige Kontrolle über die Schaltuhr sich vorbehalten, die Schaltzeiten selbst einstellen, die Gangzeit der Uhr regeln, in regelmäßigen Zwischenräumen die Uhr aufziehen, falls sie nicht mit elektrischem Aufzuge versehen ist.



Abb. 45. Sperruhr in Gußgehäuse.

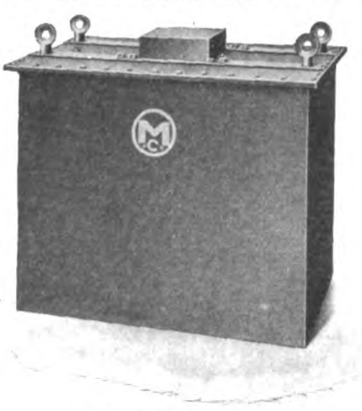
Der Anschaffungspreis für Schaltuhren mit elektrischem Aufzuge oder mit langer Gangzeit ist verhältnismäßig hoch. Wesentlich niedriger im Preise stellt sich die in Abb. 45 und 46 dargestellte Spezialuhr Type SF der


Abb. 46. Sperruhr in schmiedeeisernem Gehäuse (offen).

Calora G. m. b. H., Berlin-Tempelhof, weil hierbei nur ein Uhrwerk mit achttägiger Gangzeit zur Anwendung kommt. Gleichzeitig ist die Einrichtung so getroffen, daß der Benutzer die Uhr täglich selbst aufziehen muß, falls er Strom für seinen Apparat erhalten will, da sie den Strom nur nach erfolgtem Aufzuge bereitstellt, ihn aber sperrt, wenn der Benutzer das Aufziehen unterläßt. Erst wenn das Aufziehen acht Tage hintereinander nicht mehr erfolgt ist, bleibt die Uhr stehen, und zwar stets in ausgeschaltetem Zustande. Der Benutzer ist dann nicht in der Lage, die Uhr wieder in Gang zu setzen bzw. seine Apparate zu gebrauchen; die Ingangsetzung kann dann nur durch einen Beamten des Elektrizitätswerks erfolgen, der das durch Plombe verschlossene Gehäuse zu dem Zwecke öffnen muß. Das Aufziehen erfolgt durch den Verbraucher von außen, ohne Öffnen des Gehäuses. Dabei ist noch eine besondere Vorrichtung vorgesehen, welche dem Verbraucher gestattet, die Ausschaltezeit von außen innerhalb der festgesetzten Grenzen zu verändern, je nachdem das Kochgut längere oder kürzere Zeit kochen soll. Ist z. B. die Einschaltezeit vom Elektrizitätswerk auf 10 h abends festgesetzt, die Zeitgrenze des niedrigen Tarifes außerdem morgens 6 h, so kann der Benutzer innerhalb dieser Stunden die Uhr zu beliebiger Zeit ausschalten lassen. Von seiten des Elektrizitätswerks braucht eine Kontrolle also nur in langen Zwischenräumen ausgeführt zu werden, da der Benutzer ja die Uhr im eigenen Interesse in Gang zu halten bestrebt sein muß und daher das Aufziehen nicht unterlassen wird, anderseits aber dem Elektrizitätswerk die Sicherheit geboten ist, daß die Uhr nur in ausgeschaltetem Zustande stehenbleiben kann. Infolgedessen bietet gerade diese Type den Elektrizitätswerken die Möglichkeit, Nachtstrom zu niedrigem Preise unter Vermeidung des teuren Doppeltarifzählers abzugeben.

Die Kraftabgabe des Uhrwerks ist so groß, daß gegenüber Uhrwerken mit langer Gangzeit die Möglichkeit von Störungen erheblich vermindert ist und eine lange Lebensdauer garantiert werden kann. Diese Type ist in einer Reihe von Überlandwerken in Verbindung mit Futterdämpfern seit etwa zwei Jahren eingeführt; die damit erzielten Resultate sind durchaus zufriedenstellend.

Kondensator zur Phasenkompensation. — Ein von der Firma Meirowsky & Co. A. G., Porz a. Rh., auf den Markt gebrachter Kleinkondensator, Type GMK, wird für alle Spannungen von 220 ÷ 10 000 V hergestellt, und zwar in Einheiten bis zu 12 BkW. Besonders hervorzuheben sind die geringen Abmessungen, die geringen dielektrischen Verluste sowie die geringen Anschaffungskosten. Der in Abb 47 dargestellte Apparat eignet sich insbesondere zur Phasenkompensation.


Abb. 47. Kondensator.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Schein-, Wirk-, Blindleistungs- sowie Leistungsfaktor-Messungen für die Praxis. — Die gebräuchlichsten Meßinstrumente zur Überwachung einer Drehstromanlage sind gewöhnlich Watt-, Ampere-, Volt-, Phasen- und Frequenzmesser. Diese Instrumente genügen jedoch nicht, um ein Urteil über die elektrischen Verhältnisse einer Anlage abgeben zu können. Der Phasenmesser ($\cos\varphi$) allein, gibt kein bestimmtes Bild über die Nachteile, die eine Phasenverschiebung mit sich bringt Ein sicheres Urteil gibt erst die Kenntnis von Schein-, Wirk- und Blindstrom bzw. -leistung. Welches unvollständige Bild die alleinige Kenntnis des $\cos\varphi$ durch den Leistungsfaktormesser gibt, zeigt das Vektordiagramm Abb. 48, welches die Verteilung der Ströme bei $\cos\varphi = 0{,}9$ und $\cos\varphi = 0{,}8$ erkennen läßt. Bei $\cos\varphi = 0{,}9$ beträgt der Blindstrom J_b 48 % des Scheinstroms J_1 oder 50 % des Wirkstroms J_w. Bei $\cos\varphi = 0{,}8$ beträgt der Blindstrom J_{b_2} bereits 62 % des Scheinstroms J_2 oder 77 % des Wirkstroms J_w. Dieselben Prozentsätze haben natürlich auch die Blindleistung von der Scheinbzw. Wirkleistung.

Dieses Beispiel zeigt einwandfrei, wie wenig man durch alleinige Kenntnis des Leistungsfaktors auf die Wirtschaftlichkeit einer Drehstromanlage schließen kann. Die Verschlechterung des $\cos\varphi$ von 0,9 auf 0,8 bedingt bereits eine ganz wesentliche ungünstige Verschiebung der Strombelastung. Mit dem $\cos\varphi$-Messer ist ohne weiteres der schädliche Blindstrom nicht zu erkennen, zumal wenn weniger technisch gebildetes Personal vorhanden ist.

Die Firma Excelsiorwerk Rudolf Kiesewetter, Fabrik elektrischer Meßinstrumente, Leipzig, welche ihren Betrieb durch Ausbau neuer, neuzeitlich eingerichteter Arbeits- und Eichräume auf 1500 m² Arbeitsfläche erweitert hat, bringt einige Instrumente neuester Konstruktion auf den Markt, mit deren Hilfe auf die einfachste, schnellste Weise die Strom- und Belastungsverhältnisse in einer Drehstromanlage kontrolliert und gemessen werden können. Das heute gebräuchlichste Wattmeter zeigt die Wirkleistung $E\,J\cos\varphi$ an. Auch die direkte Messung der Blindleistung $E\,J\sin\varphi$ kann mittels eines einfachen Wattmeters durch Änderung der Innenschaltung vorgenommen werden. Von

Abb. 48.

außerordentlicher Wichtigkeit für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Drehstromanlage ist die Messung und Kenntnis der Größe des Scheinstromes bzw. der Scheinleistung.

Von der Formel ausgehend, daß die Scheinleistung das Produkt von $E\,J\sqrt{3}$ für Drehstrom ist, kann, wie bekannt, ein Strommesser als Scheinleistungsmesser empirisch geeicht werden. Ein derartiger geeichter Strommesser als Scheinleistungszeiger wird in allen Fällen richtig zeigen, wenn die Spannung, für welche die Skala berechnet ist, konstant bleibt bzw. zutrifft. Für die Praxis wird ein derartiges Instrument genügende Meßgenauigkeit besitzen, wenn man mit Spannungschwankungen von $\pm 3\,\%$ rechnet, was meistens auch zutrifft. Ein derartiges Instrument erhält eine Skala in Kilowatt geeicht. Für Drehstrom ungleicher Belastung ist der Scheinleistungsmesser so ausgebildet, daß zwei Strommeßwerke auf einer gemeinsamen Achse befestigt sind, deren Drehmomente sich addieren. Mit einem derartigen Scheinleistungsmesser und einem Wattmeter läßt sich nun auf die einfachste und schnellste Art und Weise der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ bestimmen, ohne komplizierte Schaltungen, Messungen und Berechnungen vornehmen zu müssen. In Motoren-Prüffeldern, Ankerwickeleien, auf Kraftverteilungstafeln oder auf der Montage, wo weniger in der Meßtechnik geübtes Personal Messungen vornehmen soll, ist der Scheinleistungsmesser ein ausgezeichnetes praktisches Betriebsinstrument. Eine Kombination mit einem Wirkleistungsmesser ist vorzüglich geeignet, in einer Anlage den $\cos\varphi$ auf 1 einstellen zu können bzw. durch Austausch von Motoren untereinander den $\cos\varphi$ zu verbessern. Es ist bekannt, daß normal belastete Motoren den $\cos\varphi$ günstig beeinflussen, zu gering belastete Motoren das Gegenteil bewirken. Für Montagezwecke wird das Instrument in solcher Ausführung geliefert, daß die Scheinleistung und Wirkleistung sowie die Stromstärke gleichzeitig gemessen werden können. Die Phasenverschiebung ist sofort durch Division beider Leistungsangaben festzustellen.

Die Schein-, Wirk- und Blindleistungsmesser werden als einzelne Schalttafel-Aufbau- wie -Einbauinstrumente sowie als tragbare Montageinstrumente geliefert. Mit Hilfe dieser Instrumente können für die Praxis mit hinreichender Genauigkeit die vorstehenden Messungen schnell vorgenommen werden, ohne umständliche Schaltungen ausführen zu müssen. Das Instrument wird einfach zwischen die Zuleitung des Motors geschaltet, worauf die elektrischen Werte direkt auf den Skalen der Instrumente abgelesen und verwertet werden können. Abb. 49 zeigt die Skalen mit Aufschriften eines Montageinstrumentes in tragbarer Ausführung, mit welchen man Leistungsprüfungen von Drehstrom-Elektromotoren an Ort und Stelle leicht und schnell vornehmen kann. Die Schaltung des Scheinleitungsmessers und Wirkleistungsmessers, Nullpunktwiderstands usw. ist unter sich fest im Innern des Instrumentes angeordnet. Für erforderlich werdende Umkehrungen der Spannung ist am Instrument ein kleiner Umschalter vorgesehen.

Tragbarer Stromwandler mit Umschaltung während des Betriebes. — Um speziell bei Betriebsmessungen auch bei Wechselstrom mit möglichst wenig Meßinstrumenten möglichst viele Meßbereiche zu erhalten, hat man umschaltbare Stromwandler ausgebildet. Es sind vier Forderungen, die von der Praxis berechtigterweise an solche Stromwandler gestellt werden:

1. muß derselbe bestimmten Genauigkeitsansprüchen genügen, die durch die Klasse, zu welcher der Stromwandler gehört, definiert sind;
2. soll der Wandler möglichst geringes Gewicht bei kleinem Umfang besitzen, um leicht transportiert werden zu können;

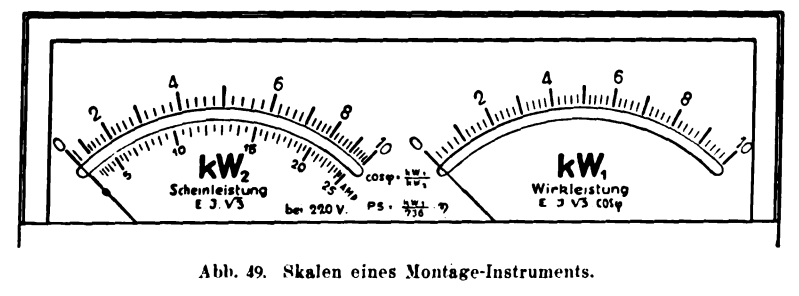


Abb. 49. Skalen eines Montage-Instruments.

3. soll der Wandler einen möglichst hohen Meßbereich umfassen, eine Forderung, welche fast durchweg durch mehrfache Unterteilung der Primärwicklung und durch die Möglichkeit, Kabel durch den Wandler zu stecken, gelöst wurde;
4. soll der Wandler den praktischen Betrieb möglichst vereinfachen und erleichtern.

Neuerdings hat die Firma P. Gossen & Co., K.-G., Erlangen, um obigen Forderungen zu genügen, einen umschaltbaren Durchsteck-Stromwandler (Abb. 50) auf den Markt gebracht. Der Wandler gehört bis zu einer Belastung von 1 V (²/₁₀ Ω Bürde) der Klasse F an. Dieser Bürde entspricht eine Belastung mit einem normalen Watt- und Amperemeter; sie ist nicht größer gewählt, um das Gesamtgewicht des Wandlers (rd. 4 kg) im Interesse einer leichten Transportfähigkeit möglichst klein halten zu können. Infolge seines geringen Gewichtes und seiner kleinen Dimensionen (242 × 164 × 102 mm) entspricht der Wandler der Forderung leichter Transportfähigkeit. Er besitzt eine sekundäre Stromstärke von 5 A und umfaßt primär einen Strommeßbereich von 10 ÷ 500 A. Die beiden höchsten Strommeßbereiche 500 und 250 A werden in üblicher Weise durch Durchstecken von Kabeln einmal für 500 A, zweimal für 250 A gebildet.

Abb. 50. Durchsteck-Stromwandler.

Eine sehr wesentliche und vorteilhafte Neuerung ist bei den vier niederen Strommeßbereichen 100/50/25 und 10 A in Anwendung gebracht. Während es bisher üblich war, nur für den einen primären Stromanschluß stets ein und dieselbe Klemme zu verwenden und der zweite primäre Stromanschluß je nach Wahl des Strommeßbereiches an verschiedene Primärklemmen angelegt werden mußte, erfolgt der primäre Stromanschluß dieses Stromwandlers stets an dieselben zwei kräftigen Isolierklemmen, und die Umschaltung auf die einzelnen Strommeßbereiche wird durch einen auf dem Wandler montierten Meßbereichum-

schalter betätigt. Diese Umschaltung erfolgt ohne Unterbrechung, so daß bei Messungen von 5÷100 A, die ja wohl die meist gebrauchten Stromstärken umfassen, ein Umschalten von einem Meßbereich auf den anderen, ohne das sonst so störend wirkende Ausschalten der zu messenden Anlage erfolgen kann. Auf diese Weise ist es mit diesem Wandler möglich, leicht und bequem stets im oberen Ausschlagmeßbereich der angeschlossenen Meßinstrumente zu arbeiten, wodurch in vielen Fällen wesentlich erhöhte Genauigkeit der Messung erzielt wird.

Es wird in der Praxis vielfach unangenehm empfunden, die schwachen Spannungsanschlüsse für die Wattmeter an den oft starken Stromzuführungen anbringen zu müssen. Aus diesem Grunde befindet sich als weitere Neuerung an dem Stromwandler eine besondere mit *v* bezeichnete Spannungsklemme, welche mit der Primärklemme *L 1* verbunden ist und so einen leichten und einfachen Spannungsanschluß eines Wattmeters an diese Leitung ermöglicht.

Der Stromwandler ist für 2000 V isoliert und kann bis zu Betriebspannungen von 650 V Verwendung finden. Sämtliche Anschlußklemmen sind als Isolierklemmen ausgeführt, so daß es beim Hantieren mit ihnen nicht notwendig ist, stromführende Teile zu berühren.

Beleuchtung.

Schaco-Straßenbeleuchtung. — In vielen Städten ist man bei der Straßenbeleuchtung gebunden an die bereits vorhandenen Anlagen und Lichtpunktabstände, und es würde große Schwierigkeiten und Kosten verursachen, wenn man hier wesentliche Änderungen vornehmen müßte. Mit der vielfach eingeführten Tiefstrahler-Beleuchtung kann man auch bei stärkstem Lichtaufwand die bei solchen Abständen auftretenden Lichtberge und Schattentäler nicht vermeiden. Anderseits hatten die früher vielfach wegen ihrer großen Breitstrahlung so beliebten Diopter-Armaturen wiederum den Nachteil, außerordentlich leicht zu verschmutzen, und insbesondere gerade in der Blickrichtung sehr stark zu blenden. In beiden Fällen erhielt man also eine durchaus unzweckmäßige und zugleich damit auch unwirtschaftliche Beleuchtung. Mit dem Effektbreitstrahler (Abb. 51) ist es der Firma G. Schanzenbach & Co., G. m. b. H., Frankfurt a. M., gelungen, die Vorzüge der beiden oben erwähnten Beleuchtungsarten zu vereinen. Die starke Breitstrahlung wird erreicht durch einen über der Glühlampe angebrachten verchromten Spiegeleinsatz, der die Aufgabe hat, das sonst nutzlos direkt nach oben gestrahlte Licht mit zur Beleuchtung der Straßenfläche heranzuziehen. Die unter dem Außenreflektor angebrachte offene opalüberfangene Glasglocke wirkt teilweise als Reflektor und drückt das Licht nach unten, zum kleineren Teil läßt sie es nach der Seite durch das Überfangglas durchtreten. Dadurch ist die Wahrung des charakteristischen Straßenbildes, eine Unterstützung der Architektur, und eine erleichterte Orientierung für den Verkehr gewährleistet.

In der Kategorie derjenigen Leuchten, die keinerlei Licht in den oberen Halbraum gelangen lassen, kann man eine bedeutend erheblichere Breitenstrahlung erzielen, die diejenige der Diopter-Armaturen noch übertrifft. Bei diesem jüngsten Kinde der Beleuchtungstechnik, dem

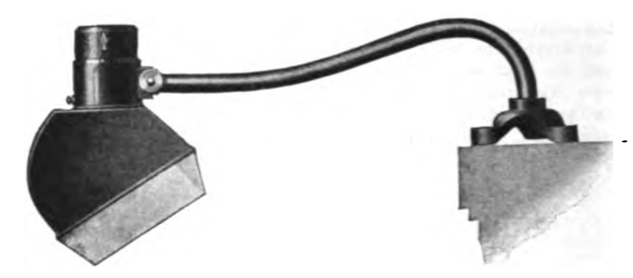


Abb. 54. Schaco-Leuchte mit Langreflektor.

Schaco-Breitstrahler, wird außer dem bereits oben erwähnten, verchromten Spiegelreflektor noch auf der Innenseite der nach unten gezogenen Reflektorflächen ein ringsum laufender Glassilberspiegel eingesetzt, der die vom Chromspiegel auf ihn auftreffenden Strahlen wiederum nach der Seite reflektiert (Abb. 52). Dieser seitlich spiegelnde Reflektor ist der für das Auge des Passanten sichtbare Teil der Leuchte. Er wird daher nicht als glatter, direkt spiegelnder Reflektor ausgeführt, sondern er ist durch vertikal verlaufende kleine Wellen unterbrochen (Abb. 53). Dazu kommen weitere Brechungen der senkrechten Reflektorfläche, die den Zweck haben, die Schlierenbildung zu vermeiden. Das Ganze wirkt ungefähr wie der sichtbare Teil eines gewöhnlichen Emailreflektors. Eine Zwischenlösung stellt der Halbbreitstrahler dar, der wohl den verchromten Spiegeleinsatz besitzt, jedoch keinen seitlichen Ringreflektor.



Abb. 55. Schaco-Raumleuchte „J".

Ferner sei hingewiesen auf eine neuzeitliche und zweckentsprechende Leuchte, speziell zur Beleuchtung von vertikalen Flächen, wie sie in jedem Betrieb zu finden sind, z. B. für Sortierspinde, Registratur- und Telephonschränke, Regale aller Art, Bibliotheken, Schalttafeln, Fahrpläne, Blockapparate, Schaukasten, Wasserstandsgläser usw. Diese Leuchte (Abb. 54) besitzt einen schräg abgeschnittenen Langreflektor, der das Licht nicht nur nach unten, sondern zugleich auch sehr stark nach der Seite streut, also eine größtmögliche Ausnutzung des



Abb. 51. Schaco-Effektbreitstrahler.

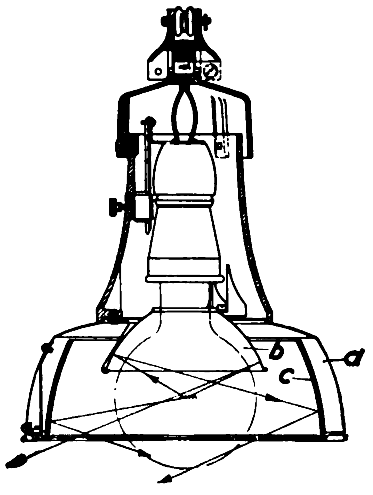


Abb. 52. Strahlengang im Schaco-Breitstrahler.



Abb. 53. Schaco-Breitstrahler.



Lichtes gewährleistet. Sie ist eingerichtet zur Aufnahme der normalen, heute gebräuchlichen Glühlampentypen.

Auf dem Gebiete der Innenraumbeleuchtung sind besonders die neuen Raumleuchten „A" hervorzuheben, die sich neben einer günstigen Lichtverteilung und einem hohen Wirkungsgrad auch durch eine außerordentlich solide Konstruktion der Einzelteile auszeichnen. Alles unnütze Beiwerk ist dabei vermieden, und trotzdem eine sehr ansprechende moderne Form gefunden. Für die Allgemeinbeleuchtung von Büroräumen, insbesondere von solchen, in denen viel mit Kopierstift gearbeitet werden muß, oder in denen eine größere Anzahl Rechen- und Büromaschinen aufgestellt sind, ergibt die vor kurzem herausgebrachte Raumleuchte „J" (Abb. 55) für ganz indirekte Beleuchtung eine außerordentlich befriedigende Lösung. Die bei der direkten Beleuchtung auftretenden stark arbeitshemmenden Spiegelungserscheinungen werden vermieden, und die sonst im Schatten liegenden vertikalen Flächen (Ableseskalen usw.) sind deutlich zu erkennen (z. B. bei Elliot-Fisher-Maschinen). Gegenüber allen diesen Vorteilen nimmt man den bei der indirekten Beleuchtung etwas höheren Stromverbrauch gerne in Kauf.

Die schon seit längerer Zeit eingeführten wasserdichten Majolika-Armaturen werden neuerdings nicht nur in creme, sondern auch in korallrot und gelb geliefert, Farben, die besonders in entsprechend getönten Räumen gern verwendet werden.

Neue Osramlampen. — Die Reihe der von der Osram G. m. b. H., Berlin, hergestellten Nitra-Lampen, opal, die, weil sie blendungsfrei sind, überall gern verwendet werden, wo die Lampen ohne besondere Hüllen oder Reflektoren frei sichtbar erscheinen, ist um zwei weitere Typen für 300 und 500 W vermehrt worden, weil das Bedürfnis nach solchen größeren Typen vorhanden ist. Die Reihe dieser beliebten Lampen umfaßt also jetzt 8 Typen, beginnend mit 40 W und endend mit 500 W.

Die Osram-Illuminations-Lampen mit wetterbeständigem Farbüberzug von völlig matter Oberfläche, die für 10 W zum Anschluß an Netzspannungen von 110 ÷ 130 V und für 15 W zum Anschluß an Netzspannungen von 110 ÷ 130 und 220 ÷ 230 V sowie für 5 W und 14 V für Serienschaltung hergestellt werden, finden dadurch ihre Ergänzung, daß jetzt auch die Lampen der Einheitsreihe von 25 ÷ 100 W mit solchem Farbüberzug in den Farben Gelb, Orange, Rot, Grün und Blau hergestellt werden. Wo man also für Illumination und Lichtreklame größere Lichtleistungen wünscht, wird man diese farbigen Lampen der Einheitsreihe gern verwenden. Sie sind im Gegensatz zu den Illuminationslampen, die listenmäßig Klein-Edison-Sockel haben, mit Normalsockel ausgeführt, können also in jeden beliebigen Beleuchtungskörper eingeschraubt werden.

Als neuer Schritt auf dem Wege der Normungsbestrebungen ist die Normung der Projektionslampen zu verzeichnen. Diese Lampen werden jetzt in genormten Typen für 100, 250, 1000, 1500, 2000 und 3000 W hergestellt.

Um dem Bedürfnis nach einer guten künstlichen Lichtquelle für photographische Aufnahmen im Heim abzuhelfen, wurde eine Lampentype für 500 W und für 100 ÷ 140 V sowie 200 ÷ 260 V geschaffen, die einen Lichtstrom von 14 000 Hefner-Lumen bei 110 V und von 12 000 Hefner-Lumen bei 220 V erzeugt, d. h. rd. 50 % mehr als eine gewöhnliche Osram-Nitra-Lampe gleichen Wattverbrauchs. Praktische Versuche haben gezeigt, daß die neue Lampe, die unter dem Namen „Osram-Nitraphot-Lampe" in den Handel kommt, besonders in Verbindung mit einem Reflektor, sowohl für Schwarz-Weiß-Aufnahmen als auch für Aufnahmen in natürlichen Farben sehr geeignet ist. Bei Verwendung der Agfa-Farbenplatten ist kein Filter vor dem Objektiv erforderlich, was eine entsprechende Verkürzung der Belichtungszeit ermöglicht. Für gewöhnliche Porträt- und Gruppenaufnahmen sind bei einer Objektivöffnung von 1 : 4,5 und Verwendung orthochromatischer Platten Belichtungszeiten von 1 ÷ 2 s als normal zu betrachten.

Schließlich ist noch die Kreuz-Glimm-Lampe zu erwähnen. Sie hat kreuzförmige Elektroden, die beim Durchfließen des elektrischen Stromes in einem milden rötlichen Glimmlicht leuchten, das völlig blendungsfrei ist. Die Lampe kommt in erster Linie für Kirchen und Kapellen, aber auch für Hausaltäre in Frage. Sie kann ununterbrochen eingeschaltet bleiben, weil sie keinen nennenswerten Stromverbrauch verursacht.

Der Automobilist will bei Fahrten in der Dunkelheit Wegweiser, Warnungstafeln, Hausnummern usw. aus möglichst großer Entfernung gut erkennen und braucht deshalb eine hochwertige Scheinwerferlampe, die ein starkes, weitreichendes Licht gibt. Zu diesem Zweck bringt die Osramgesellschaft Spezialtypen für Sucher auf den Markt. Die Lampe hat ein neuartiges enges Leuchtsystem in Gestalt einer Doppelwendel und erzielt in Verbindung mit einem guten Sucher ein stark konzentriertes Strahlenbündel. Bei Verwendung von derartigen Sucherlampen ergibt sich gegenüber den normalen Scheinwerfertypen der Vorteil, daß die angeleuchteten Gegenstände eine um etwa 50 % größere Beleuchtungstärke aufweisen und dementsprechend aus sehr großer Entfernung bereits gut erkennbar sind. Die neuen Lampen werden für 15 und 25 W mit Auto-Normalsockel und kleinem Swansockel hergestellt. Sie können in allen bekannten Sucherfabrikaten verwendet werden.

Wirkungsvolle Signale am Auto sind bei dem immer stärker werdenden Verkehr eine dringende Forderung. Bei Nachtfahrten müssen diese Signale gleich gut betriebsicher und auffällig sein. Sie dürfen deshalb nur mit zuverlässigen und lichtstarken Lampen ausgerüstet sein. Die Osram-Spezialtypen für Fahrtrichtungs- und Stoppanzeiger sind in ihrer Form allen gebräuchlichen Konstruktionen von Fahrtrichtungs- und Stoppanzeigern angepaßt und werden für die größte erzielbare Lichtstärke hergestellt.

Scheinwerfer und Bildwerfer. — Die Anwendungsmöglichkeiten des Scheinwerfers haben gewaltig gewonnen, seitdem die hochkerzige Projektions-Glühlampe als Lichtquelle in ihm angewandt wurde. Um die Ausgestaltung dieses Apparates nach den verschiedenen Anwendungsrichtungen hin hat sich besonders die Firma Ed. Liesegang, Düsseldorf, bemüht, der überhaupt die Einführung der Glühlampe in diesem Apparat zu verdanken ist. Sie baut Scheinwerfer für Theater und Variétés, sogenannte Proszenium-Scheinwerfer, Spielflächenbeleuchter, Rampen-Scheinwerfer, Konturen-Scheinwerfer, Scheinwerfer für Schaufensterbeleuchtung, zur Beleuchtung von Fassaden, Firmenschildern, Reklameflächen usw. (Abb. 56). Nicht minder stark wie der Scheinwerfer hat der Bildwerfer durch die Einführung der hochkerzigen Projektions-Glühlampe gewonnen. Die genannte Firma wandte auch hier die neue Glühlampenform erstmalig an. So ist die heutige Ausführung des Trajanus-Epidiaskops (Abb. 57) ein Gerät, das, mit zwei

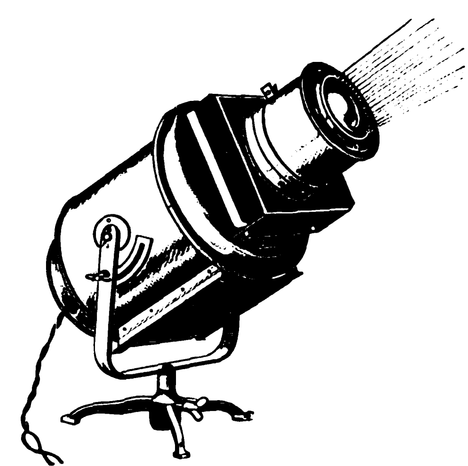


Abb. 56. Scheinwerfer mit Projektions-Glühlampe.

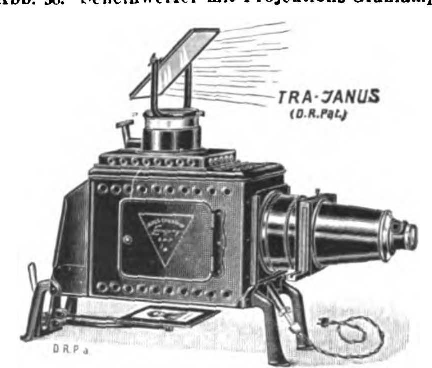


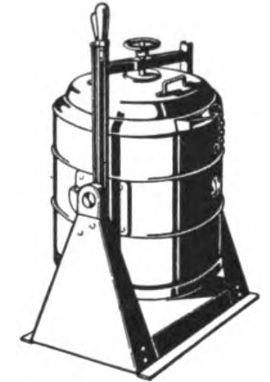
Abb. 57. Epidiaskop.

500-W-Lampen ausgerüstet, einerseits Papierbilder in vorzüglicher Helligkeit als Lichtbilder darstellt, anderseits auch Glasbilder projiziert. Dieser Apparat kann durch Zusatzvorrichtungen zu allen anderen Projektionsarten (Bildband, Mikro, Kino, Experiment, Scheinwerfer) ausgebaut werden, was als ein sehr großer Vorzug anzusehen ist.

Heizung.

Der Sachsenwerk-Futterdämpfer. — Für den Aufbau des Futterdämpfers des Sachsenwerkes war die Erfahrung maßgebend, daß die Apparate in der Landwirtschaft außergewöhnlich starken Beanspruchungen ausgesetzt sind, sowohl in mechanischer Hinsicht durch starke Inanspruchnahme als auch in chemischer Beziehung durch die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit und Stalldämpfe.

Der Apparat besteht aus einem doppelwandigen, zylindrischen Gefäß von im Vollbad feuerverzinktem, starkem Eisenblech. Zwischen dem Außen- und Innenmantel befindet sich eine dicke Schicht wärmeisolierender Substanz. Dicht unter dem Boden des Innenbehälters ist das ringförmig ausgebildete Heizelement zentrisch angeordnet. Die ringförmige Anordnung des Heizelementes hat gegenüber dem meist flächenförmig unter dem Boden verteilten Heizkörper den Vorteil, daß das Dampfgut (von der Mitte bis zu den Seitenwänden des Gefäßes) gleichmäßig erwärmt wird.


Abb. 58. SW-Futterdämpfer.

Auf dem Boden des Innenbehälters steht der Dämpfeinsatz, bestehend aus einem gelochten Bodenblech, welches auf drei Füßen ruht, und einem in der Mitte befindlichen, nach oben ragenden Rohr. Das Bodenblech nimmt das Dämpfgut auf und verhütet, daß dieses mit dem darunter befindlichen Dämpfwasser in Berührung kommt. Das Dämpfgut wird lediglich von dem entstehenden Wasserdampf durchsetzt. Der Dämpfeinsatz erleichtert auch die Entnahme des Dämpfgutes. Ein doppelwandiger, gewölbter Deckel, welcher durch einen stabilen Handrad-Bügelverschluß auf den oberen Kesselrand gepreßt wird, sorgt für einen guten Wärmeabschluß des Behälters.

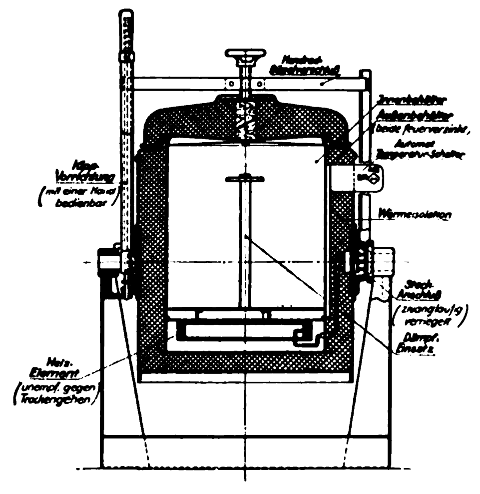


Abb. 59. Schnittzeichnung des SW-Futterdämpfers.

Zur Vermeidung jeder Überheizung und Energievergeudung ist ein T e m p e r a t u r a u s s c h a l t e r im Außenmantel des Dämpfers eingebaut. Er stellt eine Kombination von Temperaturregler und Selbstausschalter dar und schaltet selbsttätig aus, wenn Dämpfgut und Kesselinnenbehälter eine bestimmte, vorher eingestellte Temperatur bzw. eine gewisse durch Einstellung festgelegte Heizdauer erreicht haben. Auf der Abdeckhaube des Schalters befindet sich rechts und links je ein Drehknopf. Der linke dient zum Ein- und Ausschalten des Dämpfers; ein Richtungspfeil markiert dabei die jeweilige „Ein"- oder „Aus"-Stellung. Der rechts über einer feststehenden Skala angeordnete Drehknopf gestattet, die Heizzeit bzw. den Zeitmoment der gewünschten Ausschaltung durch den Temperaturregler einzustellen. Zur Kenntlichmachung auf größere Entfernung, ob der Futterdämpfer eingeschaltet ist oder nicht, kann auf Wunsch auch noch eine Stromzeigelampe eingebaut werden. — Ein Entlüftungsrohr schließt jede unzulässige Druckerhöhung im Futterdämpfer aus.

Der Behälter ist in einem kräftigen Gestell kippbar gelagert. Eine sicher wirkende Feststelleinrichtung gestattet, den Behälter in jeder für den Gebrauch in Betracht kommenden Lage festzuhalten. Die ganze Bedienung kann mit e i n e r Hand erfolgen, so daß zur Entnahme des Futters die zweite Hand stets frei bleibt.

Der elektrische Anschluß erfolgt mit Hilfe einer Spezial-Steckvorrichtung. Die Einrichtung ist so getroffen, daß der Futterdämpfer nur dann mit der Zuleitung verbunden werden kann, wenn er in die vertikale Lage gebracht ist. Dies hat den Vorteil, daß ein Trockengehen des Heizkörpers bei unbeabsichtigter Schräglage des Behälters unmöglich ist und daß die Reinigung des Apparates, bei welcher dieser zur Entfernung der Rückstände stets gekippt wird, nur in spannungslosem Zustande erfolgen kann.

Für die Stromzuführung wird ein dauerhaftes, 2 m langes Gummischlauch-Zuleitungskabel mitgeliefert, das außer den Stromadern (bei Gleich- und Wechselstrom 2, bei Drehstrom 3) noch eine dritte bzw. vierte Ader als Erdleitung besitzt. Diese dient zur sicheren Ableitung gefährlicher Spannungen, welche vielleicht einmal beim Schadhaftwerden des Apparates auf diesen übertreten könnten.

Spezialtopf des „Elektro"-Ökonom". — Der „Elektro-Ökonom"[1] hat eine weitere Vervollkommnung erfahren. Um vielseitig geäußerten Wünschen der Kundschaft nach einem Heißwasserspeicher in Verbindung mit dem Kochapparat nachzukommen, hat die Herstellerfirma Johann Henrich in Freiburg-Littenweiler zu der vollständigen Koch-, Brat- und Backeinrichtung einen Spezialtopf eingeführt, der den ganzen Apparat ausfüllt und eine vielseitige Verwendbarkeit hat. Aus Abb. 60 ist die Konstruktion des Topfes ersichtlich.

Dieser Spezialtopf ist ein praktischer Heißwasserspeicher für den Küchenbedarf, um außerhalb der Kochzeit einen ständigen Vorrat an heißem Wasser zu haben. Der Topf wird mit kaltem Wasser auf die Heizplatte gestellt und der Strom eingeschaltet. Sobald das Wasser kocht, schaltet der selbsttätige Ausschalter ab. Da durch die vorzügliche Isolierung der Haube der Wärmeverlust sehr gering ist, bleibt das Wasser stundenlang heiß. (Temperaturabnahme in 5 h nach Abschalten des selbsttätigen Schalters 15 °.) Der Apparat mittlerer Größe benötigt zur Erhitzung von 12 l Wasser von 15 ° bis zur Siedetemperatur ungefähr 1,25 kWh.



Abb. 60. Spezialtopf des „Elektro-Ökonom".

Die vom vorhergehenden Kochen unter der Haube aufgespeicherte Wärme wird voll ausgenutzt und dadurch der Energieverbrauch noch herabgesetzt.

Fernerhin eignet sich der Spezialtopf u. a. besonders zur Zubereitung von Eintopfgerichten, zum Kochen von Schinken, zum Braten von Gänsen in unzerteiltem Zustand, zum Sterilisieren und bei den größeren Typen auch zum Dämpfen des Futters. Die „Elektro-Ökonom"-Sparküche bringt den großen Vorteil, daß Aroma und Nährstoffe der darin gekochten Speisen völlig erhalten bleiben.

Zwietusch-Lötgeräte. — Wenn schwer zugängliche oder dicht beieinander liegende Stellen zu löten sind, werden den Abmessungen des elektrischen Lötkolbens gewisse Grenzen gezogen. Ein von der Firma Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co. G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, hergestellter neuer kleiner elektrischer Zwietusch-Lötkolben (Abb. 61) wird für eine Spannung von 110 bzw. 220 V geliefert; der Energieverbrauch beträgt etwa 65 W. Heizkörper und Kupferspitzen können innerhalb weniger Sekunden ausgewechselt werden. Der Anschluß kann sowohl an Gleich- als auch an Wechselstromnetze erfolgen. Als Sonderpackung unter der Bezeichnung L ö t g e r ä t Nr. 5080 wird der neue Zwietusch-Lötkolben Nr. 5079 in einem geschmackvoll ausgeführten Blechkasten, enthaltend Schaber, Dreikantfeile,

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 295.



Röhrenlötzinn und Ersatzkupferspitze geliefert. Ferner ist dieser Packung ein Aufleger aus starkem Weißblech beigegeben, auf welchen der Lötkolben zum Anheizen

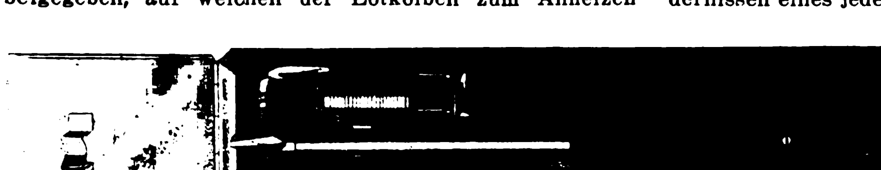


Abb. 61. Elektrischer Lötkolben mit Zubehör.

und während der Arbeit, ohne Gefahr für leicht brennbare Stoffe, abgelegt werden kann. Nach Beendigung der Arbeit bringt man den inzwischen abgekühlten Lötkolben sowie die Werkzeuge in dem Blechkasten unter und hat die Gewähr, daß alle zum Löten erforderlichen Geräte stets beisammen sind.

Installation.

Zählertafeln und Etagenklemmen der Vereinigten Isolatorenwerke A.-G. — In Befolgung ihres Grundsatzes „Isolieren ist sicherer und billiger als Erden und Nullen" gehen die Vereinigten Isolatorenwerke A.-G., Berlin-Pankow, folgerichtig schrittweise mit der Entwicklung neuer Konstruktionen vor, bei denen alle der Berührung zugänglichen Teile aus Isolierstoff bestehen. Ein neues System von Zählertafeln VUEK (Abb. 62) unterscheidet sich von den bereits seit einigen Jahren eingeführten Universal-Zählertafeln, System VU, dadurch, daß unterhalb des zur Auf-



Abb. 62. Zählertafel.

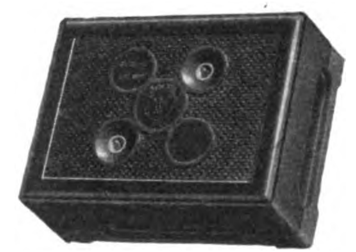


Abb. 63. Abzweigkasten.

nahme des Zählers bestimmten Raumes Platz vorhanden ist, um Apparate, die vor dem Zähler eingebaut werden — Hauptsicherungen, Hauptschalter, Anschluß-, Abzweig- oder Prüfklemmen — aufzunehmen. Die Besonderheit dieser Zählertafel liegt aber vor allen Dingen darin, daß durch eine eigenartige Anordnung, nämlich einen durch

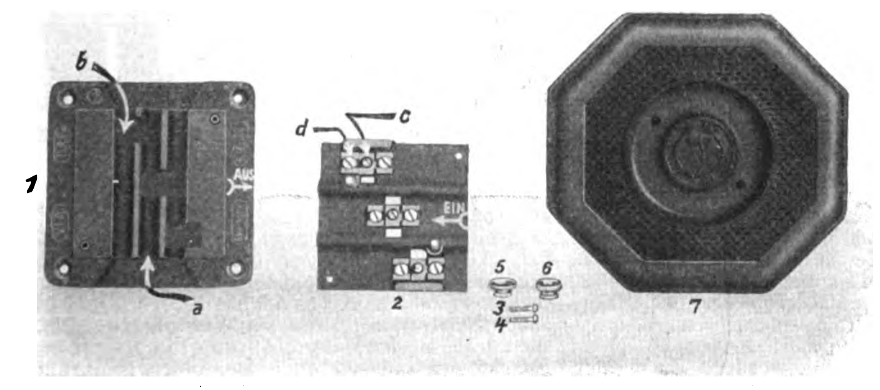


Abb. 64. Etagenklemme.

eine Isolierstoffplatte verdeckten vorderseitig zugänglichen Kanal es möglich ist, von der Verlegung von Leitungen hinter der Tafel abzusehen, so daß ohne Abnahme der Zählertafel von der Wand die Leitungsführung kontrolliert werden kann. Diese Zählertafeln werden sowohl mit Verteilungsicherungen als auch ohne solche geliefert. Es ist nunmehr in Verbindung mit den bereits früher von der Firma eingeführten Typen eine nahezu unbegrenzte Kombinierbarkeit gegeben, und es kann den besonderen Erfordernissen eines jeden Elektrizitätswerkes mit diesen lediglich aus Isolierstoff bestehenden Zählertafeln Rechnung getragen werden.

Zwei weitere Neuerungen der Firma betreffen das Gebiet der Hauptleitungsabzweigkästen (Etagenklemmen). Der eine Abzweigkasten stellt lediglich eine Erweiterung des an und für sich schon bekannten Systems der Firma auf größere Querschnitte dar. Diese nach der eigenartigen Zeichnung der Abdeckung als „Fünfringklemmen" bezeichneten Abzweigkästen (Abb. 63) sind für Querschnitte von 25 ÷ 35 mm² bestimmt und außerordentlich kräftig gebaut.

Etwas wesentlich Neues bietet die vorläufig nur für Querschnitte von 4 ÷ 16 mm² ausgebaute Etagenklemme, System ES, deren Einzelteile in Abb. 64 dargestellt sind. Um an ungeschnittenen, bereits verlegten Steigeleitungen anklemmen zu können, teilt die genannte Firma den Klemmensockel in zwei Teile, von denen der eine (1) sehr niedrig gehalten ist und bequem unter die verlegten Leitungen geschoben werden kann, während die Kontaktstücke an einer oberen, an der Unterplatte zu befestigenden Platte (2) angebracht sind. Durch maulartige Ausbildung der Kontakte für die Hauptleitungen, die an der Unterseite der Oberplatte liegen, wird durch seitliches Verschieben der Oberplatte gegen die Unterplatte ein Erfassen der an den entsprechenden Stellen abisolierten Leitungen sichergestellt. Dadurch, daß zwischen Hauptleitungen und den mit ihnen sich kreuzenden Abzweigleitungen eine Isolierplatte liegt, wird es ermöglicht, die Klemmblöcke teilweise über die Hauptleitungen übergreifen zu lassen, so daß diese sehr eng nebeneinander liegen können, was wiederum den nachträglichen Einbau bei fest verlegten Leitungen außerordentlich erleichtert. Die Abdeckung ist in der bekannten, die Einführung der Leitungen erleichternden Achteckform ausgeführt.

Eine neue Serie von Zählertafeln. — Anläßlich der Leipziger Messe tritt die Firma Aronwerke Elektrizitätsgesellschaft m. b. H., Berlin-Charlottenburg, zum erstenmal mit einer neuen Serie von Zählertafeln hervor. Die Serie umfaßt die Gruppen der Universalzählertafeln und der Einheitszählertafeln. In Abb. 65 bis 67 werden einige Ausführungen der aus Stahlblech hergestellten Universalzählertafeln gezeigt. Die Höhe der Umrahmung ist bei allen Zählertafeln so groß, daß in Rohren verlegte Steigeleitungen ungeschnitten hindurchgeführt werden können. Die Abdeckbleche sind in einfacher Weise plombierbar, ohne daß besondere Plombenschrauben erforderlich sind. Die Befestigungsschrauben der Zählertafeln an der Wand sind nach Anlegung dieser Plomben unzugänglich. Großer Wert wurde auf einen bequemen Anschluß für die Zuleitungen des Zählers und der Sicherungen gelegt. Dieselbe Zählertafel kann durch Umdrehen des Durchführungsbleches auch Zählern mit langen, ungenormten Klemmenbrettern angepaßt werden.

Für die Verwendung in Lichtanlagen ist die Form *LB* vorgesehen (Abb. 65). Sie ist für die Montage aller Einphasen-Wechselstrom- und Gleichstrom-Amperestundenzähler geeignet. Auch Münz- oder andere Zähler mit einseitig angeordnetem Klemmenstück, ebenso Zähler mit nur zwei Aufhängepunkten können bei Verwendung geeigneter Durchführungsbleche ohne weiteres eingebaut werden. Für Kraftanlagen ist die Form *KB* bestimmt (Abb. 66). Sie ist für die Montage aller Ein- und Mehrphasenzähler, aller Gleichstromzähler sowie für die Aufhängung verschiedener Tarifschaltuhren geeignet. Einbauelemente, wie Sicherungen oder Drehschalter werden jedem Verwendungszweck entsprechend angeordnet Bei besonderen Formen können außerdem Hebelschalter bis 60 A oder Hebelumschalter bis 25 A montiert werden (Abb. 67).

Die Gruppe der Einheitszählertafeln umfaßt aus Stahlblech gezogene besonders kleine Ausführungen von Zähler-

tafeln, die für solche Zähler bestimmt sind, die die Abmessungen nach den Regeln für Elektrizitätszähler, Größe I (REZ 1927), einhalten (Abb. 68). Ihr Aufbau gestattet in einfacher Weise, die in Rohren verlegten Steigeleitungen ungeschnitten hindurchzuführen. Auch diese Tafeln können Einbauelemente, wie Sicherungselemente oder Drehschalter bis zu drei Stück aufnehmen. Der Einbau von Sicherungselementen kann hierbei nachträglich ohne Entfernung der Zählertafeln erfolgen, da für den Gewindekorb leicht ausbrechbare Öffnungen vorgeprägt sind.



Abb. 65. Lichtzählertafel mit 2 doppelpolig gesicherten Stromkreisen.

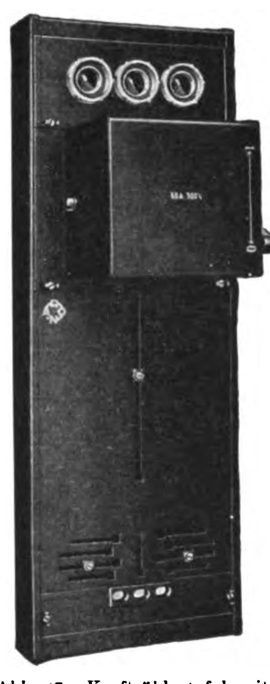


Abb. 67. Kraftzählertafel mit 1 dreipolig gesicherten abschaltbaren Stromkreis.



Abb. 66. Kraftzählertafel mit 1 dreipolig gesicherten Stromkreis.



Abb. 68. Einheits-Lichtzählertafel mit einpolig gesichertem und abschaltbarem Stromkreis.

Hausanschlußkasten der Süddeutschen Kabelwerke. — Die Süddeutschen Kabelwerke, Mannheim, die neben der eigentlichen Kabelfabrikation sich auch mit der Herstellung der dazu gehörigen Garnituren befassen, haben u. a. auch Hausanschlußkasten (Abb. 69) mit verschiedenen, durch die Anforderungen der Praxis bedingten Verbesserungen herausgebracht. Die Kasten zeichnen sich durch gefällige Form und sorgfältige Ausführung besonders aus. Sicherungs- und Klemmenraum sind vollkommen voneinander getrennt, wodurch Installateur und Elektrizitätswerk in ihren Anschlußarbeiten, die zeitlich immer auseinander liegen, voneinander unabhängig werden. Es können gegebenenfalls m e h r e r e Zähler gleichzeitig oder nachträglich angeschlossen werden (D.R.G.M. Nr. 1 005 299), wodurch die Anschlußkosten verringert werden. der Sicherungsraum ist durch Glasfenster geschützt, die durch Schutzdeckel gesichert sind (D.R.G.M. Nr. 991 327); durchgebrannte Sicherungen sind also leicht ohne Öffnen des Kastens erkennbar. Der Anschluß an die Hausinstallation und an das Zuführungskabel erfolgt im allgemeinen mittels Normalklemme (Zylinder-Kopfschraube); auf besonderen Wunsch können auch Spezial-Schlitzklemmen nach Abb. 70 (D.R.G.M. Nr. 1 005 300/01) gegen geringen Mehrpreis geliefert werden. Hierdurch erspart man sich Kabelschuhe und umständliche Montage; Lötung ist unnötig. Die Kasten sind im übrigen den modernsten Anforderungen entsprechend aus feinkörnigem hochwertigen Grauguß hergestellt, der Anstrich besteht aus aufgespritztem Nitro-Celluloselack.

Die Firma hat weiterhin einen U n i v e r s a l - H a u s a n s c h l u ß k a s t e n f ü r R e i h e n h ä u s e r durchgebildet, der sich in erster Linie für Installationen in zusammenhängenden Siedlungsbauten eignet. Der Kasten hat an Stelle der sonst üblichen unteren Kabeleinführung zwei seitlich angebrachte Stutzen, die zweiteilig gehalten sind und es ermöglichen, von dem durchgehenden Hausanschlußkabel o h n e S c h n e i d e n d e s K a b e l l e i t e r s abzuklemmen. Das eigentliche Hausanschlußkabel kann somit von Bau zu Bau ohne Unterbrechung durchgeführt werden; man erspart dadurch gegenüber der sonst üblichen Anschlußart: die Netzabzweigmuffe, das Stichkabel zum Hausanschluß, die Verlegung und die mit dem Einbau der Abzweigmuffe und des Stichkabels verbundenen Erdarbeiten.

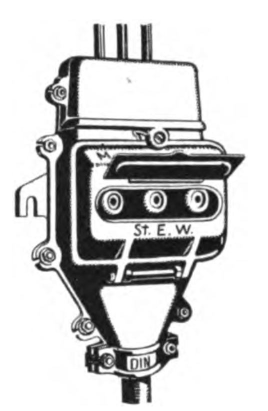


Abb. 69. Hausanschlußkasten.



Abb. 70. Spezial-Schlitzklemme.

Isolierstoffgekapselte, berührungschutzsichere „Kontakt"-Apparate. — In der weiteren Entwicklung des Installationsmaterials wird der Forderung des Berührungschutzes erhöhte Bedeutung beigemessen. Durch die Einführung wesentlich verbesserter neuer künstlicher Isolierstoffe kann nunmehr jede Forderung in bezug auf Berührungschutz erfüllt werden, ohne daß das Aussehen und die Haltbarkeit der Apparate gegenüber den bisher üblichen Schaden leidet. Diesem Entwicklungsgang folgend, hat die Kontakt A. G., Frankfurt a. M.-Rödelheim, eine Reihe von Installationsapparaten in isolierstoffgekapselter Ausführung auf den Markt gebracht. Dahin gehört z. B. ein S t a l l s c h a l t e r mit vielseitigen Anschlußmöglichkeiten bei gasdichtem Abschluß der Schalterteile. Das Gehäuse besteht ganz aus Isoliermaterial, und es gelangen nur solche Materialien zur Verwendung, die den chemischen und mechanischen Anforderungen eines solchen Apparates gewachsen sind. Die Leitungseinführung erfolgt mittels bekannter Stopfbuchsen in der Weise, daß von der Leitungszuführung aus keine Feuchtigkeit in das Innere des Schalters eindringen kann. Bei Stahlrohrverlegung (Abb. 71) kann oberhalb der Stopfbuchsenabdichtung eine hierfür vorgesehene Isolierwand durchstoßen werden, so daß die Feuchtigkeit, die im Rohrsystem zur Kondenswasserbildung führt, abfließen kann. Der Schaltergriff ist gegen das Schalterinnere durch ein Ölbad abgedichtet, wodurch die Unzulänglichkeit der sonst üblichen Gummiabdichtungen an der Schalterachsendurch-

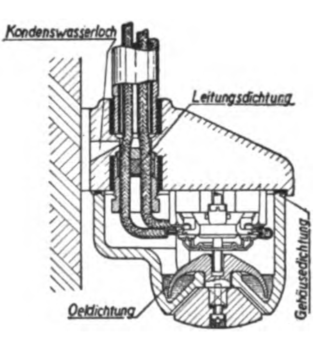


Abb. 71. Stallschalter im Schnitt.



Abb. 72. Stallschalter in Ansicht.

führung beseitigt ist. Abb. 72 zeigt das Äußere des Schalters in Verbindung mit einem kleinen Sterneinführungskopf für die Einführung von Einzeldrähten.

Einem weiteren Bedürfnis der Installationstechnik dürfte durch die in Abb. 73 dargestellte Kontakt-Isowag-Abzweigdosen abgeholfen sein. Auch die Gehäuse dieser Abzweigdosen bestehen aus einem besonders widerstandsfähigen Isoliermaterial, in welchem kräftige Klemmen aus Profilmessung laut Abb. 74 befestigt sind. Diese



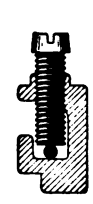
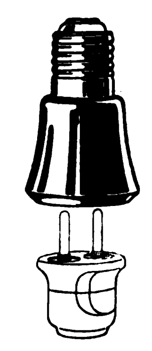


Abb. 73. Abzweigdose. Abb. 74. Klemme für Abzweigdose.

Klemmen sind seitlich offen und erleichtern dadurch das Anschließen der Drähte. Diese Isolierstoff-Abzweigdosen eignen sich besonders für die Verlegung von Installationskabeln, welche mit Hilfe von Stopfbuchsen an den Einführungsstellen abgedichtet werden.





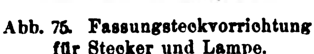
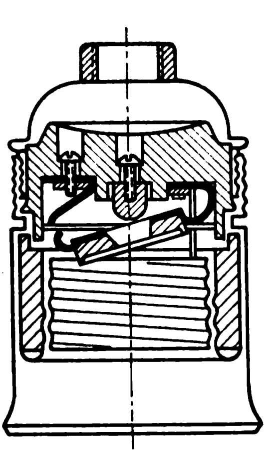
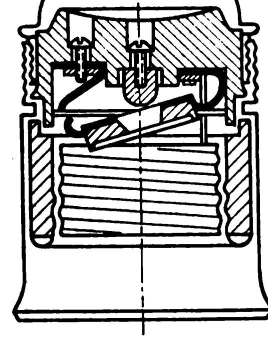


Abb. 75. Fassungsteckvorrichtung für Stecker und Lampe. Abb. 76. Fassungsteckvorrichtung für Stecker.

Die ebenfalls aus Isolierstoff hergestellten neuen Uga-Fassungsteckvorrichtungen (D.R.P. angem.) gewähren Berührungschutz beim Einstecken des Steckers und beim Einschrauben der Lampe. Sie besitzen kräftige federnde Kontaktbüchsen, für 4- und 5 mm-Steckerstifte passend, sind daher für 6 A- und für 10 A-Stecker zu verwenden. Die Gehäuse dieser Apparate sind von gedrängter praktischer und geschmackvoller Form. Durch die Verwendung eines erstklassigen Isoliermaterials für die Gehäuse ist die Konstruktion außerordentlich widerstandsfähig und kann daher überall verwendet werden. Abb. 75 zeigt eine derartige Steckvorrichtung zum Einschrauben einer Lampe und zum Einstecken eines Steckers. Der Apparat kann in jede Glühlampenfassung nachträglich eingeschraubt werden. Abb. 76 ist eine Uga-Steckvorrichtung zum Einstecken eines Steckers.

Einheitsfassung mit Berührungschutz. — Als man den Einführungstermin der verschärften Berührungschutzvorschriften für Glühlampenfassungen, der ursprünglich für den 1. I. 1926 vorgesehen war, auf den 1. VII. des gleichen Jahres hinausschob, weil zu dem erstgenannten Zeitpunkt noch keine genügende Anzahl dieser Fassungen am Markte war, dachte wohl niemand daran, daß ein Jahr später das Angebot an Berührungschutzfassungen der verschiedensten Art so groß sein würde, daß der Verbraucher die Auswahl unter 25 und mehr Typen mit VDE-Zeichen hat. Es ist dies für alle Interessentenkreise kein erfreulicher Zustand und auch vom allgemeinen volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt durchaus zu verurteilen. Der Zwischenhandel ist genötigt, wenigstens mehrere der vielen Typen am Lager zu halten, um den Wünschen der Verbraucher, die sich auf die eine oder andere Ausführung eingestellt haben, gerecht werden zu können. Der Beleuchtungskörperfabrikant muß sich wieder nach den Forderungen der verschiedenen Elektrizitätswerke richten, für die das Vorhandensein des Prüfzeichens nicht immer ausschlaggebend ist. Der Hersteller endlich ist nicht in der Lage, rationell zu fabrizieren, weil sich infolge der vielen Typen für den Einzelnen viel zu kleine Mengen ergeben, für die Spezialeinrichtungen zu schaffen sich nicht lohnt bzw. wo sie vorhanden sind, keine Ausnutzungsmöglichkeit besteht. Die Preisfrage spielt auch noch wesentlich mit hinein, da Unterschiede von 50 % und mehr bestehen. Ob dabei die teuersten Ausführungen in bezug auf technischen Aufbau, bequeme und einfache Montagemöglichkeit, Aussehen usw. immer die besten sind, mag unentschieden bleiben. Jedenfalls hat sich aber bei der alten Fassungsindustrie immer mehr das Bedürfnis gezeigt, alle diese Mängel zu beseitigen und die Entwicklung dahin zu lenken, daß man wieder mit einer einzigen Fassungstype zu rechnen hat, ähnlich wie sie früher bestand, aber unter Berücksichtigung der neuen Vorschriften. Grundbedingung zur Erreichung dieses Zieles war ein Austausch der zahlreichen bestehenden Schutzrechte, jedoch konnte diese Frage zur allgemeinen Zufriedenheit gelöst werden, so daß die in der Vereinigung der Fassungfabrikanten E. V., Berlin, zusammengeschlossenen Hersteller in der Lage waren, unabhängig von Patenten und Gebrauchsmustern die neue Einheitsfassung zu entwickeln und dabei alle früheren und insbesondere die in den letzten zwei Jahren gemachten Erfahrungen zu verwerten. Das Ergebnis dieses Erfahrungsaustausches wurde durch umfangreiche Versuche weiter ausgebaut und ergab schließlich eine Konstruktion, die unter der Bezeichnung „Elt"-Fassung erstmalig zur diesjährigen Frühjahrsmesse herauskommen wird.





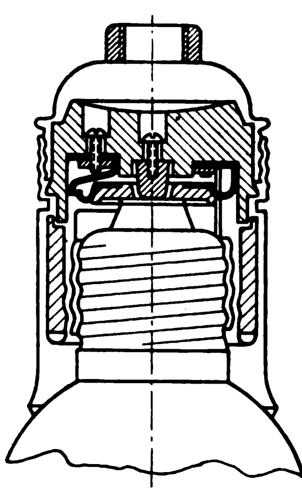


Abb. 77. „Elt"-Fassung. Abb. 78. „Elt"-Fassung mit eingeschraubter Glühlampe.

Abb. 77 zeigt die „Elt"-Fassung im Schnitt ohne eingeschraubte Glühlampe. Der Gewindekorb ist spannungslos, so daß ein Hineinfassen bei fehlender Glühlampe, sei es aus Unachtsamkeit oder beim Staubwischen u. dgl., ungefährlich ist, denn auch der Mittelkontakt ist durch eine Isolierscheibe abgedeckt. Diese Isolierscheibe wird von einer mit dem Gewindekorb in leitender Verbindung stehenden Feder getragen, die durch die Glühlampe selbst beim Einschrauben heruntergedrückt wird und erst gegen das Ende der Einschraubbewegung, wenn der Glühlampensockel schon vollständig abgedeckt ist und spannungführende Teile nicht mehr berührt werden können, eine Verbindung mit dem Anschlußstück für den Gewindekorb herstellt, während gleichzeitig die Mittelkontakte der Fassung und Lampe durch die mittlere Bohrung der Isolierscheibe hindurch stromschlüssig werden. Beide Verbindungen wirken als Schleifkontakte und gewährleisten dadurch einen besonders innigen Kontakt. Ferner werden dadurch Schmelzperlen und Verrußungen, die etwa auftreten könnten, wenn eine stärkere Glühlampe unter Strom ausgeschraubt wird, beseitigt. Die Prüfungen haben ergeben, daß selbst bei diesem unsachgemäßen Gebrauch einer gewöhnlichen Fassung eher die Mittelkontakte der Glühlampen unbrauchbar werden als irgendwelche Teile der Fassung.

In Abb. 78 ist die Fassung mit eingeschraubter Glühlampe dargestellt, so daß die Kontaktgebung deutlich zu erkennen ist. Die „Elt"-Fassung eignet sich für alle Glühlampenformen bis 200 W und gestattet auch die Verwendung aller bisher gebräuchlichen Schalen und Schalen-

halter, da sie fast die gleichen Abmessungen hat, wie die Fassungen älterer Art. Auf gefällige äußere Formen ist bei der Konstruktion besonderer Wert gelegt worden. Sie wird von allen Firmen der Vereinigung in genau gleicher Art nach Lehren hergestellt. Für den Verbraucher bedeutet dies eine willkommene Verringerung der Lagerhaltung sowie die Gewißheit, stets pünktlich jede gewünschte Menge erhalten zu können. Vorläufig werden folgende Ausführungsformen hergestellt: Metallfassung mit und ohne Hahn, Decken- und Wandfassung mit und ohne Hahn. Außerdem sind der Fassungsform angepaßte Schalenhalter und Schirmhalter durchgebildet worden, die sehr leicht zu montieren sind, während in dieser Hinsicht bei fast allen bekannten Berührungschutzfassungen Schwierigkeiten bestehen. In Vorbereitung befinden sich noch Zugfassungen sowie solche ganz aus Isolierstoff und einige Spezialausführungen.

Berührungschutzsichere Soffittenfassung. — Soffittenlampen mit Berührungschutz, und zwar sowohl bei der brennfertig eingesetzten Lampe als auch beim Einsetzen derselben, stellt die Firma Gottschalek G. m. b. H., Berlin, her. Berührungschutz wird dadurch erreicht, daß das eine

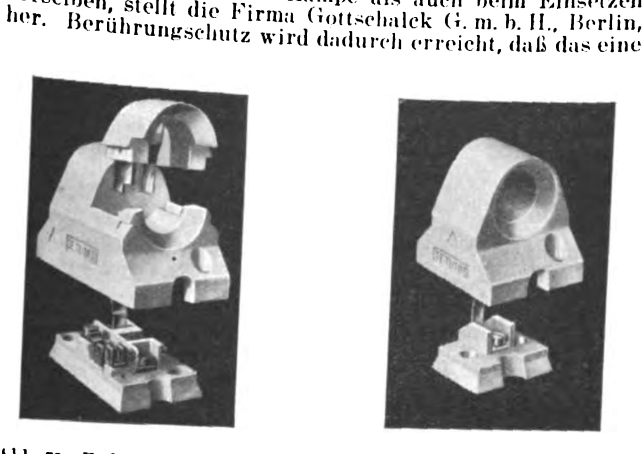


Abb. 79. Endfassung mit abnehmbarer Kappe.

Abb. 80. Endfassung mit fester Kappe.

Ende der Lampe in einer Fassung mit fester Kappe ruht, während das andere Ende unter einer abnehmbaren Schutzkappe liegt. Letztere ist mit Schaltorganen ausgerüstet, durch die beim Aufsetzen oder Abheben die Lampe an ihren beiden Enden gleichzeitig ein- bzw. ausgeschaltet und spannungsfrei gemacht wird.

Bei der Fassung mit abnehmbarer Kappe sind nach Entfernung der letzteren überhaupt keine Metallteile auf der Oberseite des Fassungskörpers vorhanden. Alle dauernd unter Spannung stehenden Metallteile sind im Inneren der Fassung auf besonderen Klemmplatten (Steinen) angebracht. Durch diese Trennung wird die Montage bedeutend erleichtert, da die Steine mit ihren Metallteilen (Anschlußschrauben usw.) zuerst fest auf der Unterlage montiert und die Leitungen ungehindert verlegt werden können. Nachdem dies geschehen, werden erst die eigentlichen Fassungskörper darübergestülpt und festgeschraubt. Die Fassungen werden in drei Ausführungen hergestellt. Abb. 79 und 80 stellen die beiden, stets paarig zu verwendenden Endfassungen dar, die für die Einzelmontage von Lampen oder als Endfas-



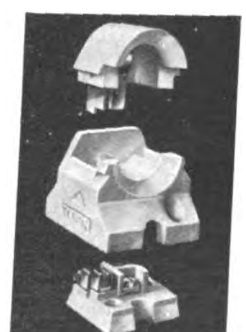
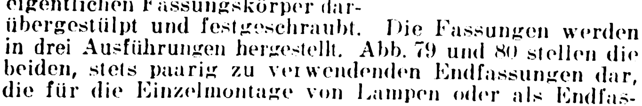


Abb. 81. Doppelfassung.



sungen bei Lampenreihen zur Verwendung kommen. Abb. 81 zeigt eine Doppelfassung, deren Benutzung bei ununterbrochenen längeren oder kürzeren Lampenreihen in Frage kommt. In Abb. 82 ist ein Plan der Leitungsführung dargestellt.

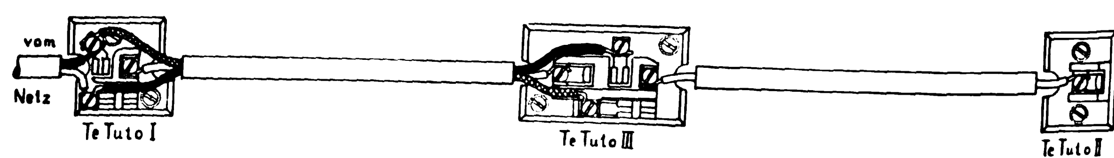


Abb. 82. Plan der Leitungsführung.

Ein neuer Druckknopf-Kleinautomat. — Bei der Konstruktion von Installations-Selbstschaltern sind folgende Punkte zu beachten:

1. leichte Betätigungsmöglichkeit, damit der Schalter auch als Betätigungsschalter verwendet werden kann;
2. gute Kennzeichnung der Schalterstellung;
3. vollkommene Kapselung, somit Schutz gegen Schmutz und Staub;
4. hohe Schaltleistung;
5. Freiauslösung;
6. Momentausschaltung, auch bei Handbetätigung;
7. zwangläufige Kuppelung der Auslöseerschwerung während des Einschaltens mit dem Betätigungsorgan; daher Vermeidung besonderer Druckknöpfe u. dgl., die besondere Handgriffe erfordern;
8. leichte Einstellbarkeit der Auslösestromstärke;
9. Verwendung des gleichen Modells für vorder- und rückseitigen Anschluß;
10. gefälliges Aussehen.

Der von der Emag Elektrizitäts A. G., Frankfurt a. M., gebaute Schalter, dessen Außenansicht in Abb. 83 wiedergegeben ist, ist bis maximal 15 A Nennstrom, bei Gleichstrom bis 250 V und bei Wechsel- bzw. Drehstrom bis 500 V verwendbar. Bis 25 A Nennstrom kann er für 250 V Gleich- und Wechselstrom verwendet werden. Der Schalter wird für die Nennstromstärken 2, 4, 6, 10, 15, 20 und 25 A gebaut. Der konstruktive Aufbau des Schalters ist aus der Abb. 84 zu erkennen.



Abb. 83. Klein-Automat „EKLA" (Außenansicht).

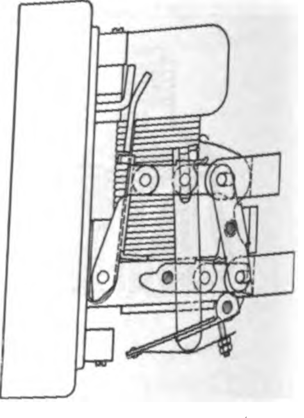


Abb. 84. Klein-Automat „EKLA" (Schnitt).

Die Betätigung erfolgt mittels zweier Druckknöpfe, die auf einem doppelarmigen Hebel sitzen. An diesem Doppelhebel greifen beiderseits Kniehebelsysteme an, von denen das obere mit dem beweglichen Schaltkontakt und das untere mit einer feststehenden Achse in Verbindung steht. Durch das Drücken des oberen Knopfes wird der bewegliche Schaltkontakt mittels des oberen gestreckten Kniehebelsystemes in die Einschaltstellung gebracht und gleichzeitig durch die Wirkung des Doppelhebels der untere Kniehebel gestreckt, so daß der bewegliche Schaltkontakt in der Einschaltstellung festgehalten wird. Beim Drücken des unteren Druckknopfes wird durch den Druck auf den einseitigen Ansatz des äußeren Kniehebelelementes der untere Kniehebel aus seiner Strecklage herausgedrückt, worauf er sofort zusammenklappt und der Schalter sich öffnet. Bei der elektrischen Auslösung durch Überstrom drückt der Magnetanker mittels eines auf ihn sich stützenden Stößers den oberen Kniehebel aus der Strecklage, so daß der Schalter sich öffnet. Durch die Ausschaltbewegung des Schaltkontaktes wird darauf der untere Kniehebel ebenfalls aus seiner Strecklage herausgedrückt, worauf unter dem Einfluß einer kräftigen Feder der Doppelhebel gleichfalls in die Ausschaltstellung zurückkehrt und unter Mitnahme der Druckknöpfe die Kennzeichnung der Schalterstellung bewerkstelligt. Die Auslöseerschwerung während des Einschaltens wird dadurch erzielt, daß beim Drücken des Einschaltdruck-

knopfes infolge eines geringen Leerganges eine Feder über den Stößer geschoben wird, die den Magnetanker festhält und dadurch für die Einschaltstromstöße von Metallfadenlampen und Motoren unempfindlich macht. Sobald jedoch infolge eines Kurzschlusses die Stromstärke über den 10 ÷ 15fachen Betriebstrom hinaus ansteigt, wird die Federkraft überwunden und der Schalter trotz weiteren Drückens des Einschaltdruckknopfes ausgeschaltet. Da die Stromunterbrechung in einem sehr kräftigen magnetischen Blasfelde erfolgt, ist der Schalter in der Lage, selbst schwere Kurzschlüsse einwandfrei zu bewältigen. Durch die zwangläufige Kuppelung der Auslöseerschwerung mit dem Einschaltdruckknopf werden Fehlschaltungen infolge nicht ordnungsmäßiger Bedienung, wie sie bei Schaltern mit besonderen Betätigungselementen für die Auslöseerschwerung möglich sind, wirksam vermieden. Der Schalter läßt sich daher sehr gut als Betätigungsschalter für Lampen und Motoren verwenden und ersetzt dabei ein Sicherungselement mit zugehörigem Schalter. Eine thermische Auslöseverzögerung, die nur in vereinzelten Fällen erforderlich wird, kann in den Schalter eingebaut werden.

Die Emag-Klein-Automaten „EKLA", Type KAM, werden in ein-, zwei- und dreipoliger Ausführung mit Isolierschutzhauben geliefert. In gußeisengekapselter Ausführung können die KAM-Schalter auch für rauhe und feuchte Betriebe Verwendung finden. In mehrpoliger Ausführung eignen sich diese Schalter sehr gut als Motorschutzschalter. Heilmann.

Ortsveränderliche Steckdose „Omax". — Reichen die an den elektrischen Gebrauchsapparaten, wie Tischlampen, Staubsaugern, Tee- und Kaffeemaschinen, Plätteisen usw., befindlichen Zuleitungschnüre nicht aus, um mit der an der Wand vorhandenen festen Steckdose eine Verbindung herzustellen, so kann man einen von der Firma C. J. Vogel, Draht- und Kabelwerk A. G., Berlin-Adlershof, hergestellten Apparat „Omax" dazwischenschalten. Er besteht aus einer mit einer Steckdose kombinierten Metalltrommel, auf welcher doppeladrige Gummischlauchleitung von rd. 20 m Länge aufgewickelt ist (Abb. 85). Der am Ende der Leitung befindliche Stecker wird in die feste Steckdose an der Wand usw. eingestöpselt und soviel Schnur von der in der Metalltrommel befindlichen Gummischlauchleitung abgerollt, wie notwendig ist. Der Stecker des elektrischen Gebrauchsapparates wird in die Steckdose von „Omax" gesteckt. Um den „Omax" auch als Handlampe benutzen zu können, hat die oben genannte Firma eine Spezial-Stecklampe entwikkelt; diese ist mit einem Korbschutz umgeben und kann direkt in die Steckdose von „Omax" eingeführt werden. In Verbindung mit dieser Stecklampe kann man den „Omax" als Handlampe überall, z. B. auf dem Boden, im Keller, im Garten, auf dem Balkon, in der Garage usw. benutzen. Eine Öse gestattet die Aufhängung an der Wand. Durch eine Kurbel am Boden des Gehäuses läßt sich die abgerollte Leitung mühelos wieder aufrollen, und „Omax" kann sofort anderweitig Verwendung finden.



Abb. 85. „Omax" ortsveränderliche Steckdose.

Steckertransformator der Firma Magnet-Schultz. — Für viele Anwendungszwecke lassen sich die normalen Gebrauchspannungen von 110 oder 220 V nicht verwenden, beispielsweise zum Anschluß von Bauchhöhlenlampen für Ärzte usw. Die Firma Magnet-Schultz, G. m. b. H., Memmingen, hat nun für den erwähnten Zweck, ferner für Nebenraum-Handlampen (für Aborte, Keller, Dachböden usw.) sowie für Nachttisch- und Notlampen einen Steckertransformator (Abb. 86) konstruiert, der die Netzspannung auf 4 oder 24 V herabsetzt. Auch zum Betrieb von kleineren Motoren, Spielzeug und Christbaumbeleuchtungen läßt sich der Apparat verwenden. Er wird in drei Größen für 2,5, 8 und 16 W hergestellt und ist so eingerichtet, daß die Niederspannungskontakte einen geringeren Abstand haben als die Primärsteckerstifte, so daß es unmöglich ist, den Niederspannungstecker absichtlich oder unabsichtlich an die höhere Spannung anzuschließen.

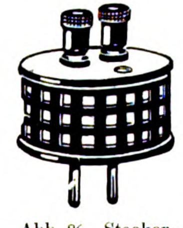


Abb. 86. Steckertransformator.

Federnde Steckerbuchsen. — Die Verbandsvorschriften fordern ab 1. VII. 1928 bei Steckdosen für 10 A 250 V federnde Buchsen, welche von 3,5 auf 5,5 mm federn, damit 4-mm- wie auch 5-mm-Stifte gut federnd eingeführt werden können. Die Firma Storch & Stehmann, G. m. b. H., Ruhla (Thür.), baut daher die nachstehend beschriebene Federung (D. R. P. angem.). Die Kontaktbuchsen bestehen aus geteilten Metallhülsen, um welche die Schenkel einer neben der Buchse gelagerten Spiralschenkelfeder greifen. Dadurch, daß die eigentliche Federung in den Windungen der Schenkelfeder liegt und nur die Schenkel der Feder die Buchse umgreifen, kann durch Verwendung von starkem oder schwachem Federstahl eine beliebige, fast unbegrenzt gute Federung erzielt werden. Ein Versagen der Kontaktgebung durch Verbiegen oder Erwärmen der Buchsen wird durch diese Art Federkontakt verhindert.

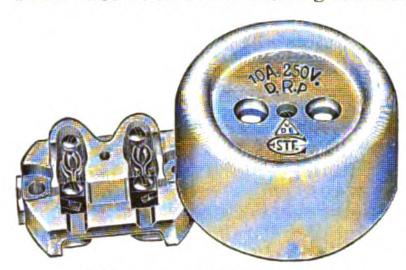
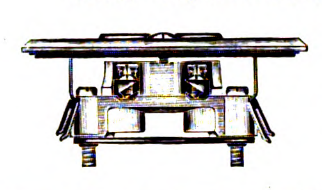


Abb. 87. Aufputz-Steckdose.



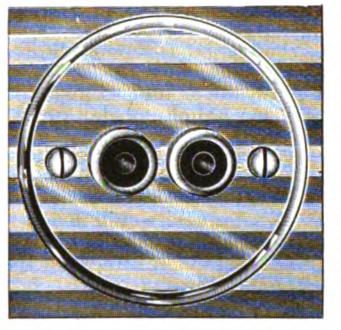


Abb. 88. Unterputz-Steckdose.

Eine weitere Neuerung besitzen die Unterputz-Steckdosen, bei welchen die Isolierbuchsen mittels eines polierten Metallringes fest in die Glasplatten eingesetzt sind; hierdurch wird auch der Abdeckung ein gediegenes Aussehen gegeben. Da die Schrauben versetzt angeordnet sind, wird die Unverwechselbarkeit der Glasplatte gewährleistet.

Abb. 87 zeigt die Aufputzdose mit den neuen Federbuchsen, Abb. 88 die neue Unterputz-Steckdose in Seiten- und Vorderansicht.

Fernmeldetechnik.

Scherenarme für Fernsprech-Tischapparate. — Mit der großen Zunahme des Fernsprechverkehrs mußte ganz besonderes Gewicht auf schnellste Abwicklung der Einzelgespräche gelegt werden. Der erste Schritt zu einer Zeitersparnis ist in der fast ausschließlichen Verwendung von Tischapparaten, gegenüber den früher gebräuchlichen Wandapparaten, zu erblicken. Während man sich bei Bedienung eines Wandapparates von seinem Arbeitsplatz entfernen mußte, kann man bei Vorhandensein von Tischapparaten das Ferngespräch vom Platz aus abwickeln. In großen Büros ist zumeist nur ein Tisch-Fernsprechapparat für mehrere Angestellte bzw.

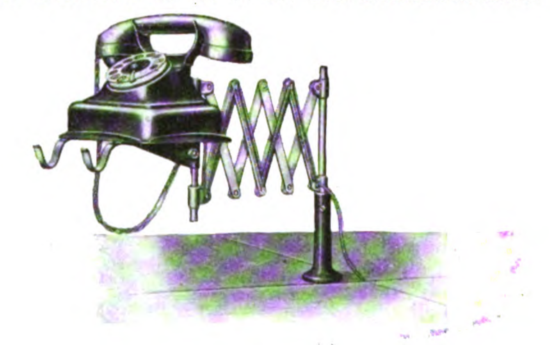


Abb. 89. Scherenarm für Fernsprechapparate.



für eine Tischgruppe vorgesehen, wobei häufiges Aufstehen und sonstige Unbequemlichkeiten zur Erlangung des Apparates unvermeidlich sind. Dieser Übelstand wird durch Anbringung eines dreh- und ausziehbaren Scherenarmes Nr. 5001 (Abb. 89), welcher von der Firma Telephon-Apparat-Fabrik E. Zwietusch & Co., G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, hergestellt wird, beseitigt. Derselbe besteht aus einem schwarzlackierten Gußeisensockel, der mit Leichtigkeit an jedem Schreibtisch befestigt werden kann, und einer Schere aus vernickeltem Flacheisen, welche an ihrem Vorderteil eine mit einem erhöhten Rande versehene Metallplatte trägt. Diese Platte dient als Apparat-Standfläche und wird in den Größen 180 × 150 bzw. 225 × 150 mm mitgeliefert. Außerdem ist die Platte mit zwei Haken versehen, die dem abgenommenen Mikrotelefon als Aufleger dienen. Die Ausziehbarkeit des Scherenarmes beträgt etwa 40 cm. Die Apparateschnur wird an den Schenkeln der Schere mittels Drahtösen gehalten, um dieselbe, infolge der Drehbarkeit des Armes, vor Beschädigungen zu schützen. Der Scherenarm ermöglicht es jeden Teilnehmer, sich den Fernsprecher durch eine leichte Drehung rasch zuzuführen, und durch einfaches Vor- und Rückwärtsbewegen so zu stellen, wie es für ihn am bequemsten ist. Von besonderem Vorteil ist die mit Hilfe des Scherenarmes erreichte Beweglichkeit des Apparates bei Bedienung von Selbstanschlußapparaten. Während man sonst mit weit ausgestrecktem Arm den Apparat erst herumdrehen mußte, um wählen zu können, hat man ihn jetzt zwangläufig stets so, daß die Wählscheibe leicht erreichbar ist.

Ein konstanter Spannungsteiler. — In steigendem Umfange kommen auch in Deutschland Netzanschlußgeräte zur Aufnahme. Der moderne Transponierungs- und Vielröhrenempfänger, wie er durch die allgemeine Senderverstärkung im Interesse der Erhöhung der Selektivität notwendig ist, bedingt einen so starken Stromverbrauch im Anodenkreis, daß die üblichen Trockenbatterien einem raschen Abfall unterworfen sind. Anoden-Akkumulatorenbatterien sind infolge der erforderlichen Wartung und von mancherlei Mißständen wenig beliebt. Zu einem intensiven Vielröhrenbetrieb ist daher die Entnahme der Anodenspannung aus dem Netz außerordentlich erwünscht.

Sowohl Apparatebauindustrie als auch Bastler beschäftigen sich schon seit einiger Zeit mit der Herstellung von Netzanschlußgeräten. Ein wichtiger Zubehörteil ist hierbei der Spannungsteiler. Dieser hat die Netz- oder Transformatorenspannung soweit herabzusetzen und zu zergliedern, daß die Abnahme der für den eigentlichen Empfänger bzw. Verstärker notwendigen, verschieden hohen Anodenspannung möglich ist. Die meisten Apparate verlangen die Bereitstellung von etwa 6 ÷ 12 V Gittervorspannung, 50 V Audionspannung und 90/110/150 V Verstärkung und Endverstärkung. Eine Zwischenabnahme verschiedener Spannungen ist zur feineren Regelung und besseren Ausnutzung der Röhren erwünscht. Diese Spannungsteiler, von deren einwandfreier Beschaffenheit der Betrieb der gesamten Einrichtung abhängt, verursachen noch mancherlei Schwierigkeiten. Fast durchweg werden Kohlestäbe erheblicher Länge (sogenannte Silitstäbe) verwendet. Deren aus der eigentlichen Radiotechnik bekannt gewordenen schweren Fehler, nämlich Spannungsabhängigkeit, Eigengeräusche, Oxydationsneigung usw. werden noch dadurch verschärft, daß bei manchen dieser Stäbe plötzlich unter Belastung eine starke Veränderung eintritt, indem ein Teil des Stabes seinen Widerstand verliert und damit im günstigen Falle den Apparat außer Betrieb setzt, im ungünstigen Falle einen Kurzschluß bewirkt. Auf alle Fälle ist ein häufiges Nachregeln erforderlich, da die ursprünglich getroffene Einstellung nach einiger Zeit nicht mehr zutrifft.



Abb. 90. Außenansicht des Dralowid-Divisor.

Der von der Steatit-Magnesia Aktiengesellschaft, Werk Tempelhof, herausgebrachte Dralowid-Divisor ist ein konstanter Spannungsteiler, dessen eigentlicher Widerstand aus einem sehr dünnen Metalldraht besteht, der auf mehrere Glassäulen aufgewickelt ist. Das Ganze wird von einer Glasglocke lampenähnlich umgeben. Der Glaskolben wird zunächst evakuiert und dann durch ein Schutzgas gefüllt, welches ein Durchbrennen des Widerstandes und ein Oxydieren verhindert. Der Widerstand beträgt 9000 Ω und gestattet damit die Entnahme erheblicher Stromstärken. Die Belastbarkeit beträgt 40 W. Der Abnahme verschiedener Spannungen dienen zehn Unterteilungen, die für den Abgriff durch gewöhnliche Bananenstecker auf dem sehr hübschen und handlichen Sockel vorgesehen sind. Das Äußere dieses neuen Spannungsteilers zeigt Abb. 90, die elektrische Einteilung Abb. 91.

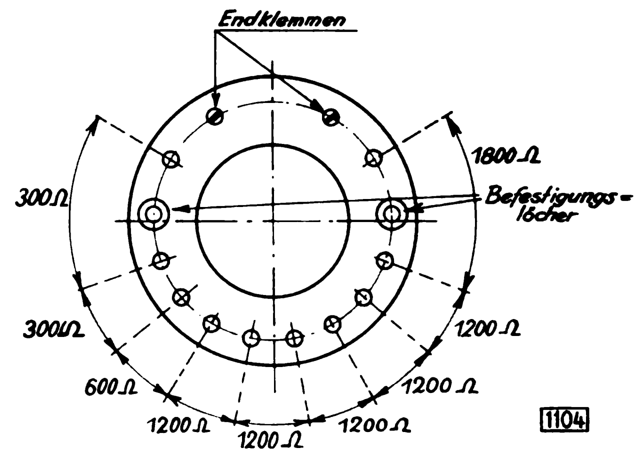


Abb. 91. Elektrische Abmessungen des Dralowid-Divisor.

Die Firma beabsichtigt noch ein zweites Modell herauszubringen, welches besonders der Netzanschlußgeräte fabrizierenden Industrie dienen soll, bei welchem die Anordnung des Glasteiles zum Sockel so vorgesehen ist, daß sich die Entnahme der verschiedenen Spannungen außerhalb des Apparates durchführen läßt.

Es hat sich bereits gezeigt, daß der Dralowid-Divisor auch in der sonstigen Elektrotechnik mit gutem Erfolg verwendbar ist.

D & R - Ladegleichrichter. — Ladestromstärken von 3 ÷ 10 A ermöglichen die neuen D & R - Ladegleichrichter, Modell EG, der Firma Dr. Dietz & Ritter

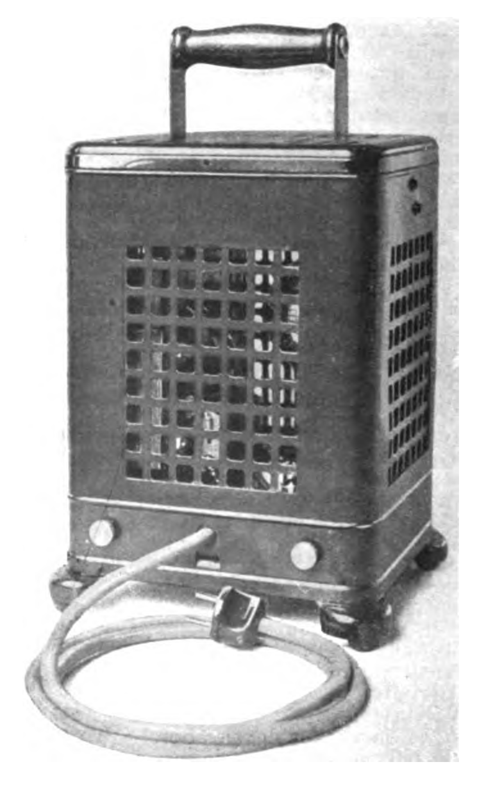


Abb. 92. D & R-Ladegleichrichter.

G. m. b. H., Leipzig. Die Konstanthaltung der Ladestromstärke erfolgt bei verschiedenen Spannungsbelastungen, d. h. beim Anschluß verschiedener Zellenzahlen, vollkommen selbsttätig, ohne daß hierfür wie bisher besondere Eisenwasserstoff-Widerstände erforderlich sind.

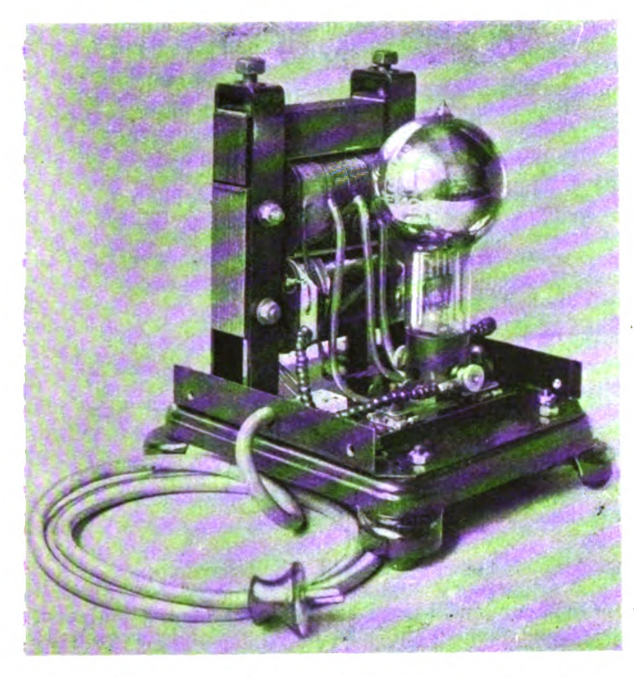


Abb. 93. D & R-Ladegleichrichter mit abgenommener Schutzkappe

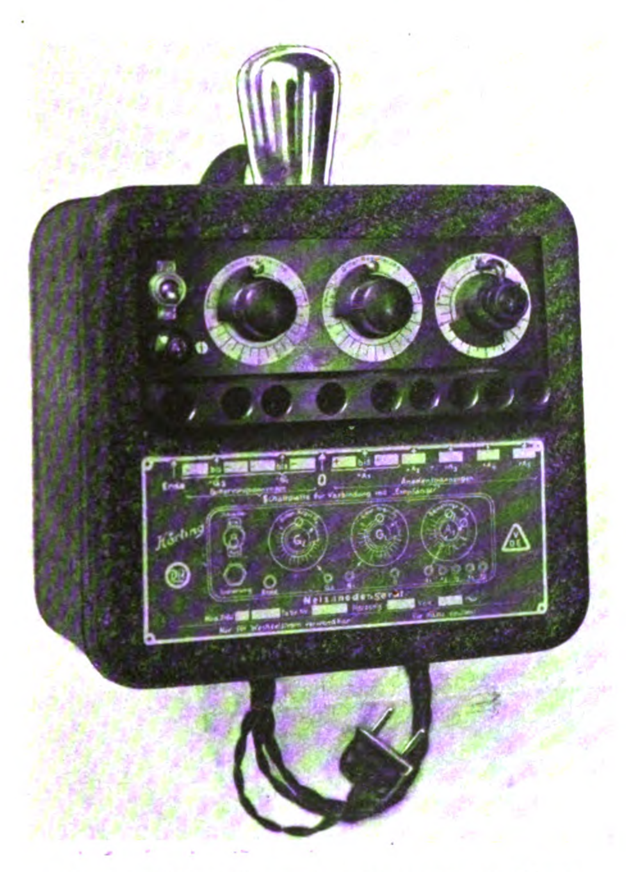


Abb. 94. „Körting"-Netzanodengerät neuester Ausführung.

Der zur Erzielung einer konstanten Ladestromstärke bei verschiedenen Spannungsbelastungen erforderliche Spannungsabfall im Arbeitsbereich des Ladegerätes wird erreicht durch eine besondere Ausgestaltung des Gleichrichter-Transformators (D.R.P. angem.). In der Konstruktion kommt das Streben nach Konstanthaltung des Ladestromes zum Ausdruck. Die stark abfallende Spannungscharakteristik des Transformators verleiht dem Ladegerät gleichzeitig eine völlige Kurzschlußsicherheit auch bei einem dauernden Kurzschluß zwischen den Gleichstromklemmen. Durch den Fortfall der stromverbrauchenden Widerstände wird der Wirkungsgrad gegenüber den bisherigen Ausführungen um etwa 50 ÷ 80 % verbessert, so daß erhebliche Stromersparnisse möglich sind. Abb. 92 stellt den Apparat in Ansicht dar, Abb. 93 mit abgenommener Schutzkappe.

Das von der gleichen Firma auf den Markt gebrachte „K ö r t i n g"-N e t z a n o d e n g e r ä t, Modell ANW 8/220 S, ist in bezug auf Spannungen und Leistung den durchschnittlichen Ansprüchen angepaßt. Es liefert eine einstellbare Audion-Anodenspannung, vier feste Anodenspannungen bis 200 V und zwei einstellbare Minusgitterspannungen bis 20 V. Neu ist an diesem Gerät vor allem eine Einstellvorrichtung (D.R.P. angem.), die es in einfachster Weise ermöglicht, bei verschiedenen Belastungen die Anodenspannungen konstant zu halten. Die Einstellung erfolgt an Hand einer übersichtlichen Tabelle und kann daher auch von Laien ohne Verwendung von Meßinstrumenten vorgenommen werden. Die Anpassung erfolgt durch die Einschaltung eines zusätzlichen Widerstandes in die Spannungsteileranordnung, um den durch die höhere Belastung entstehenden Spannungsabfall auszugleichen. Da die Konstanz der Nennspannungen bei einem für Laienhände bestimmten Netzanschlußgerät sehr wichtig ist, liegt in dem verhältnismäßig einfachen Erfindungsgedanken, der in dem Gerät verkörpert ist, ein großer Fortschritt. Abb. 94 zeigt den Apparat in Ansicht.

Supertefag-Empfänger und Tefag-Doppel-Conus-Lautsprecher. — Ein neues Lichtnetz-Fernempfangsgerät, der „Supertefag" der Tefag (Telephonfabrik Berliner A. G., Berlin), ist ein A c h t r ö h r e n - S u p e r h e t e r o d y n e - E m p f ä n g e r, welcher mit zwei Rahmenantennen für den Bereich von 200 bis 2000 m ausgestattet ist. Die kleinere Rahmenantenne, welche sich im oberen Teil des Gerätes befindet, reicht von 200 bis 600 m, die größere, welche unten im Gerät eingebaut ist, ist auf den Wellenbereich von 700 bis 2000 m abgestimmt.

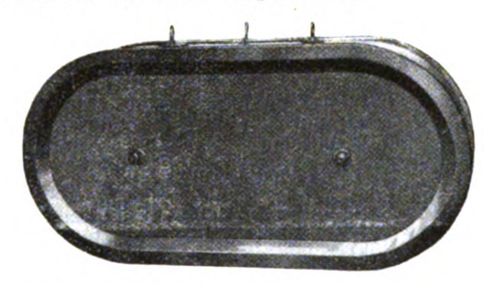


Abb. 95. Tefag-Doppel-Conus-Lautsprecher.

Die hauptsächlichsten Abstimmorgane sind gekapselte Spulen, welche nicht mehr ausgewechselt zu werden brauchen, sowie auf einer Achse montierte Drehkondensatoren. Durch diese wird ermöglicht, den Empfänger mit einem einzigen Bedienungsgriff abzustimmen. In Rücksicht auf die bevorstehende Erhöhung verschiedener Sendeenergien sind die Spulen abgeschirmt. Das Netzanschlußgerät ist unmittelbar mit dem Empfänger zusammengeschaltet und endet in einer gewöhnlichen Lichtanschlußlitze mit Doppelstecker, der lediglich in eine beliebige Steckdose eingeschaltet wird. Der Supertefag arbeitet also ohne Antenne, ohne Anode, ohne Akkumulator und wird mit einem einzigen Griff bedient. Um zu vermeiden, daß das Rundfunkgerät als störendes Moment in einer geschlossenen Zimmereinrichtung empfunden wird, wurde dem Gerät nach einem Entwurf von Professor Bruno P a u l eine Form gegeben, welche ähnlich wie die Form eines Klavierinstrumentes oder eines Grammophonapparates sich den verschiedenen Stilarten gegenüber neutral verhält und trotzdem sämtliche elektrischen Notwendigkeiten berücksichtigt. Die Möbelfabrik Trunck wurde mit der Anfertigung des Holzteils beauftragt.

Ein Lautsprecher ist in dem Gerät absichtlich nicht eingebaut, um es jedem zu überlassen, den zu dem Gerät gehörigen neuen Tefag-Conus-Lautsprecher Modell 1928 dort hinzustellen, wo er für die Tonwiedergabe am günstigsten ist. Der neue Conus-Lautsprecher bedeutet trotz einer Reduzierung des Preises eine ganz wesentliche Qualitätsverbesserung. Beim sogenannten D o p p e l - C o n u s - L a u t - s p r e c h e r (Abb. 95) wird durch Anwendung zweier verschiedener Membranen das Tonfrequenzband noch wesent-

lich erweitert; denn jede der beiden Membranen ist auf verschiedene Frequenzen abgestimmt. Diese Abstimmung ist naturgemäß außerordentlich schwierig und erfordert langwierige Laboratoriumsversuche. Die Abmessungen eines solchen Lautsprechers sind zur Erzielung günstigster Wirkung auch wesentlich größer als die des normalen Lautsprechers. Infolgedessen ergibt sich für einen derartigen Lautsprecher auch ein höherer Preis, der sich aber ganz wesentlich unter demjenigen eines Großlautsprechers bewegt, obwohl die Wirkung eines Großlautsprechers vorhanden ist.

Adäquator. — Die starke Zunahme der Sender an Zahl und Stärke brachte das Bedürfnis nach entsprechend selektiven Geräten mit sich. Diesen Forderungen entsprechen neben den Superhets insbesondere Neutrodynegeräte mit abgestimmten Hochfrequenzkreisen. Die Bedienung eines derartigen Neutrodynegerätes gestaltet sich

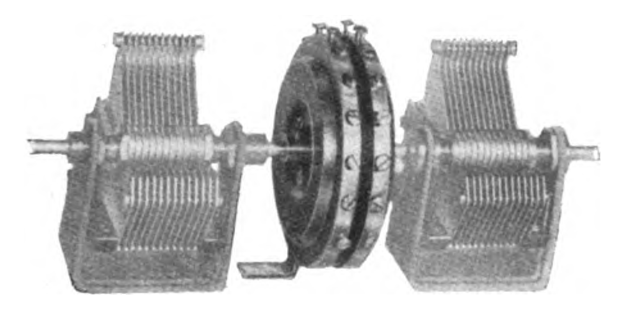


Abb. 96. Ansicht des fertigmontierten Adäquators.

infolge der mehrfachen Abstimmung derart schwierig, daß man schon bald versuchte, die Bedienung zu vereinfachen. Es entstanden die Mehrfachkondensatoren. Die Abgleichung dieser Kondensatoren wird durch kleine Hilfskondensatoren vorgenommen, die aber nur für e i n e Frequenz gültig ist, so daß bei Aufsuchen einer anderen Station neben der Abstimmung die Abgleichung betätigt werden muß. Durch segmentförmige Unterteilung der drehbaren Platten eines Zusatzkondensators (durch den Adäquator) dagegen gelingt es, die Abgleichung mehrerer Kondensatoren bzw. Schwingungskreise für jede Frequenz vorzunehmen, so daß nach der Abgleichung ein Mehrfach-Hochfrequenzverstärker mit abgestimmten Hochfrequenz-Schwingungskreisen wie ein Einkreisgerät bedient werden kann, und zwar ohne Verlust an Selektivität und Lautstärke. Abb. 96 zeigt den Adäquator, wie er von der Firma Kramolin & Co. G. m. b. H., Berlin-Pankow, hergestellt wird. Man sieht die mit den Rotorplatten verbundenen unterteilten Platten, kenntlich an den Einstellschrauben der Segmente und dem Fuß der festen Platte.

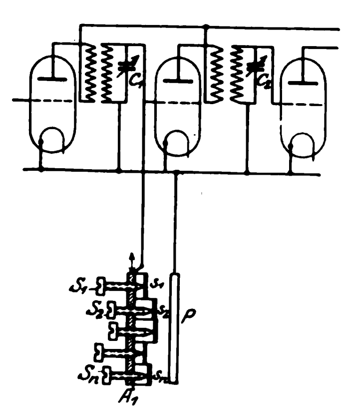


Abb. 97. Skizze und Schaltung des Adäquators.

Eine Skizze (Abb 97) möge das Gesagte verdeutlichen. Die Platten des Adäquators sind auf ihrem Umfang abgerollt skizziert. Die mit den Rotorplatten des Drehkondensators C_1, festverbundene Adäquatorplatte A_1, die der festen Platte P gegenübersteht, ist in n Segmente unterteilt, deren Abstand gegen P durch die Schrauben S_1 bis S_n entsprechend den auszugleichenden Differenzen geregelt werden kann. Die Abgleichung wird schrittweise vorgenommen, entsprechend den Segmenten $1 \div n$, d. h. zuerst wäre C_1 und C_2 auf 18° — vorausgesetzt 180°-Teilung — zu drehen, dann s_1 so zu regeln, daß beide Kreise auf die gleiche Welle abgestimmt sind; als zweiter Schritt würde C_1 und C_2 auf 36° gedreht, s_2 geregelt usw. — Der Adäquator besitzt eine Maximalkapazität von 50 cm (also etwa 10 % eines normalen 500 cm-Kondensators), die für alle praktischen Fälle ausreicht. Im allgemeinen stellt daher der Adäquator ein verhältnismäßig billiges und einfaches Zusatzgerät dar, um die Schwierigkeiten in der Bedienung, die der Betrieb von Mehrfach-Hochfrequenzverstärkern mit abgestimmten Schwingungskreisen mit sich bringt, zu vermeiden.

Batterieschnur mit Anodensicherungsadern. — Um das Durchbrennen der Radioröhren zu verhindern, wird eine besondere Batterieschnur zur Herstellung der Verbindung zwischen Apparat, Heiz- und Anodenbatterie verwendet. Die Adern der Heizleitung, der Anoden- und der Vorspannbatterie bestehen aus einer starken isolierten Litze aus verzinntem Kupferdraht. Für die hohen Anodenspannungen des Audions und der Verstärkerstufen sind die Adern, nach einem zum DRP. angemeldeten Verfahren, aus einem Spezialdraht hergestellt, dessen Widerstand die Stromstärke der Anodenleitungen auf ein Maß herabdrosselt, welches jede Beschädigung der Röhren bei eintretendem Schluß verhindert. Sie kann für alle Apparate hergestellt werden. Die einzelnen Adern tragen deutliche Bezeichnungschilder, welche ein schnelles, sicheres Anschließen ermöglichen. Die auf den Anodensicherungsleitungen angegebenen Spannungen sind Höchstwerte, deren Überschreiten den Spannungschutz in Frage stellt. + 70 V ist als Höchst-Audionspannung vorgesehen, während für die anderen Anodenabgriffe eine Spannung bis zu 150 V entnommen werden kann. Durch diese von C. J. Vogel, Draht- und Kabelwerke A.-G., Berlin-Adlershof, hergestellte Schnur „Asia" wird auch die Anodenbatterie bei eintretendem Kurzschluß geschützt, da auch die Anodensicherungsadern nur einen geringen Strom zulassen.

Hebezeuge und Förderanlagen.

Neuerungen in der Bauart von Elektropostanlagen. — Durch die Möglichkeit des Untereinanderverkehrs beliebiger Stationen ist die Entwicklung der Elektropost einen großen Schritt weiter gebracht worden. Zur Auswahl

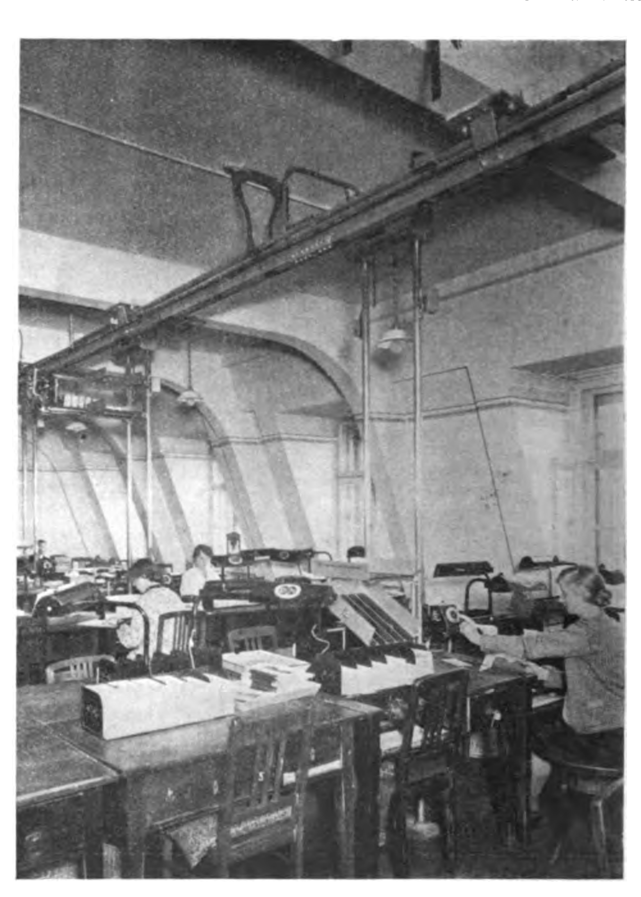


Abb. 98. Elektropost für Aktenförderung mit wahlweisem direkten Verkehr.

der gewünschten Zielstationen dienten zunächst Drucktasten. Da aber jede Station soviel Drucktasten erhalten mußte, wie es angeschlossene Stellen gab, wurde diese Anordnung bei umfangreichen Elektropostanlagen unbequem und unhandlich. Daher ist die Mix & Genest

Aktiengesellschaft, Abt. Rohrpost und Förderanlagen, dazu übergegangen, bei Elektroposten größeren Umfangs Wählscheiben, wie sie bei der selbsttätigen Telephonie üblich sind, an Stelle der Drucktasten zu verwenden. Auf der Abb. 98, die einen Ausschnitt aus der Elektropostanlage der Darmstädter und Nationalbank in Berlin gibt, ist der Einbau der Wählscheiben zu erkennen. Die Beamtin im Vordergrund ist gerade im Begriff, eine Sendung durch Einstellen der Zielstationsziffer vorzubereiten. Eine weitere Neuerung ist die selbsttätige Entladung der Empfangsfächer, die sich nach Beendigung ihrer Bewegung schräg einstellen und die aufgenommenen Sendungen abgleiten lassen. Ein solches schrägstehendes Fach ist auf dem Tisch neben der Beamtin erkennbar. Im Hintergrunde ist ein hochgesteuerter Aufzug dargestellt, der im nächsten Augenblick die für ihn bestimmte Ladung von dem durchfahrenden Elektrowagen abstreifen wird.

Hochspannung.

Neue Vorrichtungen für die mechanische Prüfung von Hochspannungsisolatoren. — Eine Anzahl zunächst unaufgeklärter Armaturen- und Leitungsbrüche, die deutliche Merkmale von Dauerbrüchen aufweisen, sind auf Schwingungen zurückzuführen, die durch Winddruck sowie Abfallen von Schnee- und Eislasten hervorgerufen werden. Da diese Schwingungen auf Hänge- und Abspannketten ganz verschieden wirken, hat die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. in ihrer Maschinenbauabteilung in Freiberg i. Sa zur versuchsmäßigen Klärung der Rückwirkung derartiger Schwingungsvorgänge auf Isolatorenketten die in Abb. 99 gezeigte Maschine herstellen lassen. Durch den Exzenter *a* lassen sich unter Zuhilfenahme von Zusatzeinrichtungen die drei vorkommenden Schwingungsarten an Isolatorenketten (bis zu 16 Gliedern) erzeugen: in Achsenrichtung der Kette, senkrecht zur Kettenachse und Torsionschwingungen. Ferner ist die Vereinigung von je zwei Schwingungsarten, 1 und 2 oder 1 und 3, möglich. Durch ein zwischen Exzenter und Motor eingebautes Reibungsvorgelege *b* läßt sich die Periodenzahl der Schwingungen zwischen 10/min und 1000/min beliebig regeln, während eine an jedem Isolatorenglied anzubringende Schreibtrommel die erzeugten Schwingungen aufzeichnet. An einem Tachometer werden die minutlichen Schwingungen angezeigt und an einem Zählwerk die gesamte Schwingungszahl abgelesen.

Die axiale Zuglast (von $0 \div 10$ t) wird mit Hilfe eines am anderen Ende der Maschine befindlichen Schneckengetriebes *c* eingestellt und mittels einer im Zugorgan angeordneten geeichten Feder *d* gemessen. Durch eine fest verlegte Zuleitung kann während der Versuche an jedes Kettenglied eine elektrische Spannung bis zum Überschlag angelegt werden. Mit Hilfe einer auf der

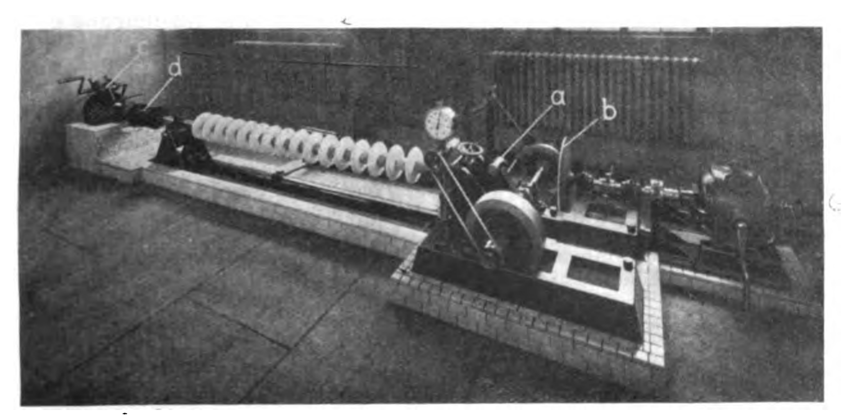


Abb. 99. Maschine zur Erzeugung verschiedener Schwingungsarten an Ketten- und Stützen-Isolatoren.

Abbildung nicht dargestellten Zusatzvorrichtung können auch Freileitungs-Stützenisolatoren der Schwingungsprüfung unterworfen werden.

Mit dieser Maschine angestellte Versuche an Isolatorenketten haben sehr interessante Ergebnisse gezeitigt. So wurde z. B. bei einer großen Anzahl aus verschiedenen Lieferungen herausgegriffener Isolatoren nicht ein einziger Isolator festgestellt, bei dem das Porzellan trotz der sehr starken Schwingungsbeanspruchung auch nur im geringsten in Mitleidenschaft gezogen war. Die aufgetretenen Brüche bestanden ausschließlich aus Armaturen-, insbesondere Klöppelbrüchen. Bei diesen Versuchen ist eine axiale Zugbelastung von im Mittel 2000 kg gewählt worden, die der höchsten auftretenen Belastung des untersuchten Isolatortyps entspricht; die Schwingungszahl betrug rd. 500/min. Nach den Untersuchungen scheinen axiale Schwingungen weniger gefährlich zu sein als Schwingungen senkrecht zur Isolatorenachse, wobei das

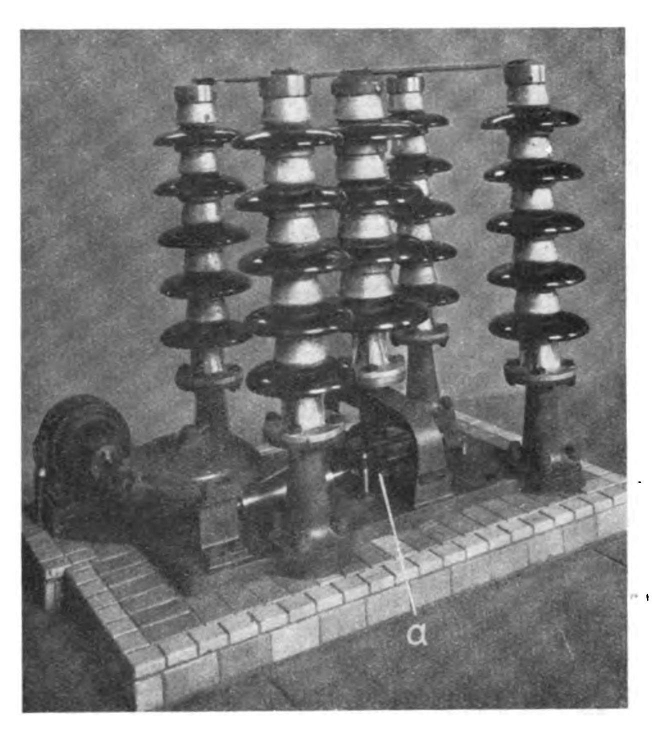


Abb. 100. Maschine zur Dauerprüfung von Freiluftstützern für Drehtrennschalter.

Klöppelmaterial höher beansprucht wird. Die Klöppel rissen meistens am unteren Ende ab, und zwar an der Übergangstelle vom Schaft zum Kopf. Die Bruchflächen ließen in allen Fällen typische Ermüdungs- bzw. Dauerbrüche erkennen, die den Werdegang vom ersten Anriß an kennzeichnen.

Die bisherigen Versuche beweisen also, daß Porzellan dank seines amorphen Gefüges im Gegensatz zu Metall keinen Alterungs- und Ermüdungserscheinungen unterliegt. Anderseits ist die Auswahl eines guten Werkstoffes für die Armaturen, der Gewähr gegen Dauerbrüche bietet, unbedingt notwendig. Im übrigen ließen die zahlreichen mit dieser Maschine vorgenommenen Untersuchungen erkennen, daß sich Isolatoren gleicher Größe, jedoch verschiedener Herkunft, bezüglich ihrer Schwingungsfestigkeit recht verschieden verhalten.

Eine weitere neuartige Maschine ermöglicht die Durchführung von Prüfungen an Trennschalter-Isolatoren unter betriebsmäßigen Beanspruchungen. Bei Drehtrennschaltern, die in Freiluftanlagen Verwendung finden, sind die Kontakte oft stark vereist oder durch Lichtbogenbildung aufgerauht, so daß beim Schalten kräftige Stöße ausgelöst werden, denen die Schalterisolatoren (Freiluftstützer) standhalten müssen. Hierbei werden die äußeren Säulen stoßartigen Biegebeanspruchungen unterworfen, während die mittlere Säule, die das Schalt- oder Trennmesser trägt, auf Torsion beansprucht wird. Mit dem in Abb. 100 dargestellten selbsttätigen Drehtrennschalter können Stützersäulen im Dauerschaltbetrieb erprobt und vergleichende Versuche an verschiedenen Stützerbauarten einwandfrei durchgeführt werden. Die Abb. 100 läßt die Prüfung von Stützersäulen der Kappenbauart erkennen, die sich infolge ihres elastischen Verhaltens bei Dauerprüfungen besonders gut bewährt haben. Die Einrichtung des Trennschalters ist so getroffen, daß die zu prüfenden Säulen im gleichen Abstand an den

Ecken aufgestellt und am Kopfende mit Spezialkontaktklemmen ausgerüstet werden, die sich festziehen lassen, um hierdurch die vorerwähnten Betriebsverhältnisse nachzuahmen. Die mittlere Säule, die ihrer hohen Beanspruchung wegen verstärkt durchgebildet ist, trägt das Trennmesser. Diese mittlere Säule wird durch ein Triebwerk *a* in eine selbsttätig sich wiederholende, nach links und rechts wechselnde Drehbewegung versetzt. Durch ein angebautes Zählwerk werden die Schaltstöße fortlaufend gezählt. Pfeiffer.

Werkstatt und Baustoffe.

Zählerfabrikation am Wandertisch. — Der Weltbedarf an Elektrizitätszählern nimmt mit der Ausbreitung der Elektrizität stetig zu, zumal in den letzten Jahren auch in den bestehenden Anlagen aus begreiflichen Gründen der Pauschalverkauf elektrischer Arbeit aufgegeben wird. Um den gestiegenen Anforderungen gewachsen zu sein, ist die Zählerfabrik der AEG auf das fließende Fertigungssystem umgestellt worden, so daß nun die Zähler vom Rohmaterial bis zum versandfertigen Apparat in einem Fluß hergestellt werden. Bei der Vielheit der verschiedenen Zählertypen für die einzelnen Stromarten und wegen der noch zahlreicheren Variationen durch die gebräuchlichen Tarifsysteme mußte auf die individuelle Anpassungsfähigkeit der Fabrikationseinrichtungen an sehr viele Bauformen besonderer Wert gelegt werden. So



Abb. 101. Montage der Zähler.

können heute auf den insgesamt etwa 1500 m langen Wandertischen Zähler für alle Stromarten und auch Doppeltarifzähler, Zähler mit Höchstlastzeiger, Münzzähler, Überverbrauchszähler, Tarifuhren und ähnliche Spezialapparate hergestellt werden. Die Lehrenhaltigkeit der Zählerteile ist durch die der Fließarbeit eigene größere Kontrollmöglichkeit jeder Einzelarbeit zwangläufig verbessert worden, wie auch im Zusammenhang damit die Gleichmäßigkeit der Rohstoffqualität zur Voraussetzung wurde. Eine große Anzahl von Spezialmaschinen zum Schneiden und Stanzen, Pressen und Biegen, Nieten und Schweißen und zum Wickeln ist längs der Wandertische, z. T. ergänzt durch Reservemaschinen, zur Sicherstellung des Flusses aufgestellt. Werkzeuge, auf jede Einzelarbeit zugeschnitten, erleichtern die Handarbeit. Lehren zur Prüfung der Maßhaltigkeit und zur Erhöhung der Treffsicherheit der Handgriffe sind an den ruhenden Arbeitsplätzen der Wandertische in großer Zahl vertreten. Die zunächst in Einzelflüssen gefertigten Teile, wie Grundplatten, Klappen, Triebkerne mit Spulen, Systemanker, Zählwerke, Magnete und Klemmen, finden sich im Hauptfluß der Gesamtmontage zusammen und werden hier schrittweise zusammengebaut (Abb. 101), wobei die Kontroll- und Paßarbeiten den Hauptanteil haben. Die fertigen Zähler werden dann in den Eichstationen ebenfalls im Wandersystem geeicht, indem die Eicherinnen von Zähler zu Zähler gehen und jeweils nur eine bestimmte Einstellung vornehmen. Die Einstellungen sind voneinander unabhängig. Aus der Eichstation gelangen die Zähler zur Verpackung, die auch auf dem Wandertisch vorgenommen wird. Die Leistungsfähigkeit der Zählerfabrik ist mit der Neueinrichtung auf eine Tagesproduktion von 5000 bis 6000 Zählern, je nach den Typen, gesteigert worden. *ri.*

Elektrische Handbohrmaschinen von C. & E. Fein. — Die Entwicklung der Elektrowerkzeuge, insbesondere der elektrischen Handbohrmaschinen ist in den Nachkriegsjahren um ein bedeutendes Stück vorangekommen. Während man früher Maschinen für Gleich- oder Drehstrom und seit 1902 auch für Zweiphasen-Wechselstrom baute, wurde seit etwa 1920 eine besondere Art leichter Handbohrmaschinen für Gleich- und Einphasen - Wechselstrom abgespaltet, die zur Bedienung aus freier Hand und für kleine Bohrdurchmesser bis 10 bzw. 15 mm bestimmt sind.

Aber auch die normalen Handbohrmaschinen für Gleich- und Drehstrom haben seit der Erstausführung der Firma C. & E. Fein, Stuttgart, vom Jahre 1895 (Abb. 102) eine bedeutende Wandlung durchgemacht. Sie wurden zuerst nur für Gleichstrom gebaut, da damals Drehstrom noch nicht gebräuchlich war. Die Ausführung der ersten Drehstrom - Bohrmaschine etwa im Jahre 1900 ging Hand in Hand mit der erstmaligen Verwendung von Aluminiumteilen. Sie wurde in ihren äußeren Abmessungen mit den Gleichstrommaschinen möglichst ähnlich gehalten. Zur Erzielung geringerer Drehzahlen für größeren Bohrdurchmesser wurden im Jahre 1901 Rädervorgelege vor die Bohrwellen geschaltet, die von einem Gußgehäuse zwanglos umhüllt sind (Abb. 103). Ein- und Mehrphasenmotoren mit Käfigankern wurden bereits im Jahre 1902, Universalmotoren mit Anschluß an Gleich- und Wechselstrom dagegen erst in den Jahren 1913/14 verwendet. In ihrer konstruktiven Durchbildung waren diese Maschinen (Abb. 104) recht vollkommen und gut. Ihre äußere Form diente daher bis heute als Muster

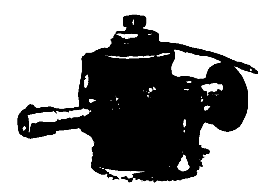


Abb. 102. Handbohrmaschine für Gleichstrom aus dem Jahre 1895.

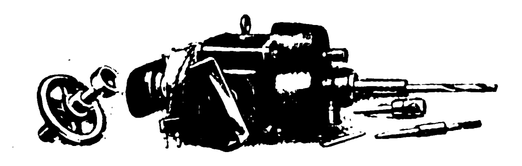


Abb. 103. Handbohrmaschine mit Rädervorgelege aus dem Jahre 1901 (auch Drehstrom).

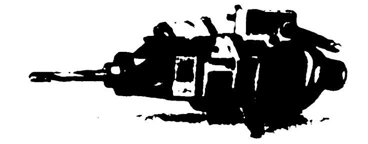


Abb. 104. Handbohrmaschine aus dem Jahre 1914 mit Universalmotor.



für den Hochleistungstyp. Änderungen wurden an ihnen nur im Innern, an Material, Zahnrädern und Schalterteilen vorgenommen.

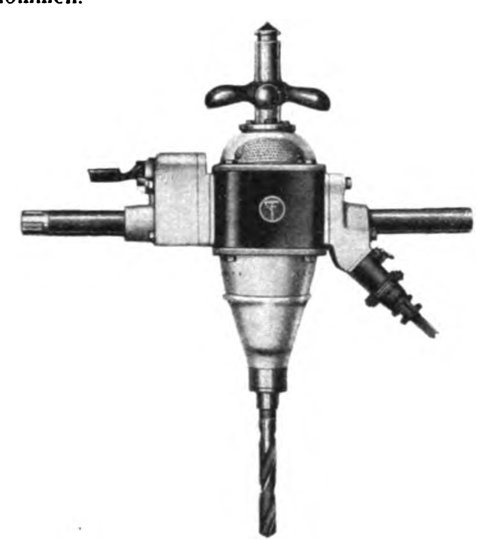


Abb. 105. Durchzugstype, Modell 1927.

Die genannte Firma hat nun die Erfahrungen dieser bewährten Type für eine neue Hochleistungs-Handbohrmaschine verwendet und dabei die neuzeitlichen Anforderungen hinsichtlich Leistung, Handhabung und Herstellung berücksichtigt. Schon äußerlich fällt die neue Handbohrmaschine (Abb. 105) durch ihre glatte und zweckmäßige Formgebung auf. Die früher außerhalb geführten Haltebolzen (Abb. 104) sind innerhalb des quadratischen Körpers gelegt (Abb. 105). Das Vorgelege und die

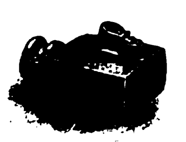


Abb. 106. Steckdose üblicher Ausführung.

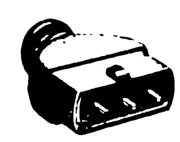


Abb. 107. Steckdose neuester, glatter Ausführung.



Abb. 108. Aufhängung einer Handbohrmaschine für gewichtlose Arbeiten.

einzelnen Lager- und Schalterteile sind so mit dem umgebenden Aluminiumgehäuse verbunden, daß nirgends ungeschützte Kanten oder Schrauben vorstehen, die bei rauhem Betrieb angestoßen und beschädigt werden könnten. Der quadratische Körper gestattet ein leichtes Anbringen von Schaltern, Flanschen, Libellen und dergleichen, sowie ein einfaches Halten und Ablegen der Maschine.

Im inneren Aufbau ist besonders der neu durchkonstruierte Elektromotor zu erwähnen, der mechanisch und elektrisch reichlich bemessen ist. Die Blechpakete sind so ausprobiert, daß sie für Gleichstrom, Drehstrom und Universalausführung mit den entsprechenden Wicklungen versehen werden können und dabei unter sich austauschbar bleiben. Die Lagerung und Verzahnung ist äußerst kräftig gehalten und für die Schmierung leicht zugänglich. Durchweg sind nur die besten Konstruktionsmaterialien verwendet. Die Montage ist äußerst einfach und von jedem Laien vorzunehmen. Derselbe Wert wie auf die Maschine ist auf die Durchbildung der Anschlußteile, wie Stecker und Kupplung, gelegt, die ebenfalls im Gegensatz

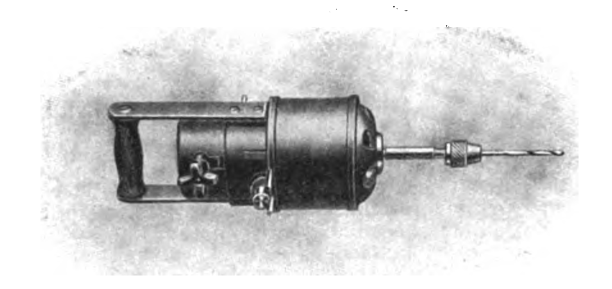


Abb. 109. Stiel-Handbohrmaschine.

zu den früheren Konstruktionen (Abb. 106) die Merkmale der äußerlich glatten, ausgeglichenen Form (Abb. 107) aufweisen. Die Zubehörteile, wie Zuspannschrauben, Libellen zum Holzbohren, Aufhängevorrichtung für Fließmontage (Abb. 108) u. dgl., entsprechen den Grundsätzen neuzeitlicher Fertigung. Zahlenmäßig wird der bedeutende Fortschritt am besten dadurch beobachtet, daß man bei der neuen Type trotz wesentlichen Verstärkungen bei viel höherer Wattleistung unter dem Gewicht der vorhergehenden Type geblieben ist.



Abb. 110. Universal-Bohrmaschine mit pistolenartigem Handgriff und Sterngriffschalter 1919.

Viel rascher vollzog sich die Entwicklung der kleinen Universalmaschinen, die aus dem Bedürfnis heraus entstanden, einen Ersatz für die Bohrknarre zu schaffen. Als Vorläufer hierzu kann die seit dem Jahre 1905 für Gleichoder Drehstrom gebaute Stiel-Handbohrmaschine betrachtet werden (Abb. 109), die bis nach dem Kriege für alle kleineren Bohrarbeiten als das beste galt. Nachdem die Universalmaschinen in den Jahren 1913 und 1914 mit einer besonderen Wicklung in den genuteten Ständerblechen des Schnitts für Drehstrom ausgeführt worden waren, wurde 1919 die Ausführung mit ausgeprägten lamellierten Polen bekannt und für solche kleine Handbohrmaschinen angewendet. Durch ihre Hauptstromcharakteristik nehmen diese Maschinen bekanntlich im Leerlauf eine sehr hohe Drehzahl (8000 ÷ 12 000 Umdr./min) an, die dann bei Belastung entsprechend abfallen (3000 ÷ 6000 Umdr./min). Diese hohen Drehzahlen gestatten den Bau von Maschinen, die für ihre Leistung verhältnismäßig klein sind. Das Gehäuse besteht

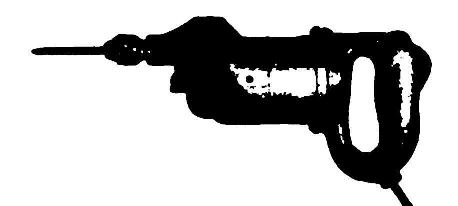


Abb. 111. Handbohrmaschine für 6 mm, Modell 1921 (8,5 kg).

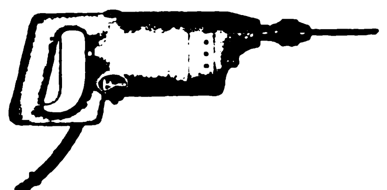


Abb. 112. Universalhandbohrmaschine für 6 mm, Modell 1927 (2,5 kg).

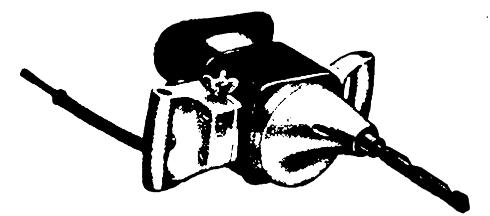


Abb. 113. Neue 15 mm-Handbohrmaschine, Modell 1927.



zwecks Gewichtsersparnis ganz aus Aluminium und die Anordnung des Handgriffs ist pistolenartig. Der Schalter wurde ursprünglich als Sterngriffschalter an der Maschine (Abb. 109) oder am fuchsschwanzartigen Handgriff angeordnet (Abb. 110). Bald wurde jedoch, wie Abb. 111 zeigt, der Handgriff mit Drückerschalter ausgebildet. Auch diese Handbohrmaschine ist durch eine neukonstruierte Typenreihe ersetzt worden, bei der die außen völlig glatte Form



Abb. 114. Elektroschraubenzieher.

ebenfalls auffällt (Abb. 112). Der Motor ist durch einen neuen ersetzt, der trotz kleineren Außenmaßes dieselbe Leistung wie der frühere abgibt (früheres Gewicht einer 6 mm - Maschine 3,5 kg, jetzt 2,5 kg). Außerdem ist der Unterschied zwischen der Gleich- und Einphasenwechselstromleistung, der gerade bei diesen Maschinen immer ziemlich erheblich ist (30 ÷ 40 %), auf ein Mindestmaß beschränkt.



Abb. 115. Ventileinschleifmaschine.

Die Forderung, daß der Schalter immer vom Handgriff der Maschine aus betätigt werden kann, ist durch eine neuartige Griffschalteranordnung berücksichtigt (Abb. 112). Diese pistolenartige Griffanordnung ist vorteilhaft für Bohrmaschinen bis etwa 10 mm Bohrleistung, bei der die Bohrmaschine noch mit einer Hand zugedrückt werden kann, während für Bohrdurchmesser bis 15 mm beiderseitige Haltegriffe und Andrücken durch Brustplatte üblich sind. Die 15 mm-Type hält sich, wie Abb. 113 zeigt, an den quadratischen Aufbau der Durchzugstypen für Gleich- und Drehstrom, die ebenfalls mit Universalmotor geliefert werden können. Außerdem ist die Bohrspindel in eigenartiger Weise so exzentrisch angebracht, daß eine leichte Zugänglichkeit an Ecken und engen Stellen möglich ist. Der ganze Aufbau dieser Maschine ist einfach und nach den Grundsätzen amerikanischer Fertigung durchgeführt.

Aus diesen Einheitsmotoren wurden noch eine Anzahl elektrischer Sonderwerkzeuge entwickelt, wie sie die moderne Herstellung verlangt. Es sind dies z. B. elektrische Schraubenzieher (Abb. 114), Ventileinschleifmaschinen (Abb. 115) und Sonderantriebe für Autopumpen, Gebläse, Bohner u. dgl. Dr.-Ing. H. Fein.

Verschiedenes.

Ölschleuderreinigung. Die sorgfältige Überwachung des in den Transformatoren der Überlandversorgungen zur Verwendung gebrachten Transformatoren-Füllöles bildet

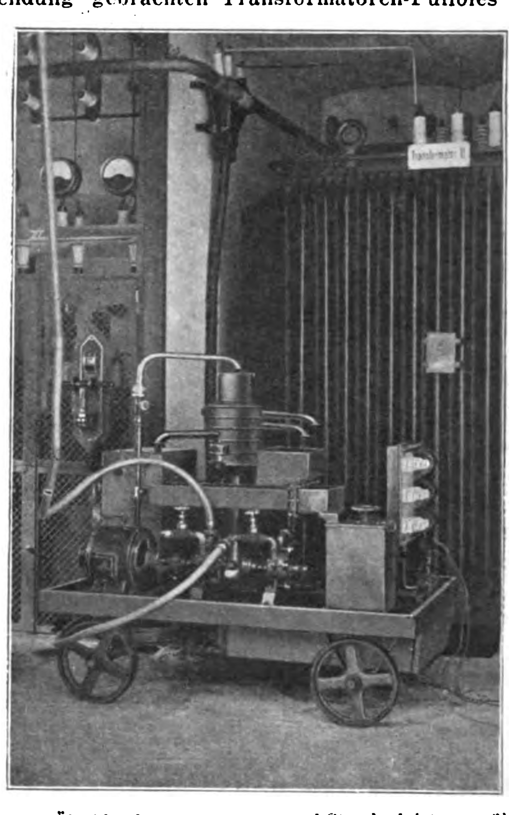
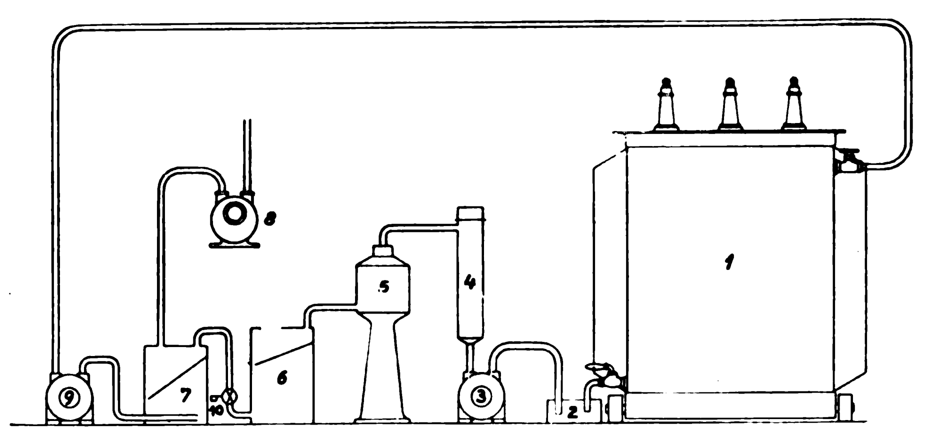


Abb. 116. Ölschleuderapparat von 1500 l-Stundenleistung während der Arbeit in einer Transformatorenstation.

die stete Sorge der Betriebsleiter, denen bekannt ist, daß mangelhaftes Öl eine Gefährdung der Betriebsicherheit der Transformatoren herbeiführt. Es ist infolgedessen eine sorgfältige Überwachung des Zustandes des Transformatoren-Füllöles unerläßlich, und wenn es sich herausstellt, daß das Öl eines Transformators erneuerungsbedürftig ist, ergibt sich für den verantwortlichen Betriebsleiter die Frage, auf welche Weise er das Öl des Transformators zur Auswechselung bringen soll. Ein Rücktransport des Transformators zur Werkstatt ist umständlich, gefährdet auch die mechanische Haltbarkeit des Apparates, und eine Auswechselung des Öles bürgt nicht dafür, daß die im Transformator verbliebenen Rückstände des alten Öles nicht so-



1 Transformator, dessen Öl gereinigt werden soll
2 Auslaufschale
3 Förderpumpe für das zu reinigende Öl
4 Durchlauf-Ölerhitzer (bis 50)
5 Ölschleuder
6 Beruhigungskessel
7 Evakuierungskessel
8 Vakuumpumpe
9 Förderpumpe zur Rückbeförderung des geschleuderten Öles in den Transformator
10 Selbsttätiges Regelventil zur Einstellung des Vakuums

Abb. 116a. Schema der Anordnung der Apparate bei Reinigung des Öles eines in Betrieb verbleibenden Transformators, ohne Benutzung einer Entsäuerungsvorrichtung.
(Das geschleuderte Öl kann auch durch den Konservator wieder in den Transformator zurücklaufen.)



gleich wieder eine Gefährdung der Betriebsicherheit des neuen Öles herbeiführen.

Um diesen zweifellos vorhandenen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, hat die Firma A. Gobiet & Co. in Rotenburg a/F., Bezirk Kassel, ein Ölreinigungsverfahren ausgearbeitet, zu welchem ein Ölschleudersatz gehört, der in Abb. 116 dargestellt ist. Dieser Ölschleudersatz wird mittels Personen- oder Lastwagen bis zum Aufstellungsorte des Transformators geschafft und dann in der Weise angeschlossen, daß das im Transformator vorhandene alte Füllöl durch eine Pumpe abgesaugt wird, um einer im Maschinensatz befindlichen Ölschleuder zugeführt zu werden, die, mit hoher Drehzahl arbeitend, eine einwandfreie Reinigung des im Transformator vorhandenen Füllöles herbeiführt, wobei das Öl im Interesse der Erlangung eines guten Ergebnisses durch einen vorhandenen Ölvorwärmer auf eine Durchflußtemperatur von rd. 40° gebracht wird.

Aus Abb. 116 a ist das Schema der Anordnung der notwendigen Apparatur zu ersehen, wobei noch zu bemerken ist, daß bei dem viele Stunden dauernden Umlaufverfahren nach dem vorliegenden Ergebnisse eine vollständige Entfeuchtung und Entschlammung des Kernes des Transformators stattfindet, weil das den Kern umspülende gereinigte Öl die im Transformator verbliebenen Bestandteile des alten Öles mit sich reißt.

Neuerdings wird der Ölschleuderapparat noch mit einer Entsäuerungsvorrichtung versehen, die aus einer mit Rührwerk versehenen Trommel besteht, in welche ein Säure-Absorptionsmittel hineingeführt wird. Bei mehrmaligem, langsamem Durchlaufen des Öles durch die mit Rührwerk versehene Trommel wird eine Entsäuerung des Öles bewirkt, welches durch diese Behandlung also als entfeuchtet, entschlammt und entsäuert gelten kann.

Der Staubsauger des Sachsenwerks. — Es gibt zur Zeit schon so viele Systeme von Staubsaugern für den Gebrauch im Haushalt, daß der Laie fast vollständig auf die Beratung durch die Verkaufsorgane angewiesen ist. Aber auch bei diesen findet man nicht immer die zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Fabrikates notwendige Sachkenntnis, da ja sehr oft die Verdienstspanne für den Vertrieb entscheidend ist und es genügt, wenn „keine Reklamationen kommen". Apparate „ohne Reklamationen", also sogenannte gute Erzeugnisse, sind aber in ihren Eigenschaften so sehr verschieden voneinander, daß es sich lohnt, etwas näher darauf einzugehen.

Die Förderung der Saugluft erfolgte bei den ältesten Apparaten, also vor etwa 30 Jahren, mit Hilfe von Kolben- oder Membranpumpen. Sämtliche Teile, Motor, Pumpe und Filter waren schon in einen Kessel eingebaut. Kennzeichnend für diese Apparate war ein verhältnismäßig starker Unterdruck (etwa 2000 mm W-S) bei geringer Luftmenge ($15 \div 20$ m³/h). Das unbedingt notwendige genaue Aufsetzen der Saugwerkzeuge auf den zu bearbeitenden Gegenstand zwecks Vermeidung „schädlicher Nebenluft" und gelegentliche Beschädigung von Geweben durch den zu starken Unterdruck haben neben dem hohen Anschaffungspreis den Apparaten weite Verbreitung versagt.

Umwälzend hat die Einführung des Schleudergebläses an Stelle der Membranpumpe gewirkt, denn nun war es ohne Schwierigkeit möglich, so große Luftmengen zu fördern, daß für die Wirkung des Apparates nicht mehr ein sehr genaues Aufsetzen der Saugmundstücke notwendig war. Die Anwendung durch den Laien war hierdurch sehr erleichtert. Diese aus dem Anfang dieses Jahrhunderts stammende Verbesserung hatte gleichzeitig den Vorteil, daß der auch bei fehlerhafter Handhabung mögliche Unterdruck (etwa 500 mm W-S) keine schädliche Größe annehmen konnte.

Die Verwendung des Schleudergebläses bedingte die Anwendung von Motoren mit hoher Drehzahl, um nicht unzulässig große Durchmesser des Gebläses oder eine zu große Stufenzahl zu erhalten. War nun noch vor etwa 20 Jahren ein Kleinstmotor mit etwa $3000 \div 4000$ Umdr./min als schnellaufend zu bezeichnen, so gilt zur Zeit eine Drehzahl von $10\,000 \div 15\,000$ als durchaus normal. Die Abmessungen für Motor und Gebläse sowie deren Gewichte ließen sich auf diese Weise weitgehend vermindern, so daß die Staubsauger sehr „handlich" wurden.

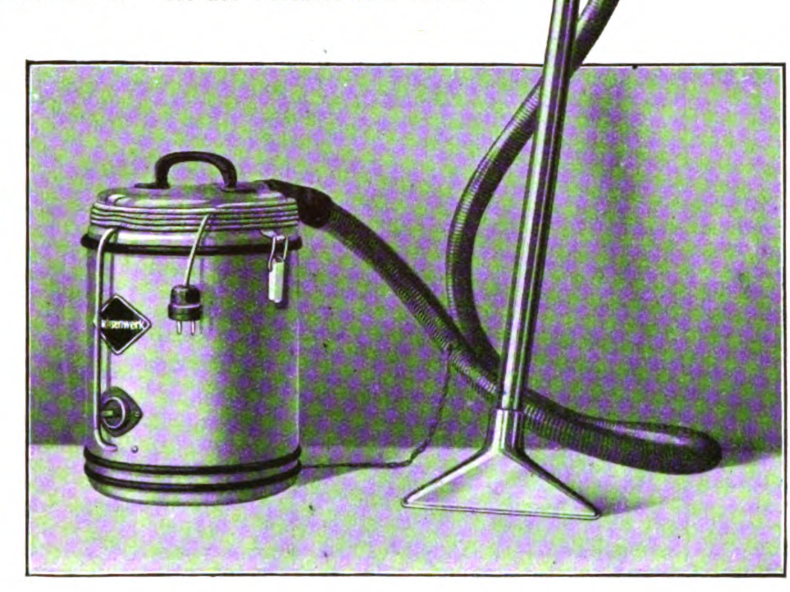


Abb. 117. Staubsauger des Sachsenwerkes (Ansicht).

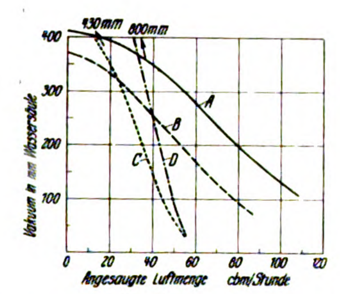


Abb. 118. Abhängigkeit des Unterdruckes von der angesaugten Luftmenge. (Messung mit 30 mm-Düsendurchmesser und 2,5 m-Schlauch.)

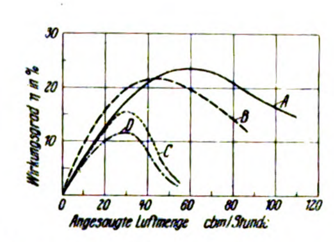


Abb. 119. Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der angesaugten Luftmenge (Messungen wie bei Diagramm I). *A* und *B* betreffen einstufige Gebläse, *C* und *D* dagegen zweistufige Gebläse!

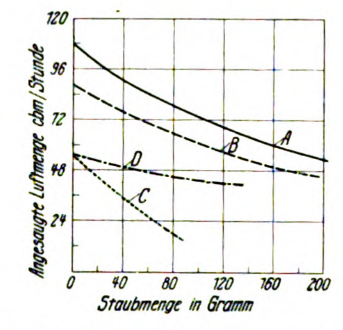


Abb. 120. Abhängigkeit der angesaugten Luftmenge von der Verstaubung des Filters. Der kleine Filter des Apparates *C* bewirkt unzulässig starken Rückgang der Saugleistung!

Wie auf allen Gebieten der Technik, so ist auch auf dem der Entwicklung des elektrischen Staubsaugers ein Optimum festzustellen, insofern als die Bestrebungen nach Verminderung des Gewichts und der Abmessungen soweit gingen, daß nicht minderwichtige Gesichtspunkte, wie Lebensdauer und Leistungsfähigkeit, erheblich vernachlässigt wurden.



So kommt es, daß heute, wie schon eingangs erwähnt, Apparate von ganz verschiedener Gebrauchsfähigkeit auf dem Markte sind.

Nachstehende Diagramme (Abb. 118 ÷ 120) geben einen Überblick über die Eigenschaften einer Anzahl von Staubsaugern.

Bemerkenswert ist vor allem, daß sich die einzelnen Apparate grundverschieden verhalten bezüglich des naturgemäß infolge Verschmutzung des Filters stets eintretenden Rückganges der Saugwirkung. Nach eingehenden Untersuchungen ist für den Gebrauchswert eines Staubsaugers dieser Umstand aber von größter Wichtigkeit. Apparate, welche nach Aufnahme von nur 50 g Staub, d. h. bei gründlicher Reinigung eines Teppichs von 5 ÷ 6 m² schon unzulässig in der Saugwirkung nachlassen, können naturgemäß nicht als gleichwertig bezeichnet werden mit anderen Typen, welche auch bei der 4- bis 5fachen Staubmenge noch hinreichende Wirkung haben.

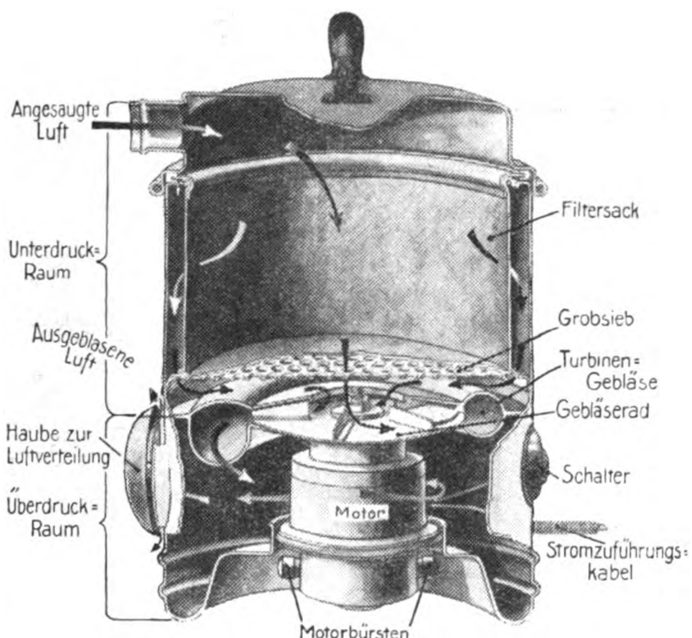


Abb. 121. Schnitt durch den Sachsenwerk-Staubsauger.

Als Kriterium für den Gebrauchswert müßte deshalb neben dem maximalen Unterdruck, der größten volumetrischen Saugleistung in gereinigtem Zustand und dem Stromverbrauch auch noch die Filtergröße des Apparates eingeführt werden, von welcher die Abnahme der Leistung während des Gebrauchs in hohem Maße abhängt. Bei Anwendung des Staubsaugers in Wohnräumen hat sich die verschiedenartige Anordnung des Filters als unwesentlich erwiesen. Bestrebungen, den Filter so anzuordnen, daß der Staub in ein Sammelgefäß von selbst abfällt, um trotz kleiner Filterfläche die Saugleistung konstant zu erhalten, hatten keinen Erfolg. Dies ist begreiflich, wenn man den sogenannten „Staub" näher betrachtet. Er fällt im Haushalt stets als eine mit Fasern verschiedenster Art durchsetzte filzartige Masse an, welche fest an der Filterfläche haftet und nicht durch leichte Erschütterung abfällt. Vergleichsversuche mit reinen Staubkörpern, wie Zement usw., oder sogar mit Sand, welche Substanzen natürlich nicht am Filter haften, sind bedeutungslos und sogar irreführend für den Vergleich.

Den Typus eines neuzeitlichen Kesselstaubsaugers zeigt beispielsweise obenstehender Schnitt durch den Sachsenwerk-Staubsauger (Abb. 121). Große Filterflächen, Standfestigkeit durch tiefliegenden Schwerpunkt, Zugänglichkeit zu den Kohlebürsten des Universalmotors, geringes Gewicht sind einige Eigenschaften, die zu den aus den Diagrammen (Kennlinien *A*) ersichtlichen hinzutreten.

Bestimmend für den Aufbau war die Erwägung, daß ein Unterdruck von mehr als 500 mm W-S unbedingt bedenklich erscheint bei Behandlung empfindlicher Gewebe, und daß ferner der im Verhältnis zur Saugleistung sehr erwünschte niedrige Stromverbrauch nur mit einem einstufigen Schleudergebläse vorteilhaft erreicht werden kann. Außerdem war zu berücksichtigen, daß neben den Wechselstromzentralen immer noch eine große Anzahl von Gleichstromanlagen besteht und der Kunde tatsächlich einen Universalapparat, d. h. einen Apparat zum Anschluß an Gleichstrom und Wechselstrom jeder gebräuchlichen Periodenzahl, erhalten sollte. Durch Festlegung einer Drehzahl von etwa 10 000 Umdr/min war es möglich, unabhängig von der Stromart, eine gleichmäßig starke Saugwirkung zu erzielen, was bei einer Drehzahl von 7 ÷ 8000 Umdr/min ohne unzulässig starke Funkenbildung am Kommutator unmöglich ist. Auch in dieser Hinsicht zeichnet sich der Sachsenwerk-Staubsauger vorteilhaft aus.

Für die Beurteilung des Gebrauchswertes ist es ferner wichtig, daß der Schalter nicht unorganisch an den Kessel außen angehängt, sondern vollständig geschützt und doch leicht zugänglich angeordnet ist.

Nachdem der Staubsauger sozusagen in jedem Haushalt Eingang gefunden hat, mußte auch damit gerechnet werden, daß Kinder, in Unkenntnis der möglichen Folgen, Gegenstände in die am Apparat befindlichen notwendigen Öffnungen einführen. Liegt nun z. B. der tangentiale Ausblasestutzen des Gebläses frei, so können bei der hohen Umfanggeschwindigkeit des Flügelrades (etwa 80 m/s) bei Einführung von Bleistiften, Stricknadeln usw. schwerste Handverletzungen eintreten.

Der Ausblasestutzen mündet deshalb beim Sachsenwerk-Staubsauger nicht direkt ins Freie, sondern in eine den Motor umgebende Druckkammer (Überdruckraum). Das Flügelrad selbst kann durch das Schutzgitter (Grobsieb) hindurch nur in axialer Richtung berührt werden, und zwar nur an einem glatten, schaufellosen Teil, so daß die oben geschilderte Gefahr vollständig vermieden ist.

Zur Beseitigung der unangenehmen Zugluft-erscheinung aller Staubsauger mit freiem Ausblasestutzen des Schleudergebläses ist der beschriebene Staubsauger mit einer Haube zur Luftverteilung versehen.

Bei Reinigung des Filters ist es nicht notwendig, den ganzen Kessel zu transportieren, sondern es braucht nur der leichte Filter allein aus demselben herausgenommen zu werden. Da der Staub sich nicht an den Außenflächen abscheidet, wie dies bei veralteten Systemen der Fall war, sondern sich im Innern des Sackes befindet, ist eine staubfreie Reinigung leicht möglich.

Nach vorstehendem ist zu verstehen, daß der anscheinend so einfache, ja man möchte beinahe schon sagen verachtete Staubsauger, wie fast jedes Hausgerät das Ergebnis ernster Forschung sein kann, und es sich für den Verbraucher und Händler in gleicher Weise lohnt, die einzelnen Erzeugnisse nicht nur bezüglich des Preises zu vergleichen. Artur Kröner.

Der Pulsresonator[1]. — Alle Untersuchungsmethoden des Herzens dienen dazu, einen möglichst genauen Aufschluß über die Funktion dieses lebenswichtigen Muskels zu erhalten. Die Erfindung des Stethoskops war der erste Schritt auf diesem Wege. Perkussion und Auskultation vermochten aber nur dem Ohr des Untersuchenden einen Anhaltspunkt zu geben, und das Bestreben ging dahin, auch dem Auge irgendwelche Veränderungen wahrnehmbar zu machen. Ein langer und mühsamer Weg führte bis zur Kurve des Elektro-Kardiographen. Trotz der bisher erreichten Vollkommenheit aller dieser Untersuchungsmethoden, trotz der genauen Kenntnis des toten

[1] F. Kraus, R. Goldschmidt, S. Seelig. Analyse des Pulsrhythmus mit dem „Pulsresonator". Z. f. d. ges. experim. Med. 1926, H. 1/3. Verlag von Julius Springer, Berlin.

„Der Pulsresonator" von F. Kraus, R. Goldschmidt und S. Seelig, Berlin. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, herausgegeben von Geheimrat Prof. Dr. Abderhalden, Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.

„Der Goldschmidtsche Pulsresonator" von F. Kraus und S. Seelig, Berlin, Med. Klinik 1927, Nr. 18. Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin.

Prof. Dr. Kaufmann, „Über autoptische Befunde bei Herzkrankheiten", Med. Klinik Nr. 50 (1201), Bd. 13, S. 1919.

Dr. Alfred Gradenwitz, „Der Pulsresonator", Funk-Nachrichten Bd. 25, H. 50, S. 27.

Max Hochrein u. Rolf Meier, „Über neue Methoden zur Bestimmung der arteriellen Blutgeschwindigkeit", Münch. med. Wochenschr. 1927, Nr. 47, S. 1995.

P. Martini, „Die Beurteilung der Güte des Herzens und die Diagnose der Herzschwäche", Münch. med. Wochenschr. 1927, Nr. 47, S. 1998.

Herzmuskels in allen seinen anatomischen und histiologischen Einzelheiten bietet uns das l e b e n d e Herz noch manches Rätsel, das zu lösen übrig bleibt. Jeder Fortschritt, der dazu führt, ihm ein neues Geheimnis zu entreißen, ist daher mit Freude zu begrüßen. Ein solcher Fortschritt zur näheren Kenntnis des lebenden Herzens

Abb. 122. Pulsresonator.

ist der von der Electricitätsgesellschaft Sanitas, Berlin, hergestellte Pulsresonator nach Prof. G o l d s c h m i d t (Abb. 122). Er dient dazu, den Pulsschlag an der Arteria radialis nicht indirekt, durch Fühlen und Tasten, sondern durch unmittelbare Aufzeichnung dem Auge sichtbar zu machen. Der Pulsresonator macht sich das Resonanzprinzip zunutze, wobei der Puls zum Aussenden mechanischer Wellen benutzt wird.

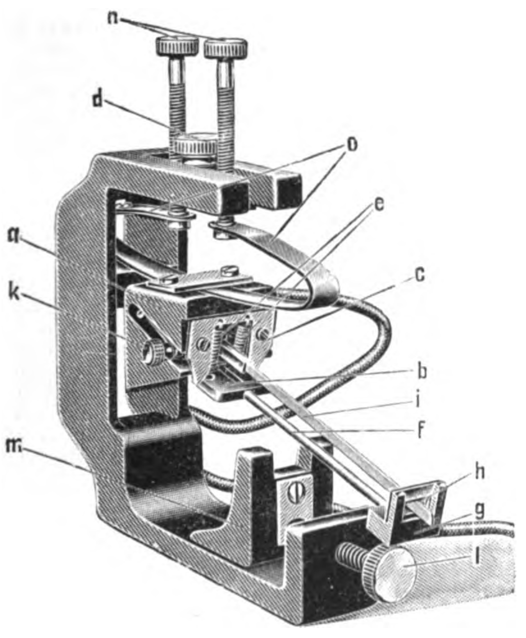


Abb. 123. Belotte.

Im Kreise um einen Elektromagneten, welcher von einer Taschenlampenbatterie gespeist wird, sind 24 Pendel aufgehängt, welche auf verschiedene Eigenschwingungen abgestimmt sind. Die Abstimmung ist so gewählt, daß Pulsschläge von 45 ÷ 176/min registriert werden können. Das wird dadurch erreicht, daß jedes der 24 Pendel zweimal zum Schreiben benutzt wird, also das 90er Pendel den 45er Puls, das 176er Pendel den 88er Puls anzuzeigen vermag. Zur Steuerung des magnetischen Kreises im Takte des Pulses dient die Belotte (Abb. 123), welche mit einem Schraubbügel am Handgelenk befestigt wird. An einem Gestell sind zwei Kontakthebel drehbar befestigt. Der untere Hebel 2 *g* liegt mit der Platte *d* auf dem Puls und wird durch diesen auf und ab bewegt. Dadurch gerät er in Kontakt mit dem Hebel *h* im Rhythmus des Pulses, und dasjenige Pendelchen kommt am meisten in Schwingung, das sich mit der augenblicklichen Pulsfrequenz in Resonanz befindet.

Den 24 Pendeln gegenüber sind 24 voneinander isolierte Kontakte angebracht, die nur von den am weitesten ausschlaggebenden Pendeln berührt werden. Bei jedesmaliger Berührung wird einer der 24 Stromkreise geschlossen. Mit Hilfe von Rollen wird der Strom einem über Walzen bewegten Papierband zugeführt, und durch das angefeuchtete Papier hindurchgeleitet. Das Papier ist chemisch präpariert und zeigt beim Stromdurchtritt eine Farbveränderung. Die Pulsschläge erscheinen auf dem gleichmäßig fortbewegten Papierband in Form kurzer Striche.

Das Ergebnis der ersten Untersuchung war das, daß ein Puls bei normalem Herzbefund sich keineswegs beständig in gleicher Höhe hält, sondern schon in 1 min Schwankungen unterliegt, die sich um rd. ± 5 % um seinen Mittelwert bewegen. Die Pulsfrequenz ist wieder von äußeren Einflüssen abhängig, so z. B. von Anstrengungen körperlicher und geistiger Art. Beim liegenden und ausgeruhten Patienten ist sie niedriger als beim stehenden und wird natürlich noch höher ansteigen, wenn irgendeine körperliche Anstrengung geleistet ist. Der Pulsresonator zeigt dieses Ansteigen bzw. Absinken der Frequenz leicht ablesbar an, er zeigt aber auch, daß die Aktionsbreite, d. h. das Schwanken des Pulses beim Gesunden rd. 10 % beträgt. Ferner zeigt die fortlaufende Kurve auch an, in welcher Z e i t die so erhaltene erhöhte Frequenz wieder zur normalen zurückkehrt, was je nach Größe der geleisteten Arbeit bei körperlicher Anstrengung etwa in ³/₄ ÷ 1½ min zu geschehen pflegt. Wie sich für das gesunde Herz eine gewisse „normale" Kurve ergibt, so hat sie für alle Erkrankungen des Herzens und des Gefäßsystems ebenfalls ein charakteristisches Aussehen.

Der praktische Wert einer so erhaltenen Pulskurve ist erstens der, daß sie dem untersuchenden Arzte den anderweitig erhaltenen Befund bestätigt und ihm dafür einen sichtbaren Beweis in die Hand gibt, die jeder dritten Person, etwa einer Lebensversicherungs-Gesellschaft, jederzeit zur Nachprüfung vorgelegt werden kann. Sie stellt also gewissermaßen ein Attest dar. Hat man auf Grund des sonstigen Untersuchungsbefundes eine pathologische Kurve erhalten, so kann man nach Einleitung der üblichen Therapie die allmählich fortschreitende Besserung durch Vergleich der Kurven deutlich verfolgen, deutlicher und genauer als es auf Grund akustischer Wahrnehmungen möglich ist.

Hiermit sind nur wenige Indikationsgebiete des Pulsresonators bzw. seiner Kurve angegeben. Es wird der spezialistisch-medizinischen Wissenschaft vorbehalten bleiben, durch eingehende Beschäftigung mit dem Pulsresonator noch weitere Indikationsgebiete zu erschließen. (Dr. med. H e n s e l e r, „Der Pulsresonator nach Prof. Goldschmidt". Druckschrift der Electricitätsges. Sanitas, Berlin.) *Sb.*

Umstellung des elektrischen Spielzeuges. — Seitdem mit Wirkung vom 1. I. 1927 Vorschriften für elektrisches Spielzeug vom VDE erlassen worden sind, waren für die deutsche Spielwarenindustrie zahlreiche Schwierigkeiten zu überwinden, um die verschiedenen Ansprüche, die an elektrisches Spielzeug gestellt werden, zu befriedigen. Da nach den neuen Vorschriften elektrisches Spielzeug nur noch bis zu einer Nennspannung von 24 V hergestellt werden darf, wurde von der Firma Gebr. Märklin & Cie, G. m. b. H., Göppingen, als mittlere Betriebspannung 20 V gewählt, ein Wert, der bei Wechselstrom etwas über- und bei Gleichstrom etwas unterschritten wird. Das Hauptgebiet des Spielzeugbaues, in welchem die Elektrotechnik ihrer übrigen Entwicklung entsprechend immer mehr festen Fuß faßt, sind die Eisenbahnen, und es ist für jung

und alt gleich interessant und lehrreich, sich mit Modelleisenbahnen zu beschäftigen, die bis ins äußerste den Großbetrieb wiederzugeben gestatten.

In Abb. 124 ist in gedrängtester Form eine Bahnhofsanlage dargestellt, allerdings nur in ihrem reinen elektrischen Aufbau. Eine weitere Ausstattung durch Empfangsgebäude, Bahnsteighallen, Lokomotivschuppen usw. würde die Anlage nur noch täuschender gestalten, doch sei hier nur auf den elektrischen Teil hingewiesen. 1 ist ein Anschlußapparat, und zwar bei Wechselstrom ein Transformator, bei Gleichstrom ein Einankerumformer. Diesem Apparat wird der Strom entnommen sowohl für den Betrieb der elektrischen Bahn (Geschwindigkeitsreglung durch Fahrwiderstand 1 a), als auch für Beleuchtungszwecke und zur Speisung der Stellwerkanlage 3, 4, 5. Von diesem zentralen Punkt ist es möglich, Weichen 7, 10, 12 oder Vor- und Hauptsignale 8 und 11 zu stellen. Auch die Drehscheibe kann von dort aus durch den Motor 6 nach beliebiger Richtung gedreht werden. Die Hauptschwierigkeit bei der Wahl der Spannung bestand darin, daß vom Anschluß „*L*" aus die ganze Lichtanlage ebenfalls gespeist wird, und zwar sollen die Schwankungen innerhalb der Lichtanlage nicht zu groß sein, wenn auch die Bahn durch den Fahrschalter 1 a aus- oder eingeschaltet wird. Hieraus geht hervor, daß die Leerlaufspannung für die Transformatoren nicht zu hoch gewählt werden darf, da in diesem Fall die Birnchen der Lichtanlage sehr rasch durchbrennen würden.

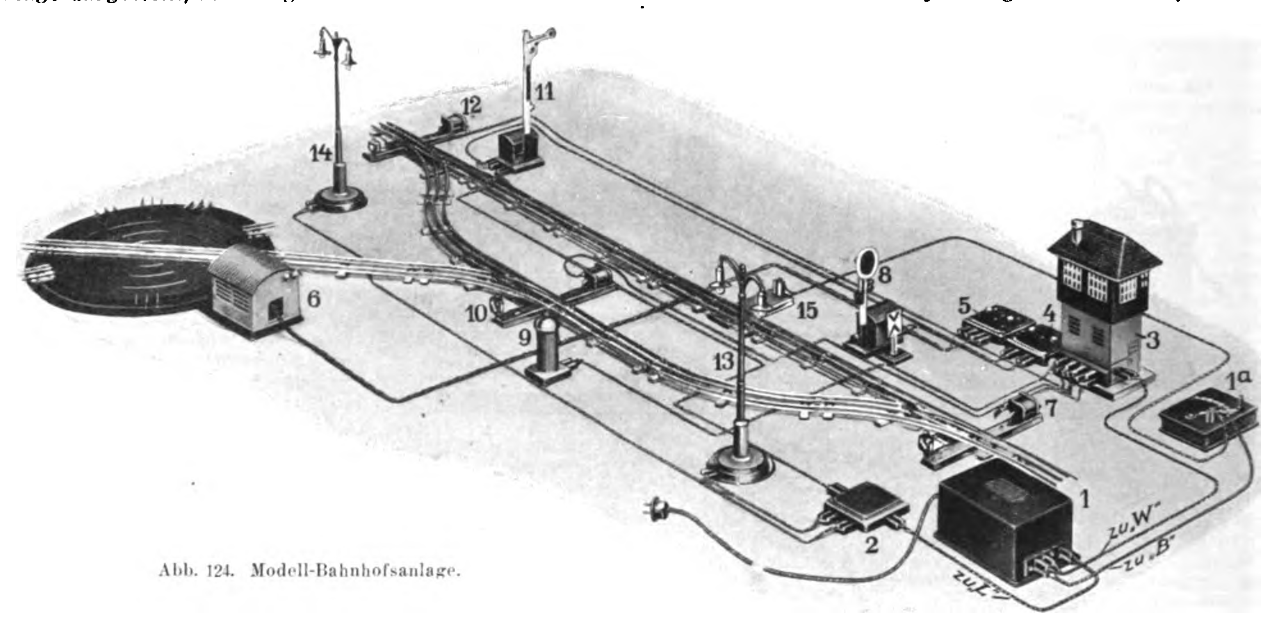


Abb. 124. Modell-Bahnhofsanlage.

Bei der durch die neuen Vorschriften bedingten niederen Spannung mußte, um die Zugkraft der Maschinen gegenüber früher zu erhalten, die Stromstärke entsprechend erhöht werden. Da aber bei den äußerst kleinen Teilen eine Vergrößerung der Abmessungen nicht möglich war, mußte bei der Wahl des Materials für die Kommutatoren und Bürsten wie auch für die Kontaktfedern äußerst peinlich vorgegangen werden, und es ist der genannten Firma gelungen, ihre Bahnen für das neue 20 V-System so herzustellen, daß ein einwandfreier Betrieb gewährleistet werden kann. Einen kurzen Ausschnitt aus dem Lokomotivpark mögen die Abb. 125 ÷ 127 geben, die eine Personenzug-, Schnellzug- und Güterzuglokomotive darstellen. Die meisten der Lokomotiven sind mit einer Vorrichtung versehen, durch welche vom Fahrschalter 1 a aus die Fahrtrichtung der Lokomotive geändert werden kann. Dies geschieht lediglich durch Aus- und Einschalten des Stromes, wobei durch eine besondere Konstruktion die in der Maschine eingebaute Umschaltung anspricht.

Abb. 125. Modell-Schnellzuglokomotive Spur 0:35 mm. Spur I:48 mm.

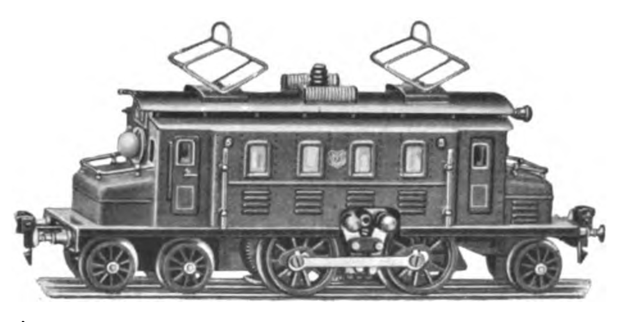


Abb. 126. Modell-Personenzuglokomotive.



Abb. 127. Modell-Güterzuglokomotive.

Dipl.-Ing. O. Bang Kaup.



NACHRICHTEN VON DER LEIPZIGER FRÜHJAHRSMESSE 1928.

Die große Leipziger technische Frühjahrsmesse 1928.

Der diesjährigen Technischen Frühjahrsmesse in Leipzig sieht man in Fachkreisen mit besonderer Spannung entgegen. Sie wird vom 4. ÷ 14. III. stattfinden, ist also von längerer Dauer als bisher üblich gewesen. Die Tatsache, daß das riesige Ausstellungsgelände von rd. 400 000 m² bis auf den letzten Platz belegt ist, macht Leipzig auch in diesem Frühjahr wieder zum wirtschaftlichen Knotenpunkt der gesamten führenden deutschen Industrie. Hinzu kommen noch eine beachtliche Anzahl ausländischer Firmen von Ruf, welche die Leipziger Technische Messe ebenfalls als den besten Mittler zwischen Produzenten und Konsumenten zu schätzen wissen.

Einer der wichtigsten Ausschnitte im Rahmen der kommenden Technischen Frühjahrsmesse ist ohne Zweifel die Elektrotechnik. Das „Haus der Elektrotechnik" bietet im Frühjahr einen imposanten Überblick über den gegenwärtigen Stand der Elektrotechnik; die gesamte deutsche Großindustrie stellt fast geschlossen aus. Die elektrotechnische Industrie, nur führende Firmen, ist diesmal mit insgesamt etwa 500 ÷ 600 Ausstellern vertreten, so daß man mit einer außerordentlichen Anzahl von Neuerungen und Verbesserungen im Elektromaschinen- und Apparatebau rechnen kann, die gerade im Zeitalter der Rationalisierung und Fließarbeit im Vordergrund stehen, da sie sich in fast allen Industriezweigen auswirken. So haben die modernen Fabrikationsmethoden beispielsweise dem Elektromaschinenbau neue Wege vorgeschrieben, und der heute allgemein übliche Gruppen- bzw. Einzelantrieb von Arbeits- und Werkzeugmaschinen verlangt Spezialmotoren, die den jeweiligen Betriebsanforderungen in jeder Weise genügen müssen. Die einzelnen Antriebsarten werden in Halle 9, dem Heim des „Vereins deutscher Werkzeugmaschinenfabriken", betriebsmäßig vorgeführt, und ganz besonders dürfte hier bei den Holzbearbeitungsmaschinen der in letzter Zeit erheblich vervollkommnete schnellaufende Einbaumotor, der unmittelbar auf die Welle der Arbeitsmaschine aufgesetzt wird, interessieren. Auch der Deutsche Normenausschuß (Auskunftstelle) ist in dieser Halle vertreten.

Verbesserungen findet man besonders auf dem Gebiet der Starkstromtechnik. Man kann auch jetzt wieder eine wesentliche Erhöhung der Schaltleistung bei Selbstschaltern feststellen, für elektrische Schnell- und Straßenbahnen findet man verbesserte Fahrschalter, ferner neue Sicherungsanlagen, die den gesteigerten Verkehrsleistungen Rechnung tragen. Bei Quecksilber-Glasgleichrichtern ist wiederum eine Erhöhung der Leistung des Glaskolbens zu verzeichnen, auch wurden hier in der Schaltautomatik, die die Anlage vom Bedienungspersonal unabhängig macht, Neukonstruktionen entwickelt. In der Schweißtechnik werden Spezialmaschinen ausgestellt, die sich in den Produktionsgang der Fließarbeit einfügen. Eine Errungenschaft der Fließarbeit ist ferner das Elektrowerkzeug, das infolge seiner außerordentlich vielseitigen Verwendungsmöglichkeit besonders beachtet werden dürfte. Die Anwendung der biegsamen Welle, die das Elektrowerkzeug zum handlichen Universalgerät macht, wird im Frühjahr teilweise erstmalig gezeigt.

Die Schwachstrom- und Fernmeldetechnik repräsentiert sich mit Verbesserungen im Selbstanschlußverkehr, ferner mit Lichtsignalanlagen für Hotels und Geschäftshäuser, als auch mit Neuausführungen von Gefahrenmeldern. Die Beleuchtungstechnik zeigt die sinngemäße Anwendung vorhandener Lichtquellen, die Installationstechnik ist mit allen Einzelteilen und Zubehör vertreten, und ein interessantes Fachgebiet ist auch die Elektromedizin, die besonders in letzter Zeit in weiten Kreisen Eingang gefunden hat.

Sammelpunkt der elektrotechnischen Kleinindustrie ist außer dem Hause der Elektrotechnik die Halle 5. Hier sind zu finden elektrische Apparate aller Art, auch für den Haushalt, ferner Beleuchtungsartikel, sowie elektrische Zubehörteile (vgl. Abb. 128).

Von allgemeiner Bedeutung sind die elektrischen Maschinen, Apparate und Geräte für den Haushalt, die sowohl auf der Technischen Messe als auch in besonderen Pavillons auf dem Augustusplatz und in Verkaufsgeschäften inmitten der Stadt ausgestellt und praktisch vorgeführt werden. Staubsauger, Bohner, Küchenmotoren, elektrische Heiz- und Kochgeräte sind der Wunsch der modernen Hausfrau, die aber nicht minder die Errungenschaften der Radiotechnik begrüßt, die im Frühjahr besonders großzügig ausgestellt ist und wichtige Neuerungen zeigt.

Die anderen Hallen des Ausstellungsgeländes zeigen teilweise neue Gruppierungen der dort untergebrachten Industrien. So hat der Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, Berlin (VDMA), zunächst auf die Dauer von drei Jahren Halle 6 (Land- und Nahrungsmittelmaschinen), Halle 8 (Fördermittel- und -anlagen, Textil-, Kartonnagenmaschinen) und Halle 21 in eigene Regie übernommen. Die dadurch erreichte Konzentration der deutschen Maschinenindustrie dürfte für die fachlich richtige Gruppierung der ausgestellten Maschinen und Apparate nur vorteilhaft sein. Halle 21 beherbergt auch zu dieser Messe wieder die Fachgruppe „Brennstoff, Kraft und Wärme", innerhalb der die Verbrennungskraftmaschinen besonders zahlreich vertreten sind. Ferner werden dort Fortschritte in der Heizungstechnik gezeigt, Schwerarmaturen und Wärmekontrollapparate sind dort ebenfalls untergebracht. Kleinarmaturen, Gasverwertung, Badeöfen enthält Halle 4. Zu beachten sind ferner die Fachgruppe „Textilmaschinen" in Halle 8. Firmen der Gießereitechnik stellen in Halle 11 aus; hier sind noch Werkzeugmaschinen, Werkzeuge, Hüttenprodukte, Industriebedarf zu finden. Auf den Freiflächen vor und neben den Hallen 6, 11 und 21 ist die Fördertechnik ausgestellt, und auch hier interessieren vor allem Maschinen und Einrichtungen, die für die moderne Werkstatt unentbehrlich sind.

Neu ist ferner die Getriebemodellschau des VDMA in Halle 6, die besonders dem Betriebsingenieur wertvolle Anregungen geben dürfte. Halle 6 zeigt auch erstmalig eine kältetechnische Ausstellung, die besonders die Kleinkälteanlage propagiert. Die Hygienemesse und die Gruppe „Fremdenverkehr und Bäder" ist diesmal in Halle 5 untergebracht und gibt praktische Winke für soziale Wohlfahrt und Hygiene in Betrieben. Das Estihaus (Eisen- und Stahlwaren) ist in seiner Organisation im Frühjahr unverändert.

Ein großer Anziehungspunkt ist auf der Frühjahrsmesse die „Internationale Automobil-Ausstellung von Last- und Sonderfahrzeugen" in Halle 7, die vom Reichsverband der Automobilindustrie veranstaltet wird und deutsche und ausländische Erzeugnisse zusammenfaßt. Neben Fahrzeugen für die verschiedensten Verwendungszwecke einschließlich Motorpflüge, Traktoren usw. wird hier auch der Automobilstraßen- und Garagenbau Berücksichtigung finden. Krafträder, Fahrräder usw. stehen noch im Estihaus. — Hier befindet sich auch, worauf hingewiesen sei, der Erfinderschutzverband. Schließlich sei noch die Leipziger Baumesse erwähnt, die unter dem Zeichen der „Fortschritte im Bauwesen" steht und auch moderne Bau- und Straßenmaschinen, diese besonders reichhaltig, vorführt.

Mit der Großen Technischen Messe und Baumesse sind auch im Frühjahr wieder wertvolle Sonderveranstaltungen verbunden. Der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung und die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure veranstaltet zunächst eine Betriebstechnische Tagung, ferner wird eine Eisenbahntechnische Tagung von der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft einberufen, die sich besonders mit dem Werkstattwesen befaßt. Dann ist eine automobiltechnische Vortragsreihe angesetzt. Erwähnt seien noch Sonderveranstaltungen für die Kältetechnik in Nahrungsmittelbetrieben, die große Beachtung finden dürfte. Die Baumesse bringt Vorträge über Fortschritte im Bauwesen, Vorträge über Straßenbau, ferner eine Messetagung der Ziegelindustriellen.

Damit dürfte das Bild der kommenden Technischen Frühjahrsmesse in Leipzig genügend umrissen sein, um bereits heute erkennen zu können, daß die Messe für die deutsche Technik und Wirtschaft ein voller Erfolg sein wird.

Lillge.

Gliederung der Großen Technischen Messe und Baumesse:

Halle 1: Baustoffe, Baubedarf, Bauzubehörteile, Baubeschläge; Beton-, Eisen- und Eisenbetonbau, Holzkonstruktionen; Gesamtausstellung des Bundes Deutscher Marmorbruchbesitzer.
Halle 2: Baumaschinen, Ziegeleimaschinen.
Halle 3: Baustoffe, Baubedarf, Bauzubehör; Herde und Öfen; Erzeugnisse der Heizungstechnik und Zubehör.
Halle 4: Gasverwertung; Einrichtungen für hygienisches Bauen und Wohnen; Badeöfen; Wäschereimaschinen; Kleinarmaturen.
Halle 5: Elektrische Apparate und Haushaltartikel; Beleuchtungsartikel; elektrische Zubehörteile; Radiotechnik; Hygienemesse, Fremdenverkehr und Bäder.
Halle 6: Halle des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten (VDMA). Landmaschinen und -geräte; Maschinen und Apparate für die Nahrungs- und Genußmittelindustrie und die chemische Industrie; Kälteindustrie; Haushaltmaschinen; Getriebemodellschau.
Halle 7: Halle des Reichsverbandes der Automobilindustrie. Internationale Automobilausstellung für Last- und Sonderfahrzeuge.

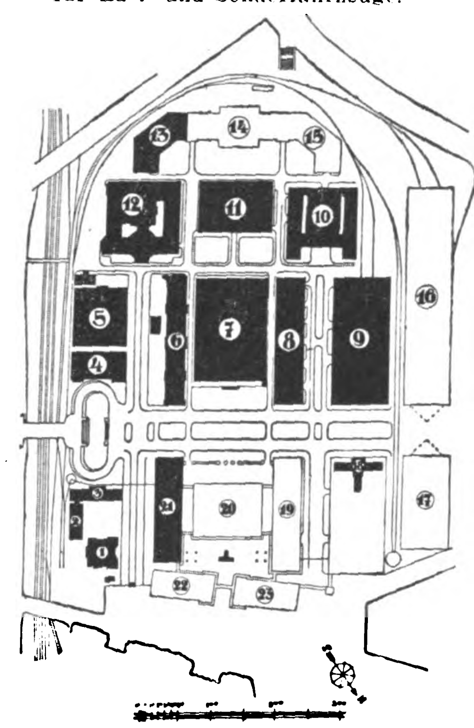


Abb. 128. Lageplan der Leipziger Technischen Messe.

Halle 8: Halle des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten (VDMA), Fördermittel- und -anlagen; Pumpen, Kompressoren und Ventilatoren; Textilmaschinen; Kartonnagenmaschinen.
Halle 9: Halle des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken. Werkzeugmaschinen, Werkzeuge (Maschinen-Schau G. m. b. H.).
Halle 10: **Haus der Elektrotechnik.**
Halle 11: Maschinen für Holz- und Metallbearbeitung; Werkzeuge; Schweiß- und Schneidanlagen; Hüttenerzeugnisse; Halbfabrikate; Gießereitechnik; Industriebedarf, z. B. Polier- und Schleifmittel; chemisch-technische Erzeugnisse; Musterdruckerei in Betrieb.
Halle 12: Estihaus. Eisen- und Stahlwaren (Eisen- und Stahlwaren-Industriebund Elberfeld); Büromaschinen; Bürobedarf; Krafträder, Fahrräder und Zubehörteile; Kautschukindustrie; Erfinderschutzverband.
Halle 13: Deutsche Schuh- und Ledermesse; Schuh- und Sattlermaschinen.
Halle 18: Halle der Union der Sozialistischen Sowjet-Republiken. Landesprodukte.
Halle 21: Halle des Vereins Deutscher Maschinenbauanstalten (VDMA). Verbrennungsmotoren; Heizungstechnik, Schwerarmaturen, Brennstoffverwendung, Wärmekontrolle, feuerfestes Baumaterial.

Sonderveranstaltungen der Leipziger Großen Technischen Frühjahrsmesse 1928.

Mit der Leipziger Großen Technischen Messe und Baumesse (4. ÷ 14. III.) wird eine Anzahl Sonderveranstaltungen verbunden sein.

I. Automobiltechnik und Kraftverkehrswesen:

Veranstalter: Reichsverband der Automobilindustrie gemeinsam mit dem Verein deutscher Ingenieure.

Freitag, den 9. III., 9 h 30 m, im Festsaal des Neuen Rathauses:
a) Dir. Aders, Plauen: „Neuere Entwicklungszüge im Lastkraftwagenbau und Auswirkung auf Verbraucher unter Berücksichtigung der Beförderung schwerer Lasten".
b) Dir. Wischer, Berlin: „Technische und wirtschaftliche Entwicklung des Sechszylindermotors bei Lastkraftwagen".
c) Dir. Buchler, Nürnberg: „Der Dieselmotor und das Brennstoffproblem im Lastwagenbetrieb".

Sonnabend, den 10. III., 9 h 30 m, im Festsaal des Neuen Rathauses:
a) Dir. Staniewicz, Braunschweig: „Auswirkung der Lastkraftwagenkonstruktion auf Instandhaltung der Straßen und Brücken".
b) Oberbranddir. Gempp, Berlin: „Feuerwehrfahrzeuge und Sanitätsfahrzeuge".
c) Obering. Sachtleben, Essen: „Spezialfahrzeuge und Nutzfahrzeuge im kommunalen Betrieb".

II. Eisenbahn- und Straßenbahnwerkstätten:

Veranstalter: Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft.

Montag, den 12. III., 9 h 30 m, im „Haus der Elektrotechnik", Gelände der Technischen Messe (Vortragssaal):
a) Oberbaurat Erich Schulze, Berlin: „Normalisierung der Fahrzeuge bei der Deutschen Reichsbahn".
b) Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. P. Kühne, Berlin: „Neuzeitliche Werkstättenfragen".
c) Direktor Torau, Leipzig: „Neuzeitliche Bearbeitungs- und Betriebsfragen in Straßenbahnwerkstätten".

III. Betriebstechnische Tagung:

Veranstalter: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure im VDI und Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung.

Dienstag, den 13. III., 9 h 30 m, im „Haus der Elektrotechnik", Vortragsaal (Reihe Härtetechnik):
a) Dr.-Ing. A. Hofmann, Berlin: „Werkstoff- und Härtefragen im Werkzeugbau".
b) Betriebsdir. Dolt, Friedrichshafen a. Bodensee: „Härteprobleme im Kraftfahrzeuggetriebebau".

Dienstag, den 13. III., 14 h 30 m, im „Haus der Elektrotechnik", Vortragsaal (Reihe Holzbearbeitung):
a) Dr.-Ing. Beck, München: „Aufgaben des Holzbearbeitungsmaschinenbaus".
b) R. Kümmel, Potsdam: „Sperrholz und seine Anwendungsmöglichkeiten".

Mittwoch, den 14. III., 9 h 30 m, im „Haus der Elektrotechnik", Vortragsaal (Reihe Blechbearbeitung):
a) Dir. Dr. Markau, Berlin: „Die Güte der Bleche für Massenfertigung".
b) N. N.: „Bekleidungsbleche im Fahrzeugbau, Ansprüche und Eigenschaften".

Ferner werden verschiedene Industriezweige besondere Normenausstellungen einrichten, u. a. der Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten eine Sondernormenausstellung in Halle 6, der Reichsverband der Automobilindustrie in Halle 7 und der Reichsbund der deutschen Metallwaren-Industrie in der Innenstadt.

VDE-Auskunftstelle auf der Leipziger Messe 1928. — Zur Unterstützung der Tätigkeit des VDE-Messeausschusses, dessen Aufgabe es ist, Verstöße der Aussteller gegen die Verbandsvorschriften festzustellen und die Aussteller zu beraten, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker im Hauptportal des „Hauses der Elektrotechnik" eine Beratungstelle eingerichtet.



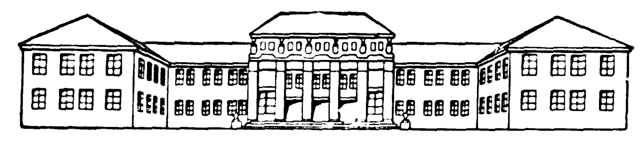
Sie ist anläßlich der diesjährigen Frühjahrsmesse vom 4. III. 1928 an geöffnet. Es werden hier durch Vertreter des Verbandes sowie der Prüfstelle des VDE Auskünfte gern erteilt.

Der Deutsche Normenausschuß auf der Leipziger Messe. Wie in den Vorjahren wird der Deutsche Normenausschuß auch in diesem Jahre durch eine offizielle Auskunftstelle in Halle 9 vertreten sein. Es werden Auskünfte allgemeiner Natur über alle mit der Normung zusammenhängenden Fragen sowie über die Veranstaltungen der Fachgebiete erteilt. Firmen, die an ihren Erzeugnissen Dinormen verwenden bzw. nach Dinormen liefern, werden durch entsprechende Schilder darauf aufmerksam machen.

Zollauskünfte auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1928. Wie zu den vergangenen Messen wird auch zur diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse im Leipziger Meßamt eine Zollauskunftstelle eingerichtet, die von einem eingearbeiteten Zollbeamten mit langjähriger Erfahrung geleitet wird und Auskünfte über alle deutschen und ausländischen Zollfragen erteilt. Die Zollauskunftstelle gibt im Rahmen des vorhandenen Materials auch Auskünfte über Einfuhrverbote, Einfuhrerschwerungen, Durchfuhr-, Tara- und sonstige Bestimmungen, unter denen sich der Versand von Waren nach dem Auslande vollzieht.

Sprechstunden des Deutsch-russischen Vereins. Wie zu früheren Messen wird auch während der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse der Deutsch-russische Verein zur Pflege und Förderung der gegenseitigen Handelsbeziehungen e. V. in den Räumen der Handelskammer Leipzig Sprechstunden veranstalten, und zwar am Montag, dem 5. III., Dienstag, dem 6. III. und Mittwoch, dem 7. III., von 10 bis 12 h vormittags.

Verschiedene Mitteilungen von der Leipziger Messe.



HDE

Vom Sonntag, dem 4. III. bis Mittwoch, den 14. III., wird auf der diesjährigen Frühjahrsmesse in Leipzig das „Haus der Elektrotechnik" geöffnet sein, d. h. eine halbe Woche länger als es bisher üblich war. Wenn auch die Ausstellung in erster Linie Meßartikeln dient, so pflegen namentlich die größeren Firmen die Gelegenheit zu benutzen, um größere interessante Neuerungen zu zeigen. Damit hängt es zusammen, daß, nachdem der erste Ansturm der Messebesucher vorüber ist, die Fachleute sich in Leipzig ein Stelldichein zu geben pflegen. Auch die Hochschulen wollen wieder auf der Messe erscheinen, finden sie doch hier ein Anschauungsmaterial in einer Vollständigkeit und Vollkommenheit, wie es in den Hochschulstädten kaum anzutreffen sein dürfte. Zu empfehlen ist, daß der Hochschulbesuch in die zweite Hälfte der Ausstellungszeit gelegt wird.

Besondere wissenschaftlich-technische Vorträge werden vom Vorstand des Hauses in diesem Jahre nicht veranlaßt; es hat sich gezeigt, daß das, was auf Kongressen geschieht und geschehen muß, für die Atmosphäre einer Messe weniger geeignet ist. *E. O.*

Beschickung und Besuch der Messe.

Von der Leitung des Leipziger Messeamtes wurde mitgeteilt, daß die diesjährige Leipziger Frühjahrsmesse von 10 000 Ausstellern aus dem In- und Auslande beschickt werde. Was die Exportpropaganda der Leipziger Messe betrifft, so wurde das Propagandamaterial für die Frühjahrsmesse in 17 Sprachen an etwa 420 000 Interessenten in alle Welt verschickt.

Das, was deshalb dieser Frühjahrsmesse ein ganz besonderes Gesicht gibt, ist die starke Beteiligung des Auslandes an der Messe als Aussteller, teils in Gestalt ganzer Kollektivausstellungen fremder Staaten, teils auch durch die Beteiligung von ausländischen Einzelausstellern bei den verschiedensten Sondermessen und Meßbranchen. Zum ersten Male wird man auf der Leipziger Messe eine Japanische Ausstellung vorfinden, die vom Verband sämtlicher Handelskammern Japans unter tatkräftiger Förderung der japanischen Regierung veranstaltet wird. An ihr beteiligen sich über 100 angesehene japanische Firmen aus den verschiedensten Landesteilen Japans. Auch Frankreich ist erstmalig mit einer offiziellen Ausstellung an der Frühjahrsmesse beteiligt, die im neuen Grassimuseum untergebracht ist. Besonders stark wird auf der Ausstellung die Lyoner Seidenindustrie vertreten sein. Eine bedeutende Erweiterung erfährt sodann die Italienische Messeausstellung, die vom Instituto Nazionale per l'Esportazione organisiert wird. Unter ihren Ausstellern befindet sich auch die italienische Kunsthandwerker-Vereinigung. Auch die Britische Ausstellung, die ebenso wie die Japanische und Italienische und eine Rumänische Ausstellung im Ring-Meßhaus untergebracht ist, wird wiederum eine starke Beschickung erfahren. Es werden 75 britische Firmen vertreten sein. Die Russische Ausstellung wird man wieder in der Halle 18 des Ausstellungsgeländes der Technischen Messe vorfinden, während Österreich und die Tschechoslowakei in der Hauptsache wieder im Österreichischen bzw. Tschechoslowakischen Meßhaus ausstellen.

Eine Rundfrage des Instituts für Konjunkturforschung hat zu dem Ergebnis geführt, daß 45 % der Leipziger Aussteller bisher zu mehr als einem Drittel Exportabschlüsse auf der Leipziger Messe getätigt haben. Weitere 38 % der Aussteller sind mit einem Viertel bis einem Drittel ihres Gesamtumsatzes am Export interessiert, bei den übrigen 17 % geht der Anteil des Exportes am Gesamtumsatz nicht unter ein Zehntel herab. Der Ausstellungsbesuch der Leipziger Messe ist von 22 500 auf den beiden Messen von 1924 auf 35 275 auf den beiden Messen des Jahres 1927 gestiegen.

Schutz von Erfindungen, Mustern und Warenzeichen auf der Leipziger Messe.

Nach einer Bekanntmachung des Reichsministers der Justiz im Reichsgesetzblatt tritt der durch das Gesetz vom 18. III. 1904 (Reichsgesetzbl. S. 141) vorgesehene Schutz von Erfindungen, Mustern und Warenzeichen ein für folgende im Frühjahr 1928 in Leipzig stattfindende Messen: 1. Mustermesse (4. ÷ 14 III.); 2. Große Technische Messe und Baumesse (4. ÷ 14. III); 3. Ausstellung des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (Maschinenschau) und die Internationale Automobilausstellung für Last- und Sonderfahrzeuge (4. ÷ 14. III.) für die Zeit vom 24. II. bis 31. III. 1928.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerk (EVE) am Dienstag, dem 6. III. 1928, abends 7 h 30 m, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E.B. Hörsaal 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Regierungsmeisters Münch über: „Die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserkraft als Spitzenkraft".

Inhaltsangabe:

Der Vortrag soll an Hand von Lichtbildern zunächst zeigen, welche Kosten die Stromerzeugung aus Dampfkraftwerken erreicht, wenn diese die Deckung der Belastungsspitzen übernehmen müssen. Mittels anschaulicher Kurven soll die Abhängigkeit des spezifischen Kohlenverbrauchs, der Kosten für Erneuerung, Unterhaltung und Bedienung moderner Dampfkraftwerke von der Benutzungsdauer des Werkes zur Darstellung gebracht werden. Untersuchungen über charakteristische Belastungsdiagramme für Licht- und Industriebelastung ergeben, daß die Benutzungsdauer der Lastspitzen sehr gering ist, die Krafterzeugung aus Dampfkraftwerken hierfür sehr teuer wird und aus speicherfähigen Wasserkraftanlagen bedeutend billiger zu erstellen ist. Dies sind die ge-



gebenen Bedingungen für die Zusammenarbeit von Dampf- und Wasserkraft.

In neuerer Zeit wird zur Spitzenkrafterzeugung die hydraulische Pumpenspeicherung angewendet, mit deren Hilfe überschüssiger Nachtstrom in hochwertigen Spitzenstrom umgewandelt wird. Da der Nachtstrom jedoch nicht in beliebigen Mengen zur Verfügung steht, gibt es für jedes Belastungsdiagramm eine bestimmte Grenzlinie, die den Anteil der Dampfgrundkraft und der Spitzenkraft festlegt, die aus Pumpenspeicherung gedeckt wird. Auf Grund von Untersuchungen über den Preis, zu dem die Dampfkraftwerke den Nachtstrom abgeben können, und über die Grenzkosten von modernen Pumpspeicheranlagen soll gezeigt werden, welche Ersparnisse durch die Zusammenarbeit von Dampfkraftwerken mit speicherfähigen Wasserkraftanlagen für die Kraftwirtschaft erzielt werden.

Gäste willkommen!

Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken
Rehmer.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Betr. Sonderdrucke der Berichte über die Tagung in Bellagio (September 1927) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC).

Sonderdrucke der soeben in der ETZ erschienenen Referate über die obige Tagung sind beim Deutschen Kommittee der IEC (Verband Deutscher Elektrotechniker) Berlin W 57, Potsdamer Straße 68, zum Preise von 0,80 M zu beziehen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.

VDE

Bekanntmachung.

Die Firma „Draht- und Kabelwerke Freiburg A.-G." in Freiburg i. Br., hat die Fabrikation von isolierten Leitungen eingestellt und lehnt es ab, sich weiterhin den Bedingungen für die Zuweisung der Kennfäden für isolierte Leitungen zu unterwerfen.

Aus diesem Grunde ist der Firma, welcher seinerzeit ein grüner Faden als Firmenkennfaden zugewiesen worden war, das Recht entzogen worden, den geschützten schwarz-roten Verbandskennfaden weiter in isolierten Leitungen zu benutzen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Aachen. — 7. III. 1928, abds. 8 h, Aula der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. Ferd. Müller, „Betriebsbilder el. Walzenstraßen nach neueren Filmaufnahmen der SSW A. G., Hütten- und Walzwerksabt.".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. — 8. III. 1928, abds. 8 h, Konzerthaus: Lichtbildervortrag Prof. Laudien, „Die Erziehung des Konstrukteurs".

Elektrotechn. Verein München. 21. III. 1928, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. König, „Das Experiment im Dienst des Fortschritts" (m. Darstell. v. Schalt- u. Überspannungsvorgängen in Bild u. Film).

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 29. III. 1928, abds. 7½ h, Hörsaal 199 der Staatl. Gewerbe-Akademie: Vortrag Dr.-Ing. Berthold, „Werkstofführung mit Röntgenstrahlen" (m. Vorführ. u. Lichtb.).

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin. 8. III. 1928, nachm. 5½ h, Physikal. Hörsaal der T. H.: a) Vortrag Dr. G. Jaeckel, „Der Einfluß der Verglasung auf die in die Räume gelangende sichtbare und unsichtbare Strahlung". b) Techn. Mitteilung Dr.-Ing. Hg. Frühling, „Die Lichtdurchlässigkeit und Durchsichtigkeit von Ornamentgläsern".

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Neue Blindverbrauch-Meßschaltung für Drehstromanschlüsse.

In der ETZ 1927, S. 1230, befindet sich ein Bericht über den Aufsatz „Neue Blindverbrauch-Meßschaltung für Drehstromanschlüsse" von F. BERGTOLD, Archiv f. Elektrot. B. 17, Nr. 6, S. 604. Die beschriebene und als neu bezeichnete Schaltung ist den Siemens-Schuckertwerken durch das D. R. P. Nr. 337 898 vom 5. VIII. 1919 geschützt.

In einer Fußnote auf S. 608 des Aufsatzes im Archiv heißt es:

„Für Dreileiter-Hochspannungs- bzw. Hochstromanschlüsse ist die Anwendung der neuen Schaltung nicht angebracht, da die neue Schaltung hier statt 2 Stromwandlern deren 3 erfordern würde."

Dies ist nicht zutreffend, wie aus dem Anspruch 2 des vorerwähnten Patentes hervorgeht, wo eine Schaltung angegeben ist, die mit 2 Stromwandlern auskommt.

Der von BERGTOLD angegebene Vierleiterzähler ist in einer technischen Mitteilung der Bergmann-El. W. die ungefähr aus dem Jahre 1919 stammt, angegeben und dort als Zählerform BV 4 bezeichnet.

Als Nachteil dieses als neu bezeichneten Zählers ist seine Abhängigkeit vom Drehfeld zu erwähnen, die ja bei allen neuen Blindverbrauchzählern vermieden ist.

München, 12. I. 1928.

Otto Schmidt, Dipl.-Ing.

Erwiderung.

Vor Veröffentlichung meiner Arbeit „Neue Blindverbrauch-Meßschaltung für Drehstromanschlüsse" war weder mir noch den mir nahestehenden Fachgenossen ein früherer Hinweis auf die in Frage stehende Schaltung bekannt. Anläßlich der Behandlung eines von mir in dieser Richtung eingereichten Patentantrages und durch ein privates Schreiben von seiten der SSW wurde ich auf das oben erwähnte Patent aufmerksam gemacht und hatte von mir aus eine Berichtigung der Überschrift, sowie eine Mitteilung über den Anspruch 2 des Patentes versandbereit. Da mir nun Herr Oberbaurat SCHMIDT durch seinen Brief zuvorgekommen ist, bleibt mir in dieser Hinsicht nur übrig, ihm für seine Mühe zu danken. Der letzte Satz seiner Ausführungen trifft allerdings nicht zu. Die „Drehfeldabhängigkeit" — oder wohl richtiger: die Abhängigkeit von der Phasenfolge — hat der von mir behandelte Zähler mit allen Blindverbrauch-Meßanordnungen gemein, die anders als auf 0° abgeglichen sind.

München, 20. I. 1928. F. Bergtold.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Automobiltreibmittel des In- und Auslandes. Eine Übersicht über die vorgeschlagenen Mischungs- und Herstellungsverfahren, an Hand der Patentliteratur, dargestellt v. Oberreg.-Rat Dr. E. Sedlaczek. Mit IX u. 247 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 14,40 RM.

Bei der zunehmenden Verbreitung der Kraftfahrzeuge in Verkehrswesen und Landwirtschaft ist die Beschaffung der Betriebstoffe zu einer Lebensfrage geworden. In diesem Buche ist behandelt, wie der Erfindergeist aller Länder sich bemüht hat, die thermische Ausnutzbarkeit der mineralischen Rohbetriebstoffe Erdöl und Kohle zu erhöhen und neben diese begrenzten Kraftquellen die Ausnutzung der in Alkoholen, Pflanzenöl und Tierfett inkarnierten, unerschöpflichen Sonnenenergie zu stellen. Die Unterlagen hierzu sind aus mehr als tausend



in- und ausländischen Patentschriften entnommen und in eine systematische Ordnung gebracht. Dadurch ist eine erschöpfende Übersicht geschaffen worden, die mühelos Auskunft über ein sonst unübersehbares Gebiet neuester Erfinder- und Forschertätigkeit gibt. Alle an der Treibmittelfrage interessierten Fachgenossen werden dem Verfasser dafür dankbar sein.

W. A. Th. Müller-Neuhaus.

Die elektrischen Meßinstrumente. Kurze Beschreib. d. gebräuchl. Meßinstrum. d. Elektrotechnik. Von Prof. J. Herrmann. (Samml. Göschen Bd. 477). 3., neubearb. Aufl. mit 167 Textabb. u. 159 S. in 16°. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927. Preis geb. 1,50 RM.

Das vorliegende Bändchen soll einen kurzen Überblick über die wichtigsten elektrischen Meßinstrumente geben, während die Meßverfahren in einem anderen Bändchen beschrieben sind. Man kann sagen, daß das Buch der gestellten Aufgabe sehr gut gerecht wird, es sind alle wichtigen Modelle und Meßprinzipien in großen Zügen beschrieben worden, so daß der Leser eine Übersicht über das ganze Gebiet erhält. Zur Beschreibung kommen die Meßwerke in Anlehnung an die Klassifizierung der VDE-Regeln für Meßgeräte, in einem letzten Abschnitt von 13 Seiten sind auch noch die schreibenden Meßgeräte behandelt worden.

Die Darstellungsweise ist sehr ansprechend, wenn man berücksichtigt, wie schwer es ist, über so vieles so wenig zu schreiben. Sehr merkwürdig ist allerdings, daß die Strom- und Spannungswandler zu dem III. Abschnitt über Dreheiseninstrumente genommen worden sind, zwischen ihnen ein Kapitel über die Spannungsmessung mit Dreheiseninstrumenten. Diese so wichtigen Apparate sind mit nur 4 Seiten viel zu kurz gekommen.

Bezüglich der Bilder hatte der Verfasser offenbar das Bestreben, von jeder bekannteren Firma ein Bild zu bringen, leider sind aber dabei — angesichts des knappen Raumes besonders bedauerlich — manche nichtssagende Dubletten aufgenommen worden. Für die Drehspulinstrumente hätte die Abb. 26 vollauf genügt, 24 — 25 — 27 — 28 — 29 — 30 waren überflüssig und zeigen nichts für ein Drehspulinstrument Neues. Auch an vielen anderen Stellen findet man diese überflüssigen Bilder, Außenansichten von Instrumenten, die nichts Neues sagen. In einer weiteren Auflage könnte ihr Platz dem Text zugute kommen. Dann sollten auch einige Ausdrucksmängel beseitigt werden, wie z. B. auf S. 65, wo gesagt ist, „daß der Stromverbrauch der Spule etwa 1 W beträgt", oder von S. 67, wo unklar gesagt wird, daß bei der bifilaren Wicklung die eine Hälfte der Windungen im umgekehrten Sinne aufgewickelt ist wie die andere.

Keinath.

Die Brennstoffe, ihre Einteilung, Eigenschaften, Verwendung und Untersuchung. Von Prof. Dr. techn. E. Kothny. (Heft 32 der Werkstattbücher. Herausg. v. E. Simon.) Mit 11 Fig. im Text u. 33 Zahlentaf. u. 73 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 1,80 RM.

Als 32. Heft herausgegeben in der Reihe der Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Vor- und Facharbeiter ist dieses Werk eine ausgezeichnete, inhaltsreiche und in dem Rahmen dieser Hefte sorgfältig bearbeitete Monographie über die Entstehung, Erzeugung, Eigenschaften und Verwertung der Brennstoffe. Eine Fülle Material hat hier der Verfasser zusammengetragen und wird hier dem Fachmann und Praktiker in gemeinverständlichem Sinne gegeben. Eine größere Anzahl von Zahlentafeln und Abbildungen bringen gutes Material. In der Zahlentafel 3 ist der Heizwert der verschiedensten Brennstoffe angegeben, Steinkohle mit 4500 ÷ 7500, Torf mit 3300 ÷ 4500, Braunkohle mit 2000 bis 6000 WE. Diese Werte entsprechen nicht ganz der Wirklichkeit. Bei Einsetzung dieser Werte wird die Steinkohle benachteiligt. Nach vorliegenden Statistiken von Dr. Aufhäuser, Hamburg, ergeben sich für diese Brennstoffe folgende Werte: Steinkohle 4500 ÷ 8150, Torf 2300 ÷ 4300, Braunkohle 1800 ÷ 5600 WE unterer Heizwert. Verfasser müßte bei Neuauflage hierauf Rücksicht nehmen. Das Heft enthält weiter auch alle Formeln und Angaben, die zur Berechnung und Beurteilung der Verbrennungs- und Vergasungsvorgänge sowie der theoretischen Flammentemperatur und des Wirkungsgrades der Feuerung und des Gaserzeugers notwendig sind. Mit klaren, einfachen Abbildungen ausgestattet, was nicht zu unterschätzen ist, ist für den billigen Preis Ausgezeichnetes geboten. Das Heft ist allen an dem Gegenstand Interessierten zu empfehlen.

Lauber.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Fabrizierende Elektroindustrie und öffentliche Hand. — Die Geschäftsberichte des Siemens-Schuckertkonzerns[1] sind in der Generalversammlung der Siemens & Halske A. G. (23. II.) durch den Präsidenten Dr. C. F. v. Siemens in sehr beachtenswerter Weise ergänzt worden. Zunächst teilte dieser mit, daß ein guter Teil der Aufträge dem Unternehmen direkt und indirekt aus der Betätigung der öffentlichen Hand auf wirtschaftlichem Gebiet zugeflossen sei und die im Herbst 1927 eingetretene starke Einschränkung der dieser für solche Zwecke zur Verfügung stehenden Mittel sich besonders in der Elektroindustrie fühlbar machen dürfte. Oft werde ja darüber diskutiert, ob es nicht besser wäre, wenn die Elektrizitätsversorgung der freien Wirtschaft zu stärkerer Betätigung überlassen bleibe. So lange die Unternehmungen der öffentlichen Hand aber nach privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten und frei von parteipolitischen Einflüssen geleitet würden und ihnen die Möglichkeit gegeben sei, sich das notwendige Kapital ohne übertriebene finanzielle Ausnutzung des Monopols zu verschaffen, entbehre jene Frage für die fabrizierende Elektroindustrie der Bedeutung. Aus vielen Ländern werde der Gesellschaft nahegelegt, in ihnen für diesen oder jenen Zweig eine eigene Fabrikationsstätte zu errichten, S. & H. hätten jedoch kein Interesse daran, ihr Geld im Ausland in solchen Anlagen zu investieren; man habe infolge des Krieges in starkem Maß spüren müssen, auf wie schwachen Füßen das Eigentumsrecht an derartigen Werken trotz der Bestimmungen des früheren Völkerrechts stehe. Was die Publizität deutscher Aktiengesellschaften betrifft, so erkennt v. Siemens durchaus das Recht der Öffentlichkeit an, zu wissen, wie es in dieser oder jener Industrie aussieht, um sich schließlich ein Bild von der wirtschaftlichen Lage Deutschlands machen zu können. Er glaubt nur nicht, daß gewisse Zahlen einzelner Unternehmungen (Umsatzziffern) dazu geeignet seien, sie könnten sogar leicht zu irrtümlichen Schlüssen führen. Sodann erfuhr die Versammlung, daß die Verwaltung beschlossen habe, Abschlußprämien an die zehn Jahre dem Hause angehörenden Arbeiter und Tarifangestellten für 1926/27 zu zahlen; sie werden etwa 5 % des Jahresarbeitsverdienstes entsprechen. Im laufenden Jahr hat sich der Geschäftsgang bisher befriedigend entwickelt, die Ablieferungen sind gegen den Monatsdurchschnitt des Vorjahres noch etwas gestiegen, wenn auch, besonders in der letzten Zeit, die Abnahme der Reichspost stark rückgängig war.

Radioexport. — Die VDI-Nachr.[2] haben kürzlich Angaben über die Ausfuhr der internationalen Radioindustrie gebracht, bei deren Beurteilung man allerdings die Mängel der bezüglichen Statistiken berücksichtigen muß. Immerhin zeigt ein Vergleich zwischen Deutschland, England und den V. S. Amerika — über Frankreichs Anteil fehlen vergleichbare Werte — für Europa und die Jahre 1923/26, daß ersteres im Radioexport bei weitem an der Spitze der drei Länder stand und 1926 beispielsweise nach England für 5 Mill. RM (1925: 7,8), nach Dänemark für 4,2 (1,36) und nach Schweden für 3,9 Mill. RM (2,9) ausgeführt hat. Die Hauptlieferungen Englands[3], das viel deutsche Ware zum weiteren Export bezieht, betrugen nach Holland 1,3 (1,2), nach Schweden 0,92 (0,66), nach Dänemark 0,66 (0,5) und nach Polen 0,65 Mill. RM (0,64)[3], während die V. S. Amerika ihren stärksten Abnehmern England für 1,9 (2,7), Holland für 0,65 (0,58) und Dänemark für 0,48 Mill. RM (0,12) Radiogerät zugeführt haben. Über die Ausfuhrmöglichkeiten deutscher Erzeugnisse wird gesagt, daß für die nordamerikanische Union bei dem hohen Einfuhrzoll von 40 % nur wenige Waren in Frage kämen, in England die Verhältnisse aber insofern günstiger lägen, als die englischen Fabrikate durchschnittlich teurer seien als die deutschen. Als vorteilhaft erweise sich die Übertragung des ausschließlichen Vertriebsrechts an englische Firmen, weil diese allein eine wirksame Reklame zu entfalten vermöchten. In Frankreich hätten sich nur wenige deutsche Erzeugnisse bisher einführen können, dagegen würden solche in Holland gern gekauft, wo aber eine im Werden begriffene Apparateindustrie bald stark konkurrieren dürfte. Italien und Spanien seien fast zu gleichen Teilen Abnehmer deutscher und französischer Fabrikate, doch störten dort die rigorosen Maßnahmen der Regierung, hier die schwebenden Handelsvertragsverhandlungen. Da die russische Postbehörde sich in beträchtlicher Abhängigkeit von der französischen Industrie befinde, beständen für die Ausfuhr in die UdSSR nur recht geringe Möglichkeiten. Von Überseestaaten komme für größere Mengen Radiogerät nur Südamerika in Betracht, auf dessen Markt indessen die Vereinigten Staaten kräftig Fuß gefaßt hätten. Die Einfuhr nach Kolumbien liege fast ganz

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 311.
[2] 1928, Nr. 2.
[3] Für 1927 nennt El. Review als Gesamtausfuhrwert 1,204 Mill. £ (1,266 i. V.) und als Hauptbezugsländer Australien und Japan.



in deutschen Händen; in Argentinien und Brasilien würden deutsche Qualitätswaren begrüßt.

Die „Beama" gegen die festländische Konkurrenz. — Das Bestreben einzelner englischer Stadtverwaltungen, bei der Beschaffung von Maschinen, Kabeln usw. Sparsamkeit walten zu lassen, wenn dabei auch die heimische Industrie einmal zu kurz kommt, hat schon mehrfach die British Electrical and Allied Manufacturers' Association zur Bekämpfung solch „unpatriotischen" Gebarens auf den Plan gerufen. So auch kürzlich wieder im Fall Stockport, einer Stadt südlich Manchester, deren Verwaltung ein Angebot von Escher Wyss & Cie. auf einen 20 000 kW-Turbinensatz mit Brown, Boveri-Generator angenommen hatte, das bei 34 307 £ um rd. 20 000 £ oder 60 % billiger war als die Offerten englischer Firmen (51 325 bis 60 815 £). Der Direktor der „Beama", D. N. Dunlop, beschuldigt infolgedessen die Stromlieferungsunternehmen, ihre bevorzugte Stellung im Interesse fremder Industrien auszunutzen und die englischen Preise auf ein kontinentales Niveau zu drücken, so daß das nationale Elektrisierungsprogramm Gefahr laufe, der Ausbeutung durch ausländische Firmen zu verfallen. Es sei Zeit, daß die Öffentlichkeit eine Untersuchung der Umstände verlange, unter denen Körperschaften wie Edinburgh, Stockport, Newport, York usw. Aufträge auf Generatoren usw. im Ausland untergebracht hätten. Solche Politik diene nicht den Interessen der Steuerzahler, und die dadurch verursachten materiellen und moralischen Verluste der Nation gefährdeten die ganze künftige Elektrizitätsversorgung des Landes.

Im gleichen Sinn äußert sich eine von der „Beama" an die Kommunalverwaltungen verteilte Broschüre „Foreign Plant in British Power Stations". Sie enthält wieder die schon oft gehörte Klage, daß England, infolge der hohen Zölle des Auslandes so gut wie ungeschützt, ein günstiger Boden für das Dumping anderer Länder sei und daß der niedrigere Lebensstandard auf dem Festland ein billigeres Fabrizieren als in England ermögliche. Zum größeren Teil beruhe aber der Unterschied zwischen den beiderseitigen Preisen auf der Besteuerung und deren Einfluß auf Rohmaterialien, Löhne usw., wenn sie an und für sich in der Elektroindustrie auch nur 4,7 % der Herstellungskosten ausmache. Die schweizerische Industrie, um die es sich im vorliegenden Fall handelt, könne Eisen und Stahl günstiger einkaufen wie die englischen Produzenten, die zunächst einmal um 27 % höhere Verkaufspreise fordern müßten, bevor an einen Nutzen zu denken sei. Überdies wäre es ein verhängnisvoller Irrtum der Unternehmungen, zu glauben, durch Bestellungen im Ausland Geld sparen zu können, denn die Betriebskosten der importierten Anlagen stellten sich erheblich höher als die englischer Betriebseinrichtungen. Zur Unterstützung dieser ohne weiteres nicht kontrollierbaren Behauptung verweist die „Beama" auf die Brennstoffkosten der mit ausländischen Einrichtungen versehenen Anlagen in Newport, Edinburgh und York während der Jahre 1922/25, die im Vergleich zu denen entsprechender britischer Kraftwerke für die genannten Städte Verluste von rd. 42 100, 77 800, 17 800 £ und, kapitalisiert, Beträge von 0,184, 0,095 und 0,2 Mill. £ ergeben haben sollen. Wenn also solch ein Werk im Ausland um etwa 20 % billiger zu beschaffen gewesen sei, so stelle es sich schließlich unter Berücksichtigung der Betriebskosten doch um 80 % teurer als ein englisches. Der Druck, der mit diesen recht vagen Äußerungen ausgeübt werden sollte, hat indessen gewirkt, denn nach der „Frankf. Zg." ist der oben erwähnte Auftrag zurückgezogen und einer britischen Gesellschaft erteilt worden, die bereit war, ihre Offerte um 10 000 £ zu ermäßigen.

Elektrisches Hausgerät im Urteil des Publikums. — Um sich ein Bild von den in der Öffentlichkeit über Elektrogeräte und ihre Eigenschaften herrschenden Anschauungen zu machen und das Interesse des Publikums für diese Erzeugnisse weiter anzuregen, hat die Elektrissima-Organisation der Groß-Berliner Elektrizitätswerke (Bewag, Elektricitätswerk Südwest A.-G., Berliner Vororts-Elektricitäts-Werke G. m. b. H.) im letzten Dezember ein Preisausschreiben veranstaltet, dessen Grundlage folgende beiden Fragen bildeten: 1. Welche Eigenschaft der elektrischen Geräte ist die wichtigste? und 2. Welche drei elektrischen Geräte sind die wichtigsten und sollten daher als erste angeschafft werden? Bei Beantwortung der ersten Frage sind bemerkenswerter Weise die meisten der rd. 133 300 Stimmen auf hygienische Einwandfreiheit der Geräte, d. h. das Fehlen von Rauch und Gasen, sodann auf das Ersparen von Arbeit, die Billigkeit im Gebrauch und die Betriebsbereitschaft gefallen, ein Beweis, wie weiteste Volkskreise den Forderungen der Hygiene mehr und mehr Gehör schenken. Allerdings hat die Art der Fragestellung das Resultat insofern beeinflußt, als die Eigenschaften „arbeit- und mühesparend" sowie „zeitsparend" nicht zu einer zusammengefaßt waren, die dann wahrscheinlich an die erste Stelle gerückt worden wäre. Bei Frage 2 haben Staubsauger und Bügeleisen die meisten Stimmen erhalten, und zwar je eine von 85 % aller Einsender. Hätte man die Angabe des überhaupt wichtigsten Gerätes verlangt, so wäre die Stimmverteilung vielleicht eine wesentlich andere gewesen. Das Ergebnis zeigt im ganzen, daß das Interesse des Berliner Publikums an elektrischem Hausgerät lebhaft, eine klare Entscheidung für eine bestimmte Eigenschaft aber nicht möglich ist und daß hinsichtlich der Wichtigkeit den zuletzt genannten beiden Vorrichtungen von den Teilnehmern an dem Preisausschreiben unbestritten der Vorzug gegeben wird. Diese zu kennen, wäre für eine Beurteilung des Resultats allerdings wertvoll.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Wie die Übersicht zeigt, ist im Januar 1928 die Einfuhr gegen den Vormonat (592 125 £) um 19 371 £ oder 3 % zurückgegangen, verglichen mit dem Januar 1927 aber um 94 654 £, d. h. 20 % gestiegen. Diese Erhöhung betraf alle Warengruppen mit Ausnahme von nicht mit Gummi isolierten Starkstromleitungen, Bogenlampenteilen und Starkstromschalttafeln. Bemerkenswert ist die Zunahme des Imports von Glühlampen um 44 767 £. Die Ausfuhr hat sich gegen den Dezember 1927 (1 471 799 £) um 74 892 £ bzw. 5 % erhöht, dagegen dem gleichen Monat des Vorjahres gegenüber um 163 567 £, d. s. nahezu 10 %, verringert. Der Rückgang betraf besonders Bahnmotoren, isolierte Starkstromleitungen, Unterseekabel und Bogenlampenteile, während der Export von Schwachstromleitungen, elektrotechnischen Kohlen, Bogenlampen und Starkstromschalttafeln merklich gewachsen ist. Als Überschuß der Ausfuhr ergeben sich 973 937 £ (1 232 158 i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	1928	1927	1928	1927
	Januar			
Maschinen	148 096	130 144	601 080	613 323
Waren u. Apparate	424 658	347 956	945 611	1 096 935
	572 754	478 100	1 546 691	1 710 258

Jubiläum. Am 29. I. konnten die Ringsdorff-Werke A. G., Mehlem a. Rhein, auf ein 40jähriges Bestehen zurückblicken. Sie haben durch wissenschaftliches Arbeiten erreicht, daß ihre Kohlebürsten aus inländischem Material heute den ausländischen Marken überlegen sind. Bei einem Jahresverbrauch von rd. 3 Mill. kWh und annähernd 500 Beschäftigten beträgt die jährliche Erzeugung der Jubilarin mehr als 3 Mill. Stück.

Die Bewegung der deutschen Elektrolytkupfernotiz. — Abb. 1 zeigt die Bewegung der Notiz (wire bars) während der

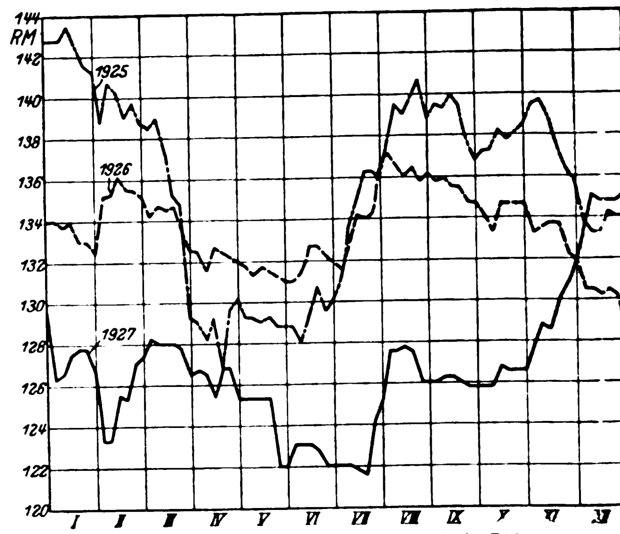


Abb. 1. Die deutsche Elektrolytkupfernotiz in RM/100 kg.

Jahre 1925/27 nach den Aufzeichnungen der Deutschen Bank (Rembours-Abteilung).

[1] Nach The Electrician Bd. 100, 1928, S. 191. Vgl. ETZ 1927, S. 39; 1928, S. 196.

Abschluß des Heftes: 27. Februar 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 26 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



. HEFT / 49 JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 8. MÄRZ 1928
(...1—416)


IN MEMORIAM.
DEM ANLASS-SCHLEIFRINGMOTOR
GEWIDMET. 4. MÄRZ 1928.
EDEL S·K·A·
EDEL S·K·A·
HEEMAF S·K·A·
MOTORENWERK A.-G. Schäferstrasse 49, DORTMUND
VERTRETEN AUF DER LEIPZIGER FRÜHJAHRSMESSE, HALLE 11 STAND 549–551 B UND C

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 8. März 1928 | Heft 10

UMSCHAU.

Fortschritte im elektrischen Schweißen.

Die elektrischen Schweißmethoden haben sich in den beiden letzten Jahren derart vervollkommnet, daß sie heute allgemein als zeitgemäße Arbeitsverfahren gelten. Die allgemeine Annehmlichkeit der Verfahren, wie Sauberkeit des Betriebes — jederzeitige Betriebsbereitschaft und uneingeschränkte Aufstellungsmöglichkeit der elektrischen Schweißmaschinen, ohne an irgendeine Vorschrift gebunden zu sein —, die Ungefährlichkeit des Betriebes, machen diese Verfahren für die neuzeitliche Fließ- und Bandfabrikation besonders wertvoll, da sich elektrische Schweißmaschinen in beliebiger Reihenschaltung zwischen die einzelnen mechanischen Bearbeitungsstadien eines Fabrikationsvorganges einlegen lassen.

Die elektrischen Punktschweißmaschinen dienen zum Schweißen von Eisen- und Messingblechen, als Ersatz von Nieten, Löten u. dgl. Die maximal schweißbare Blechstärke beträgt etwa 10 mm Eisenblech bzw. 2 mm Messingblech. Es wurden Maschinen auf den Markt gebracht, die mit Stromüberwachungsapparaten ausgerüstet sind (Schweißkontroller), die ein sicheres Arbeiten auch mit ungelernten Arbeitskräften zulassen. Die Schweißspannungs- und Schweißdruckverhältnisse bei den heutigen Punktschweißmaschinen gestatten das Verarbeiten des handelsüblichen Materials, ohne eine besondere Reinigung der Schweißstellen vorzunehmen.

Die elektrischen Widerstands-Nahtschweißmaschinen gestatten das Schweißen von wasser- und öldichten Nähten bis 2 mm Blechstärke und etwa 1200 mm Länge. Die elektrische Nahtschweißung verlangt im Gegensatz zur Punktschweißung ein sauberes Material an den Schweißkanten. Das Punkt- und Nahtschweißverfahren hat sich bei der Verfertigung der Blechkarosserien mit Erfolg eingeführt.

Die alte elektrische Stumpfschweißmethode nach dem Widerstandsprinzip ist in den letzten Jahren vollständig von dem Abschmelz-Stumpfschweißverfahren verdrängt worden. Das Abschmelz-Stumpfschweißverfahren gestattet die Vereinigung von Stahlkonstruktionen mit derartiger Sicherheit, daß sich das Prinzip der Zerlegung von teuren Schmiedeteilen in billigere Einzelteile und Verschweißung untereinander vom Konstruktionsbüro aus in die Werkstätten durchgerungen hat. Während es mit Feuerschweißung im besten Falle gelingt, Material bis etwa 38 kg Festigkeit zu verschweißen, gestattet das neue Abschmelzverfahren die Verbindung von Stahlstäben von 70, 80, 90 kg Festigkeit. In der Erkenntnis und sachgemäßen Anwendung dieser Verfahren ist es heute möglich, Maschinenkonstruktionselemente mit entsprechend geringerem Gewicht und billigerem Preis herzustellen. Elektrische Abschmelz-Stumpfschweißmaschinen wurden nach oben soweit durchentwickelt, daß sie heute in die Großschmiede eingedrungen sind, wo sie bereits zum Verschweißen von Querschnitten bis 15 000 mm² mit Erfolg verwendet werden. Auch die Verwendung der Stumpfschweißmaschine als reine Erhitzungsmaschine zum Zwecke der Erwärmung für Biegearbeiten, zum Stauchen und Strecken hat sich mit Erfolg durchgesetzt.

Die elektrische Lichtbogenschweißung, die früher in erster Linie für Reparaturzwecke verwendet wurde, finden wir heute in großem Maßstabe zum Auftragen von Material auf abgenutzte Flächen weiter ausgedehnt. Abgenutzte Kolbenstangen, Wellen, Gleitflächen, Schaken, Radbandagen werden heute nach diesem Verfahren wieder brauchbar gemacht. In Eisenbahn-Reparaturwerkstätten und in der Braunkohlenindustrie werden für Millionen von Beträgen Reserveteile erspart. Auch bei der Neufabrikation von Eisenbauteilen, insbesondere von größeren Bauwerken, bietet die elektrische Lichtbogenschweißung heute ein willkommenes Verfahren, um Eisenbauteile zu verbinden. So hat sich das Verfahren in den letzten beiden Jahren im Schiffbau allgemein derart eingebürgert, daß heute Werften mit 300 und mehr Lichtbogenschweißstellen arbeiten. Es sei hier insbesondere auf die Ausführung des Herrn Oberbaurat Lottmann, Wilhelmshaven, auf der Schiffsbautechnischen Tagung 1927 hingewiesen. Als Pionier der elektrischen Schiffschweißung ist hier ferner Dipl.-Ing. Strelow[1] zu nennen. Die sachgemäße Ausbildung von Elektroschweißgeräten und Schweißern hat die elektrische Lichtbogenschweißung heute derartig vertrauenswürdig gemacht, daß die Reichsbahn dazu übergegangen ist, in großem Maßstabe das Aufschweißen von Rippenplatten auf eisernen Schwellen nach diesem Verfahren durchführen zu lassen. Durch ihre Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Geräuschlosigkeit findet die Lichtbogenschweißung auch im Bau eiserner Fachwerkbauten (Hochhäuser, Fabrikgebäude u. dgl.), von Brücken, Bahnfahrzeugen usw. zunehmende Anwendung.

In dem zur Zeit noch bestehenden Wettbewerb zwischen Gleichstrom- und Wechselstrom-Lichtbogenschweißung bietet die erstere[2] noch schweißtechnische, die letztere Vorteile im Anschaffungspreis. Die Drehstromschweißung befindet sich zur Zeit noch im Versuchsstadium.

Von der General Electric Co. wurde ein kombiniertes Lichtbogenschweißverfahren entwickelt, indem man dem elektrischen Lichtbogen Wasserstoff zuführt. Der elektrische Lichtbogen spaltet das Wasserstoffmolekül in Atome. Die hierzu erforderliche Energie wird der dünnen Schweißelektrode entzogen. Bei Wiedervereinigung der Atome in Moleküle bei Auftreffen auf das Schweißstück wird die der dünnen Elektrode entzogene Energie an das massigere Schweißstück freigegeben, mit dem Erfolg, daß das Grundmaterial viel tiefer aufgeschmolzen wird als bei dem normalen Lichtbogenverfahren. Es gelingt z. B., Bleche von 15 mm Stärke nach dem atomaren Lichtbogenverfahren stumpf zu verschweißen, ohne daß die Kanten abgeschrägt zu werden brauchen. Da der ganze Vorgang unter einem Schutzgasmantel vor sich geht, werden die schädlichen Einflüsse von Sauerstoff und Stickstoff der Luft der Schweiße ferngehalten, was eine wesentliche Erhöhung der Dehnung von atomar geschweißten Nähten gegenüber in der Luft geschweißten Nähten zur Folge hat. Der Ausbau dieses Verfahrens verspricht der elektrischen Lichtbogenschweißung ein weiteres großes Anwendungsgebiet in den Fällen, wo Biegungsbeanspruchungen vorkommen und eine gute Dehnung gewünscht wird.

In Anbetracht der Wichtigkeit der neuzeitlichen elektrischen Schweißverfahren wurden Fachausschüsse für Schweißtechnik in Amerika, in Österreich und in Deutschland ins Leben gerufen. Der in Deutschland ins Leben gerufene Fachausschuß für Schweißtechnik wurde innerhalb des VdI gegründet. Als eine der ersten Arbeiten dieses Fachausschusses wurden Normen für die zeichnerischen Darstellungen der verschiedenen Verfahren aufgestellt[3]; weitere grundlegende Arbeiten des Fachausschusses sind in Bearbeitung bzw. Vorbereitung. Eine rührige Tätigkeit auch auf dem Gebiet der elektrischen Schweißung entfaltet ferner der Verband für autogene Metallbearbei-

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 153.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 43.
[3] Vgl. ETZ 1927, S. 738.



tung mit seinen Lehr- und Versuchswerkstätten für Schweißtechnik. Auch in der Literatur haben die neuen elektrischen Schweißverfahren eine genügende Würdigung gefunden. Außer den zahlreichen einzelnen Spezialaufsätzen sind eine Reihe von Schweißbüchern herausgegeben worden, von denen das Buch von Oberbaurat Wundram „Die elektrische Lichtbogenschweißung, ihre Hilfsmittel und ihre Anwendung", das Buch der AEG „Elektrische Schweißen", das Buch von Meller (SSW) „Elektrische Lichtbogenschweißung", die Bücher von Schimpke-Horn „Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik", das Buch von Neumann „Elektrische Widerstandsschweißung" und das Buch von Oberbaurat Bartk „Schweißtechnik" besonders erwähnt seien. Sauer.

Typische Ausführungsarten von Freiluftstationen für 100 000 Volt-Betriebspannung.

Von Dr.-Ing. E. h. **H. Probst,** Berlin.

Übersicht. Die nachstehende Abhandlung zeigt die Ausführungsarten von Freiluftstationen, die in den letzten Jahren in Deutschland bevorzugt wurden. Diese Ausführungen bilden gewissermaßen eine Ergänzung zu den Veröffentlichungen von Rachel und Moldenhauer in der ETZ.

Die Entwicklung der Schaltanlagen für Innenstationen hat gezeigt, daß erst reichlich krumme Wege zurückgelegt werden mußten, bevor die heutigen einfachen und übersichtlichen Anordnungen allgemein zur Anwendung gelangten. Die gleiche Erscheinung läßt sich nachweisen, wenn man den Aufbau der Schaltanlagen betrachtet, die in den letzten zehn Jahren im Freien aufgestellt sind. In dieser Zeit wurden die als Freiluftstationen bezeichneten Schaltanlagen teilweise als Wolkenkratzer gebaut, die mit einer die Augen verwirrenden Eisenkonstruktion ausgerüstet waren. Aber auch noch heute erscheinen zu Reklamezwecken hier und da in den technischen Zeitschriften Aufnahmen von Freiluftstationen, die nicht nur sehr unruhig wirken, sondern auch unübersichtlich sind. Demgegenüber läßt sich erfreulicherweise feststellen, daß die in Deutschland in den letzten Jahren errichteten Schaltanlagen, die im Freien aufgestellt wurden, hinsichtlich der Übersichtlichkeit kaum noch etwas zu wünschen übrig lassen.

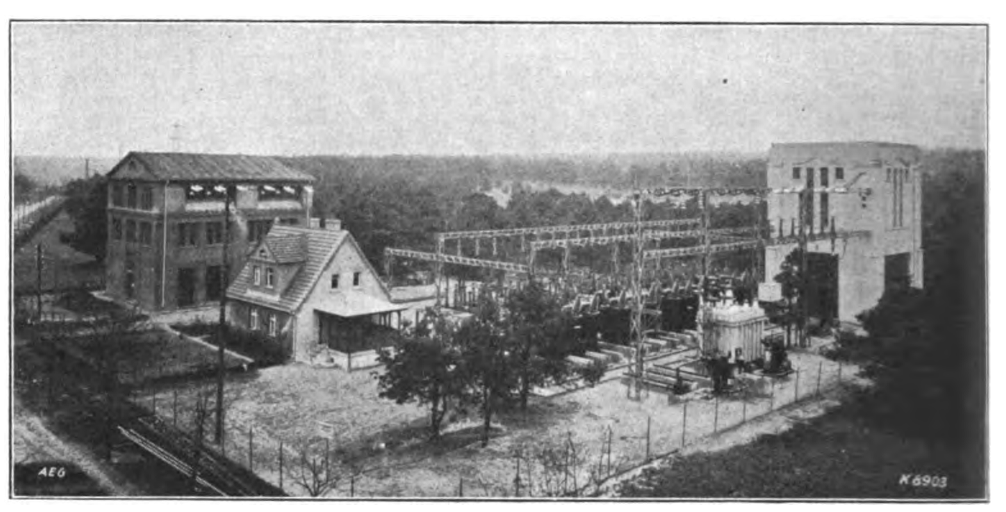


Abb. 1. 100 kV-Freiluftstation Wildau. Gesamtansicht.

Allgemein war die Ansicht verbreitet, daß eine Freiluftstation mit Rücksicht auf ihre ungünstige architektonische Wirkung nicht in der Nähe einer großen Stadt errichtet werden sollte. Als nun das MEW in einem Vorort von Berlin die erste derartige Anlage in Deutschland für eine Betriebspannung von 50 kV durch die AEG errichten ließ, stellte sich heraus, daß niemand an der Wirkung der Eisenkonstruktion etwas auszusetzen hatte. Auch die Aufnahme der später in Wildau gebauten 100 kV-Freiluftstation (Abb. 1) zeigt, daß das Landschaftsbild nicht im mindesten beeinträchtigt wird.

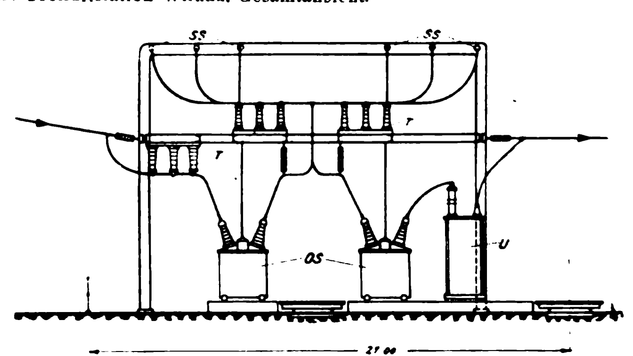
Über die Vor- und Nachteile der Freiluftstationen an sich bleibt nichts zu sagen übrig, denn man hat zum größten Teil sogar die Bedenken fallen gelassen, die gegen die Errichtung derartiger Anlagen in der Nähe eines Dampfkraftwerkes geäußert wurden.

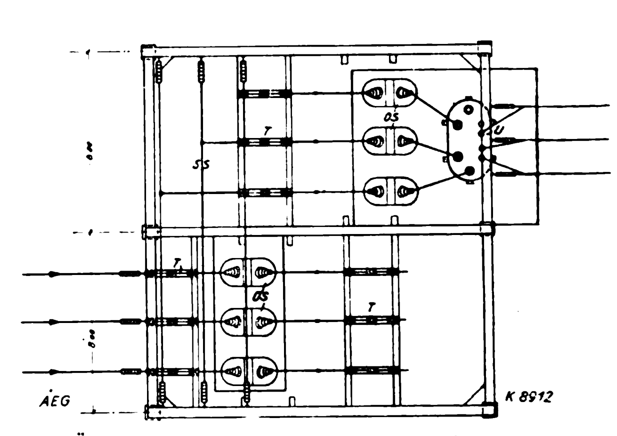
Die nachstehenden Ausführungen verfolgen lediglich den Zweck, in kurzen Worten zu zeigen, welche typischen Ausführungsarten sich in Deutschland in den letzten Jahren eingeführt haben und welchen Platz die verschiedenen Anordnungen ungefähr benötigen.

Die Hauptunterschiede, die im Aufbau der Freiluftanlagen bestehen, beziehen sich genau betrachtet nur auf die verschiedene Art der Montage der Trennschalter, d. h. einige Elektrizitätswerke lassen die Trennschalter in einer Höhe von 6 m vom Erdboden montieren, während andere eine Höhe von 2 m bzw. ½ m bevorzugen. Entsprechend der Lage der Trennschalter haben sich demnach drei Hauptausführungsarten entwickelt, die nachstehend erwähnt werden sollen.

Um einen ungefähren Vergleich zu ermöglichen, müssen Ausnahmefälle ausscheiden, und es sollen auch nur Stationen mit einer Betriebspannung von 100 kV einer Betrachtung unterzogen werden, die mit einem Doppelsammelschienensystem ausgerüstet sind, dessen Drähte nicht unmittelbar über den Trennmessern liegen.

Ist die Grundfläche, auf der die Freiluftanlage errichtet werden muß, klein, dann ist man gezwungen, eine





OS Ölschalter *T* Trennschalter *SS* Sammelschienen *MW* Meßwandler *U* Umspanner

Abb. 2. 100 kV-Freiluftstation. Hochbau bei schmaler Grundfläche.

zweistöckige Anordnung anzuwenden, wie sie die Abb. 2 zeigt. Dieser Aufbau ist in der Hauptsache nichts anderes als eine Innenstation, bei der die Wände und das Dach entfernt wurden und die Trennschalter nicht in der üblichen vertikalen, sondern in einer horizontalen Lage montiert sind. Aus dem Grundriß der Abb. 2 geht

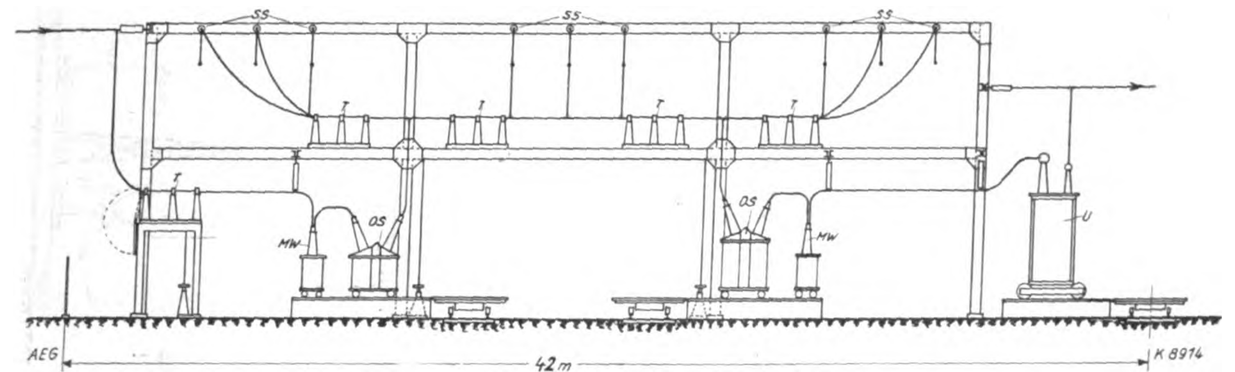
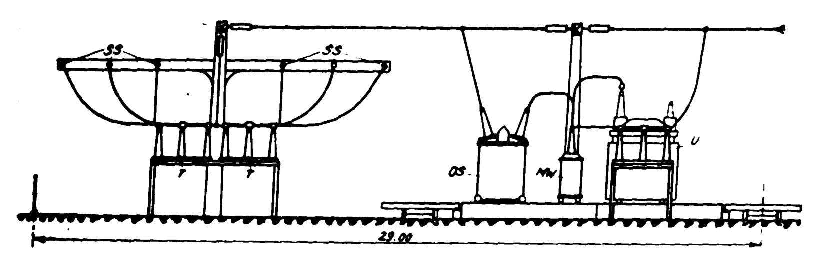


Abb. 3. 100 kV-Freiluftstation. Hochbau bei breiter Grundfläche. (Zeichenerklärung siehe Abb. 2.)



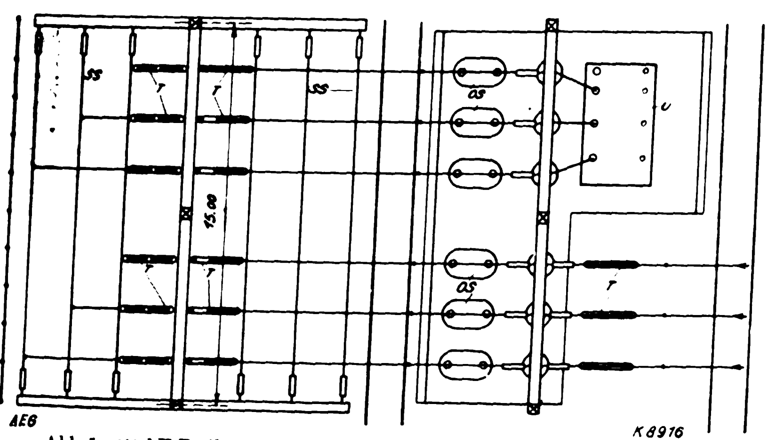


Abb. 5. 100 kV-Freiluftstation. Mittelbau bei schmaler Grundfläche. (Zeichenerklärung siehe Abb. 2.)

hervor, daß die Transformatoren- und Freileitungsfelder um je eine Teilung verschoben, also wechselseitig an die Doppelsammelschienen angeschlossen sind. Eine solche Gruppierung ist notwendig. wenn man die Maße der Freiluftstation in der Breite möglichst klein halten muß.

Ist das Grundstück dagegen breit und weniger tief, so ist der Aufbau, wie ihn Abb. 3 zeigt, zu empfehlen. Infolge der hufeisenförmigen Anordnung der zweiten Sammelschiene ist es hier möglich, die Verteilungs- oder Transformatorenabzweige nach beiden Richtungen hin in der gleichen Mittellinie, also nicht versetzt, weiterzuleiten.

Die beiden ebenerwähnten Dispositionen gehören zu den eingangs erwähnten Anlagen, bei denen die Trennschalter mindestens 6 m über dem Erdboden montiert werden. Will man die Trennschalter bequemer zugänglich machen, so besteht die Möglichkeit, Laufstege auf den eisernen Längs- oder Querträgern anzubringen.

Eine andere Ausführungsart von Freiluftstationen mit hochliegenden Trennschaltern zeigt Abb. 4 (S. 384). Hier sind die Trennschalter nicht stehend auf den Gerüsten montiert, sondern hängend angeordnet, um vom Erdboden aus eine bessere Übersicht über die Trennschalterstellungen zu erhalten. Infolge der geringen Anzahl der eisernen Stützen macht dieser Aufbau einen sehr ruhigen und übersichtlichen Eindruck.

Zu der zweiten typischen Ausführungsart gehören die Freiluftanlagen, bei denen die Trennschalter in einer Höhe von 2 ÷ 2½ m vom Erdboden montiert und deshalb für Kontrollzwecke bequemer zu erreichen sind. Trotz dieser tieferen Lage der Trennschalter kann man sich auf dem Grundstück frei bewegen, ohne Gefahr zu laufen, mit einer Hochspannungsleitung in Berührung zu kommen.

Abb. 5 zeigt die eben erwähnte Anordnung, welche für das MEW in Wildau zur Ausführung gelangte und die benutzt wird, wenn das Grundstück im Verhältnis zur Tiefe schmal ist.

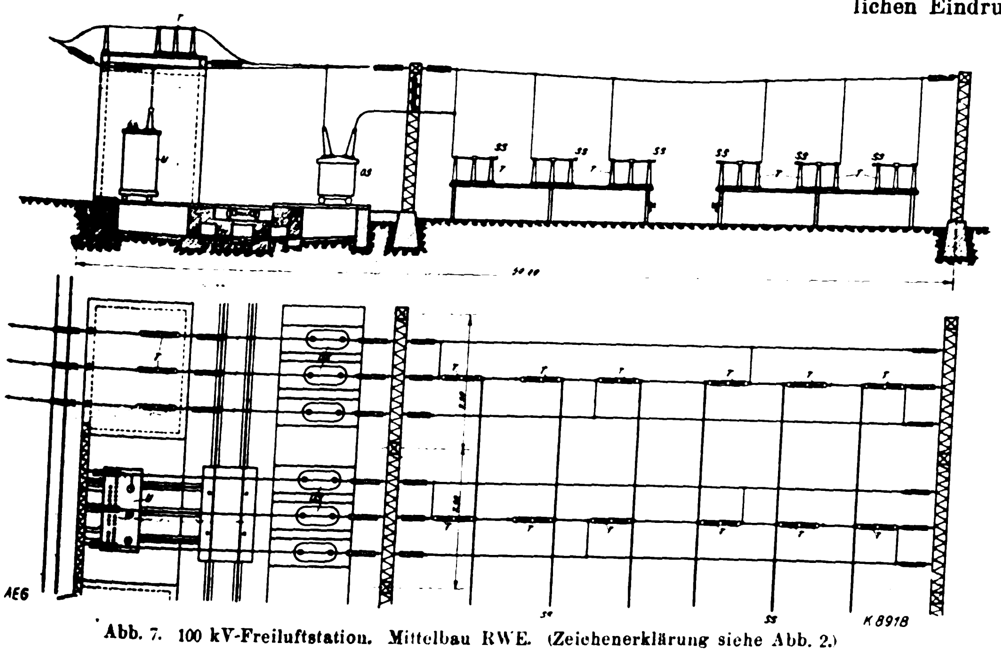


Abb. 7. 100 kV-Freiluftstation. Mittelbau RWE. (Zeichenerklärung siehe Abb. 2.)

Abb. 6 zeigt den Aufbau der Freiluftstationen, welche das El.-W. Westfalen in Mecklenbeck und im Gersteinwerk benutzt und den auch das El.-W. Schlesien in der Nähe der Zentrale Tschechnitz verwendet. Diese Anordnung kommt in Frage, wenn die zur Verfügung stehende Grundfläche breit, aber weniger tief ist.

Eine andere Ausführungsart, welche in erster Linie das R.W.E. bevorzugt, zeigt Abb. 7. Hier sind die Trennschalter der verschiedenen Phasen nicht wie bei den bisher geschilderten Anordnungen neben-, sondern hintereinander aufgestellt. Durch diese Gruppierung ist es möglich, die Sammelschienen an dem einen Außenende der Trennschalter anzuschließen.

Als dritte typische Ausführungsart ist die Anordnung zu betrachten, bei der die Trennschalter auf einem niedrigen Sockel sitzen und demnach am bequemsten zugänglich sind. Diese als Flachbauweise bezeichnete Ausführungsart ist aus der Abb. 8 ersichtlich und von A. Rachel in der ETZ bereits eingehend beschrieben worden[1]. In der Grundfläche braucht die Flachbauweise natürlich den meisten Platz, und eine freie Bewegung auf dem Grundstück unterhalb der Trennschalter ist wie bei den obenerwähnten Ausführungsarten nicht möglich. Dagegen ist die geschlossene Eisenkonstruktion durch Tragmaste ersetzt, die in der Disposition eine größere Bewegungsfreiheit gestatten.

Als Tragkonstruktionen wurden bei dem Aufbau der Freiluftanlage nach Abb. 1 die bekannten Gittermaste verwendet. Dagegen zeigt Abb. 6 eine Ausführung, bei der statt Gitterträger Vollblechträger benutzt wurden. Bei der Anordnung nach Abb. 4 sollen Betonträger zur Verwendung gelangen, die bisher wenig benutzt wurden.

[1] ETZ 1926, S. 436.

Abb. 4. 100 kV-Freiluftstation. Hochbau mit hängenden Trennschaltern (Großkraftwerk Hannover). (Zeichenerklärung siehe Abb. 2)

Abb. 6. 100 kV-Freiluftstation. Mittelbau bei breiter Grundfläche. (Zeichenerklärung siehe Abb. 2.)

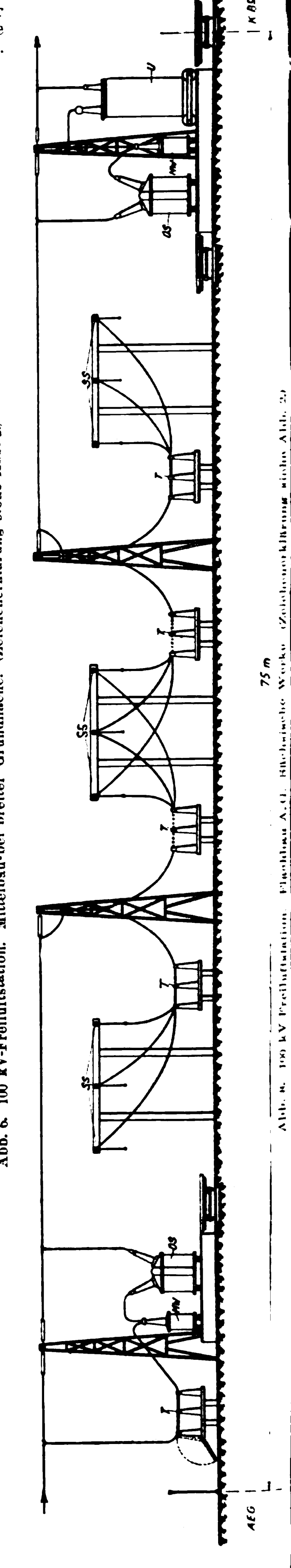


Abb. 8. 100 kV Freiluftstation. Flachbau A.-G. Sächsische Werke. (Zeichenerklärung siehe Abb. 2)

Bei den oben geschilderten Anlagen weichen die Abstände der verschiedenen Phasen sehr stark voneinander ab. Einige Elektrizitätswerke halten einen Leitungsabstand von 1750 mm für ausreichend, andere dagegen benutzen einen solchen von 3000 mm. Die Breitenmaße der einzelnen Felder schwanken daher zwischen 7,5 und 10 m, und der Platzbedarf bei den geschilderten Ausführungsarten steht rund gerechnet im Verhältnis von 4 : 6 : 8. Nicht einheitlich ist die Ansicht darüber, ob bei den Freiluftanlagen Ölgruben verwendet werden müssen, oder ob man davon Abstand nehmen kann.

Die Vor- und Nachteile der drei oben beschriebenen Hauptausführungsarten sind aus dem Aufbau ohne Schwierigkeiten ersichtlich, so daß sich ein Hinweis darauf an dieser Stelle erübrigt. Es soll nur noch darauf hingewiesen werden, daß sich der Gesamtpreis der reinen elektrischen Einrichtung einer Innenstation von der einer Freiluftstation nicht nennenswert unterscheidet, da die Ersparnisse an Apparaten, die in einem Gebäude untergebracht sind, durch die Kosten der Durchführungsisolatoren zum größten Teil wieder aufgehoben werden. Die Ersparnisse, die sich bei der Errichtung einer Freiluftanlage gegenüber einer Gebäudestation erzielen lassen, bestehen demnach in dem Preisunterschied zwischen den Kosten der Eisenkonstruktionen bzw. Tragmasten einerseits und denen der Gebäude anderseits.

Neues Verfahren zum Regeln von Asynchronmaschinen mit Mehrphasen-Kollektormaschinen.

Von **A. Heyland**, Brüssel.

Übersicht. In früheren Veröffentlichungen ist für Mehrphasen-Kollektormaschinen mit Drehfeld zur Erzielung einer Stromwendung, wie in Maschinen mit Wendepolen, ein Verfahren angegeben worden, welches das Ziel erreicht durch eine einzige gleichmäßige Wicklung auf dem Ständer mit ½ Polschritt, und das seitdem zahlreiche Anwendung fand in den Konstruktionen eines neuen Systemes selbstkompensierter Motoren, wie vor allem auch selbsterregter Serien-Erregermaschinen.

Der Artikel beschreibt ein neues sehr einfaches Regelungsverfahren, welches bisher zum Regeln der Kompensierung von Asynchronmotoren durch derartige Erregermaschinen in Anwendung kam, und dessen hierbei erzielte Wirkungen gleichfalls zu unter- und übersynchronen Regelungen der Drehzahl von Asynchronmotoren dienen können, und zwar durch eine unabhängige, selbsterregte Serien-Mehrphasen-Kollektormaschine.

In einer Veröffentlichung vor einigen Jahren, in der Rev. Gén. de l'El. Bd. 17, S. 397, über ein neues System von Mehrphasen-Kollektormaschinen, von denen auch in der ETZ 1927, S. 673, die Rede war, ist gesagt, daß später gezeigt werden sollte, wie gewisse Eigenschaften in der Wirkungsweise der dort behandelten selbsterregten Serien-Mehrphasen-Erregermaschine, in der Regelung dieser Maschinen, und auch in der unter- und übersynchronen Regelung von Asynchronmotoren, durch eine unabhängige Mehrphasen-Kollektormaschine, ausgenutzt werden können. In den Werken der Constructions Electriques de Belgique, Liége-Herstal, wo seitdem die Produktion dieser neuen Maschinen zu einer sehr ausgedehnten Entwicklung und großer Vollkommenheit ihrer Konstruktionen gekommen ist, konnten in den letzten Zeiten auch gleichfalls die sich ergebenden Möglichkeiten eingehend untersucht werden, wie die genannten Wirkungen zu Zwecken der Regelungen dieser Maschinen in bester und vollkommenster Weise sich ausnutzen lassen.

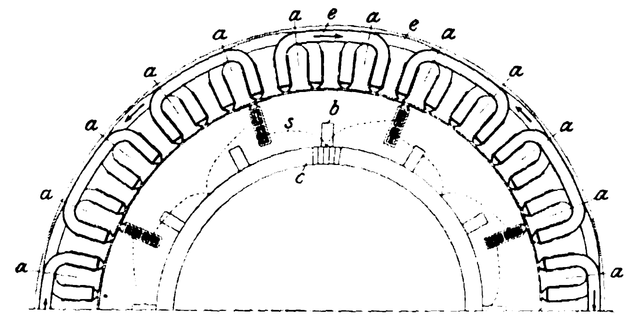
Auf einen Wunsch der Schriftleitung der ETZ hin um Mitteilung näherer Einzelheiten über die bisherigen Ausführungen der neuen Maschinen glaube ich, daß eine Beschreibung der hierbei erhaltenen neuen Regelungen, die gleichzeitig eine Zusammenfassung der bisherigen Ausführungen der Maschinen bringt, interessieren könnte.

Diese Lösung hat in erster Linie, zunächst für diese Erregermaschinen zur alleinigen Kompensierung und Hyperkompensierung von Asynchronmaschinen, zu einem neuen Verfahren der Regelung geführt, welches sich sowohl durch die erzielten Wirkungen, als auch durch eine außerordentliche Einfachheit auszeichnet. Für Regelungen der Drehzahl von Asynchronmotoren ist das Verfahren bisher noch nicht zur Anwendung gekommen; die Fälle, wo die einfache Erregermaschine gewünscht wird, sind unvergleichbar zahlreicher, vor allem in vielen Fällen für bestehende Motoren, und das Verfahren paßt sich völlig selbsttätig an ohne längere Vorversuche; dieselben Wirkungen werden aber gleichfalls bei der Regelung der Drehzahl entsprechende Vorteile und Vereinfachungen erzielen.

Die Lösung kommt zu allgemeineren Wirkungen als die, an welche seiner Zeit zunächst gedacht war; sie ist übrigens auch auf sonstige Systeme von Mehrphasen-Kollektormaschinen anwendbar, bietet jedoch verschiedene spezielle Vorteile für selbsterregte Maschinen und solche nach dem neuen System, von dem die Rede war.

I. Mehrphasen-Kollektormaschinen mit ½ Polschritt auf dem Ständer.

Das System dieser Maschinen ist hervorgegangen aus einem Verfahren, das zum Gegenstand hat, in Mehrphasen-Kollektormaschinen mit Drehfeld und feststehenden Bürsten durch eine besondere Ausführung der gleichmäßigen Wicklung auf dem Ständer eine ähnliche vollkommene Aufhebung der Stromwendespannung, Reaktanzspannung, zu erhalten, wie sie z. B. in Gleichstrommaschinen durch Anbringung von Wendepolen erzielt wird. Das Verfahren erreicht dieses durch eine von der normalen Verteilung der Stromphasen im Anker in einem gewissen Sinne verschiedene Verteilung der Stromphasen im Ständer, die zur Folge hat, daß bei einer gewissen Bürstenstellung in den Stromwendezonen dem Drehfelde Wendefelder überlagert werden. Das Verfahren benutzt hierzu im Ständer verkürzten Wicklungsschritt, und zwar gleich ½ Polschritt. Abb. 1 zeigt eine Ansicht der Wicklungen einer derartigen Maschine. Die Überlagerung von Wendefeldern ergibt sich bei der gezeichneten Stellung der Bürsten an den Stellen der Kreuzungen von zwei Spulen verschiedener Phasen der Wicklung des Ständers.



a Achsen der resultierenden Wendefelder
b Stellung der Bürsten des Kollektors
c Kollektor
e Lage der Spulen des Ständers, Wicklung mit ½ Polschritt (eine Phase durch Pfeile bezeichnet)
s Lage der kommutierenden Spulen im Anker, normaler Polschritt

Abb. 1. Dreiphasen-Kollektormaschine mit ½ Polschritt auf dem Ständer (8polige Maschine).

Die Verteilung der Stromphasen, die sich aus der Wicklung mit ½ Polschritt ergibt, erzeugt an diesen Stellen einen Mehrwert der resultierenden Stromwindungen auf dem Ständer im Verhältnisse zu ihrem Mittelwerte und ein Minimum in der Mitte zwischen diesen Stellen, d. h. in den Achsen der Spulen des Ständers. Die Differenz zwischen diesem Maximum und Minimum, welche an diesen Stellen der Ankerrückwirkung entgegengesetzt gerichtet ist, hat, wie in einer Maschine mit Wendepolen, die Wirkung, das Reaktanzfeld in den Nuten der kommutierenden Spulen des Ankers aufzuheben und durch ein gewisses Zusatzfeld auch noch Wirkungen äußerer Streufelder der Reaktanz zu kompensieren.

Abb. 2a zeigt z. B. in aufgerollter schematischer Darstellung einen Ausschnitt des Ständers A, einem Polpaar entsprechend, also mit sechs Spulen, des Ankers B mit den durch sechs kleine Pfeile angedeuteten Bürstenzonen in den Kreuzungen der Spulen des Ständers, und Abb. 2b zeigt die prinzipielle Verteilung der Stromwindungen im Luftspalte, z. B. für einen gegebenen Augenblick. Angenommen sei der Zeitpunkt, wo der Strom in den Spulen der stärker ausgezogenen Phase des Ständers (Abb. 2a) sein Maximum i habe, dann ist er in den benachbarten Spulen der zwei anderen Phasen ½ i und fließt im gleichen

Sinne. Die Verteilung der Stromwindungen des Ständers ist dann (Abb. 2b) annähernd durch die abgesetzte Kurve *I* wiedergegeben. Die Verteilung der Stromwindungen des Ankers, mit normaler Wicklung, hat einen mehr oder minder einer Sinuskurve sich annähernden Verlauf, dessen Mittelwerte, auf die einzelnen Zähne des Ständers bezogen, sich zunächst durch die abgesetzte Kurve *I'* darstellen lassen. Sei zunächst der mittlere Wert der Stromwindungen gleich und genau entgegengesetzt, so ergibt ihre Differenz an den einzelnen Stellen die nahe der Nullinie eingezeichnete Kurve *d*. Die in den Bürstenzonen ein- und austretenden Ströme entsprechen für diesen Fall den Pfeilen *i'* (Abb. 2a), und es ist ersichtlich, daß die Amplituden der Kurve *d* (Abb. 2b) überall in den Bürstenzonen die Richtung von Wendefeldern haben. In den zwei durch a_0 bezeichneten Bürstenzonen ist in diesem Augenblick der Strom Null, und damit auch das Wendefeld. In der Kurve *d* wirken dabei ebensowohl die in den Bürstenzonen liegenden, der Ankerrückwirkung entgegengesetzten Teile wie Wendefelder, durch die in der kurzgeschlossenen Windung induzierte EMK der Bewegung, wie auch die zwischen den Bürstenzonen liegenden Teile, welche sich durch die kurzgeschlossenen Windungen in axialer Richtung schließen und in ihnen im gleichen Sinne eine EMK der Ruhe induzieren.

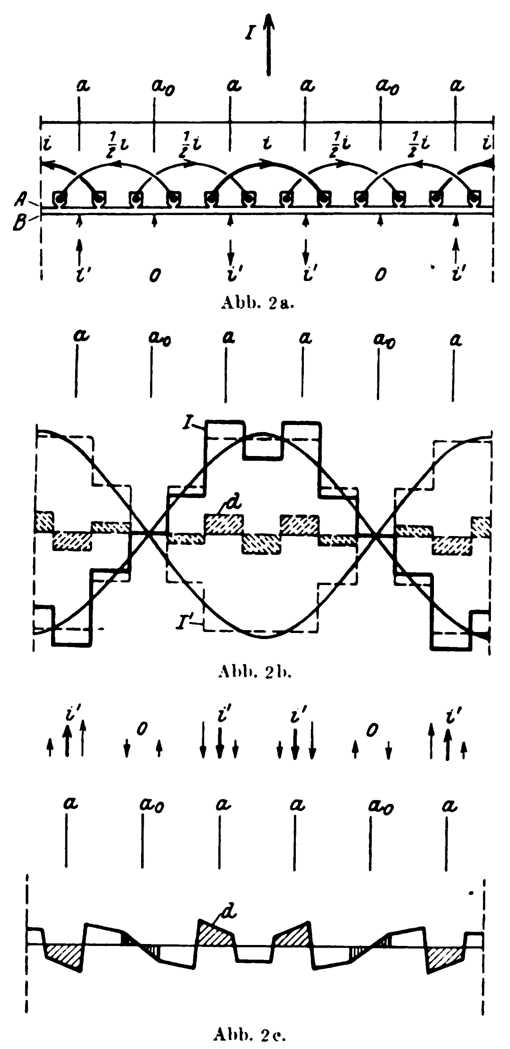


Abb. 2a.

Abb. 2b.

Abb. 2c.

Abb. 2a, 2b, 2c. Aufgerolltes Schema für 1 Polpaar. *A* Ständer, *B* Anker, Bürstenzonen durch 6 kleine Pfeile bezeichnet. Verteilung der Stromwindungen für einen gegebenen Zeitpunkt *I* im Ständer, *I'* im Anker, *d* Verteilung der überlagernden Wendefelder. Wirkung ohne und mit Berücksichtigung der magnetisierenden Komponente des Stromes.

Die Formierung der Stromwindungen im Ständer, welche die Stromwendung im Anker bewirken, unterscheidet sich noch in diesen Maschinen in zwei Gesichtspunkten von derjenigen in Maschinen mit Wendepolen. Einerseits ist ihre in den Achsen der genannten Kreuzungen sich ergebende Phase nicht genau, sondern unter einem geringen Phasenunterschiede denen des Ankers entgegengesetzt. Die Resultate haben jedoch gezeigt, daß jedenfalls ihre genau entgegengesetzte Komponente bereits genügt, vollkommene Wirkungen zu erzielen. Außerdem ergibt sich diese Phase aus den zwei Phasen, welche eine Kreuzung bilden. Selbst wenn sich in einem schwierigen Falle eine schädliche Wirkung zeigt, so genügt es beim Einstellen der Bürsten, die letzteren etwas nach der einen oder anderen Seite zu verschieben, um die Überlagerung der Phasen im Ständer und Anker etwas zu ändern und so die beste Stellung für die vollkommene Stromwendung zu finden. Abb. 2c erläutert dieses für den gleichen Zeitpunkt der Stromverteilung im Ständer (Abb. 2a). Zunächst wird die Wirkung der Stromwindungen des Ständers unter einem Zahne noch eine verschiedene, je nachdem man sich der einen oder der anderen der benachbarten Phasen nähert. In dem Momentanwerte der Kurve *d* ausgedrückt, hat dieses zur Folge, daß dieser in der Tat nicht die horizontal abgesetzte Form (Abb. 2b) hat, sondern ungefähr die abgeschrägte Form der Halbwellen wie in Abb. 2c; d. h. der Wert steigt oder fällt, je nachdem man sich der Nut nähert, wo der Strom in diesem Momente größer oder kleiner ist, und an den durch a_0 bezeichneten Stellen steigt er in dem einen oder dem anderen Sinne. Anderseits beeinflußt ein Phasenunterschied der Stromwindungen im Anker nicht weiter den charakteristischen Verlauf dieser Kurve *d*. Man kann sie immer in eine den Stromwindungen des Ständers entgegengesetzte Komponente zerlegen, und eine andere das Nutzfeld erzeugende magnetisierende Komponente, welcher diese sich gleichbleibende Differenz-Kurve *d* sich überlagert. Jeglicher Phasenunterschied der Stromwindungen im Anker hat lediglich zur Folge, daß in dem betrachteten Zeitpunkt die in den Bürstenzonen ein- und austretenden Ströme nicht mehr den Pfeilen *i'* (Abb. 2a) entsprechen, sondern in die (Abb. 2c) links oder rechts hierzu gezeichneten Werte übergehen. Die Abb. 2c zeigt, daß es genügt, die Bürsten dann etwas nach links oder nach rechts zu verschieben, um sie in einer den Strömen entsprechenden Wendezone richtig einzustellen.

Übrigens wird die richtige Bürstenstellung in diesen Maschinen, die ebenso wie in Gleichstrommaschinen meist etwas zu den Achsen der Wendepole verschoben liegt, auch hier beim Einstellen durch den Versuch gefunden. Man findet meistens ziemlich breite Zonen unter dem Zahne, wo keine Funken auftreten, und die Bürsten werden dann in der Mitte dieser Zone definitiv eingestellt. In vielen Fällen findet man als beste Stellung, trotz der Phasenverschiebung, genau die Achsen der Kreuzungen, was sich dadurch erklärt, daß bereits die bekannte Feldverdrehung im Luftspalte eine Verschiebung der Wirkung im günstigen Sinne ausübt.

Der andere Unterschied ist, daß man in einer Maschine mit Wendepolen die Windungszahl auf diesen Polen im Verhältnis zur Ankerrückwirkung wählen kann, während in diesen Maschinen das Verhältnis der resultierenden Stromwindungen auf dem Ständer, welches dazu dienen soll, die vollkommene Stromwendung im Anker zu bewirken, durch diese Art der Wicklung gegeben ist. Um es zu ändern, müßte man zum Beispiel noch eine zweite Wicklung hinzufügen. Die Resultate haben jedoch gezeigt, daß dieses gegebene Verhältnis sich durch einen glücklichen Zufall gut den üblichen Bedingungen anpaßt. Im allgemeinen erhält man, bei tiefen Nuten im Anker, noch eine etwas stärkere Wirkung als erforderlich ist. Dies hat dann eine etwas stärkere Verdrängung des Stromes nach der auflaufenden Bürstenkante zur Folge, was bekanntlich für eine gute Stromwendung nur vorteilhaft ist. Außerdem erlaubt dieser Umstand sehr hohe Ausnutzung der Modelle, indem man die Nuten relativ tief wählen und sie gleichzeitig den besten Bedingungen für eine vollkommene Stromwendung anpassen kann. Dieses führt zu gewissen Verhältnissen und Regeln, die sich berechnen lassen und leicht einzuhalten sind, indem, wie gesagt, gleichzeitig die Ausnutzung der Modelle eine hohe wird. Diese Regeln sind dann aber auch nach Möglichkeit einzuhalten. So zeigte sich z. B. bei einigen kleineren Maschinen, bei denen ihrer geringen Leistungen wegen eine genaue Nachrechnung dieser Punkte nicht erforderlich erschien, daß Funken auftraten, die nicht zum Verschwinden gebracht werden konnten. In allen größeren Maschinen wurden von vornherein alle Einzelheiten genau berechnet, und überall in diesen Maschinen ist das Verhalten der Kollektoren und der Bürsten das denkbar vollkommenste und wie in den besten Gleichstrommaschinen.

Ein anderer Vorteil, der sich aus dem Systeme ergibt, sind die niedrigen Verluste in diesen Maschinen. Die Wendefelder selbst, welche sich dem Drehfelde überlagern, sind verhältnismäßig klein. Eine meßbare Vergrößerung

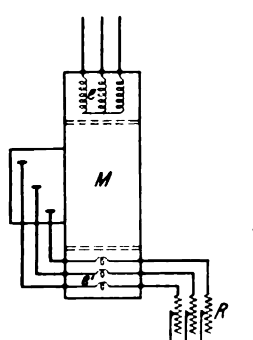
der Eisenverluste, gegenüber den Modellen mit normaler Wicklung für gleiche Feldstärken, ist bisher nicht festgestellt worden.

Wendepole sind in Drehfeld-Maschinen, die schon eine gleichmäßige Wicklung auf dem Ständer haben, schwierig anzubringen. Hier hingegen wird die Ausnutzung des Kupfers auf dem Ständer sogar eine sehr gute, und zu den der normalen Verteilung im Anker entsprechenden aktiven Stromwindungen können die erforderlichen Komponenten für die Stromwendung hinzukommen. Verglichen mit einer normalen Wicklung mit Polschritt für die gleiche Polzahl und für gleiche Zahl aktiver resultierender Stromwindungen, wird die Stromdichte in den Nuten des Ständers etwas größer. Der geringe Platzbedarf für die äußeren Spulen gestattet aber eine bessere Abkühlung, und infolge der halben Länge der äußeren Spulen erhält man in diesen Maschinen, trotz der für die Stromwendung hinzukommenden Stromwindungen, oft sogar weniger totale Verluste im Kupfer und natürlich immer ein geringeres Gewicht an Kupfer.

Wegen dieser verschiedenen Vorteile in seiner Wirkungsweise und in ökonomischer Hinsicht ist das Verfahren in erster Linie für solche Maschinen zur Anwendung gekommen, wo der Einfluß der Reaktanzspannung in den Vordergrund tritt.

a) Selbstkompensierter Mehrphasenmotor.

Die Wicklungen sind zunächst vor allem in einem neuen System selbstkompensierter Motoren benutzt worden. Dieses System ist an sich überhaupt nur dadurch ausführbar geworden, daß dieses Verfahren eine vollkommene Stromwendung bewirkt. Sein wesentlicher Vorteil über die Ausführung nach den älteren Systemen ist der, daß der Anker nur eine einzige Wicklung trägt und so die beste Ausnutzung gleichfalls für das Kupfer im Anker des Motors erreicht.



e Wicklung des Ständers mit ½ Polschritt
e' Erregerwindungen auf dem Ständer
R Anlauf-Widerstand

Abb. 3. Selbstkompensierter Dreiphasenmotor, eine Wicklung im Anker (neue Anordnung).

Abb. 3 zeigt ein Schema des Motors für Dreiphasenstrom. Der Ständer trägt die primäre Wicklung *e* mit ½ Polschritt gewickelt und eine Erregerwicklung *e'*. Die letztere liegt unten in den Nuten, in der Abb. 1 ist sie nicht sichtbar, sondern überdeckt durch die äußeren Spulen der Hauptwicklung. Sie besteht aus einem Leiter in der Nut, der einen ganz unbedeutenden Platz einnimmt im Verhältnis zu dem immer auf dem Ständer reichlicher zur Verfügung stehenden Platz. Ihre Windungen einer Phase sind parallel zueinander geschaltet. Der Anker trägt eine einzige Serienwicklung mit Kollektor, Stabwicklung mit normalem Polschritt, wie für einzelne Windungen ebenfalls in Abb. 1 angedeutet ist. Er ist kurzgeschlossen durch die Bürsten des Kollektors und die Windungen der Erregerwicklung *e'*.

Der Anlauf des Motors in seiner gegenwärtigen Ausführung ist ebenso einfach wie der eines normalen Asynchronmotors. Der einzige Unterschied ist, daß sein Sekundärkreis, statt an Schleifringe angeschlossen zu sein, durch den Stromkreis der Bürsten des Kollektors gebildet ist. Der Anlaufwiderstand *R* ist, um alle Umschalter zu vermeiden, im neutralen Punkte der Erregerwicklung *e'* angeschlossen, so daß er diesen Punkt im Betriebe einfach kurzschließt. Nur im Anlaufe dieser Motoren, wenn die Geschwindigkeit des Ankers im Drehfelde zunächst noch niedrig ist, treten für einen Moment Funken an den Bürsten auf, die dann jedoch sofort wieder verschwinden, ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen und ohne den geringsten Einfluß auf das gute Aussehen des Kollektors.

Ein noch anderer Vorteil für die Charakteristik dieser Motoren ergibt sich aus einer seiner Zeit beschriebenen Wirkung, welche darin besteht, daß diese Wicklung auf dem Ständer mit ½ Polschritt allein schon bei Belastung des Motors eine gewisse innere Kompensierung ohne Erregerwicklung hervorruft, d. h. bei einfachem direktem Kurzschlusse der Bürsten in sich. Diese Wirkung hat selbst zur Folge, daß auch dann schon bei Leerlauf der Primärstrom im allgemeinen auf ungefähr die Hälfte des Leerstromes fällt, den das gleiche Modell bei normaler Wicklung für gleiche Feldstärke hat. Die Folge ist, daß die Erregerwicklung *e'* für eine sehr niedrige Spannung gewickelt werden kann. Wählt man diese zum Beispiel so, daß der Motor bei Leerlauf gerade kompensiert ist, so liefert die genannte innere Kompensierung eine Kompoundwirkung, und man erhält eine bis ungefähr zur normalen Belastung konstant bleibende Kompensierung des Motors.

Der reichlich zur Verfügung stehende Platz für den Querschnitt des Kupfers bietet den Vorteil, daß man in diesen Motoren ziemlich große Luftspalte benutzen kann. In letzter Zeit werden die Luftspalte überall mehr als doppelt so groß wie bei normalen Motoren. Dieses hat, neben sonstigen praktischen Vorzügen, zur Folge, daß die bei Motoren mit kleinen Luftspalten bekannten höheren zusätzlichen Eisenverluste in den Zähnen in diesen Motoren sich in niederen Grenzen halten lassen.

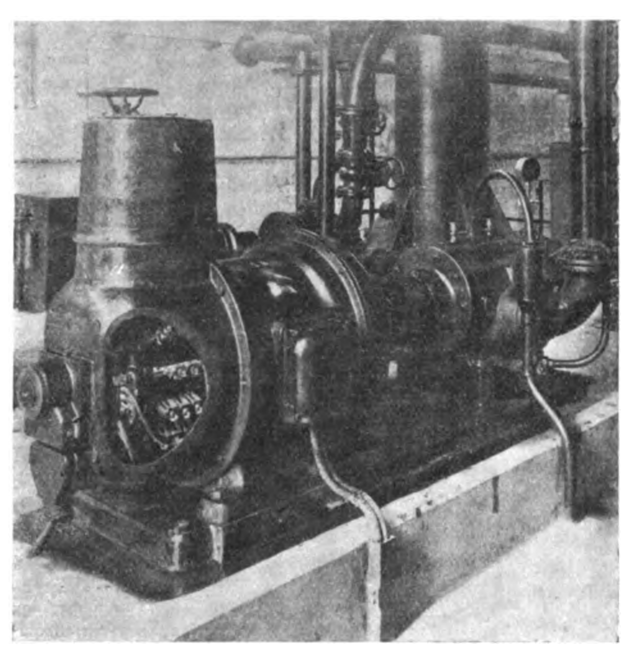


Abb. 4. Selbstkompensierte Dreiphasenmotoren, 40 PS bei 750 Umdr./min, 500 V, 50 Hz, zum Antriebe rotierender Kompressoren, Winterthur. Sté. Ame. des Glaces d'Auvelais, Auvelais.

Wünscht man vom Synchronismus verschiedene Drehzahlen, so können diese dadurch erhalten werden, daß man den Bürsten eine durch Transformator veränderliche Spannung zuführt. Abb. 4 zeigt die ersten nach dem System ausgeführten selbstkompensierten Motoren. Das Aussehen der Kollektoren ist nach mehrjährigem Betriebe das gleich vorzüglich wie in den ersten Tagen.

b) Selbsterregte Serien-Mehrphasen-Erregermaschine.

Die zahlreichsten Ausführungen, in denen vor allem in letzter Zeit diese Wicklungen mit ½ Polschritt auf dem Ständer Anwendung gefunden haben, sind die selbsterregten Serien-Mehrphasen-Erregermaschinen. Die Erfolge, welche mit diesen Maschinen erzielt wurden, sind noch verschiedenen anderen Umständen zu danken, welche hier zur Wirkung kommen und die in der Natur dieser Art von Maschinen für niedere Frequenzen ihre Begründung haben.

Zunächst ist schon im Prinzip, auch in bekannter normaler Ausführung, die selbsterregte Serien-Mehrphasen-Erregermaschine nicht nur sehr einfach, sondern eignet sich vorzüglich, um sie allen Anforderungen anzupassen, die man an eine Erregermaschine für Asynchronmotoren stellen kann. Dabei ist jedoch für eine derartige Maschine mit normaler Wicklung die große und hauptsächliche Unannehmlichkeit die, daß, um sie selbsterregend zu machen, die Bürsten gezwungenerweise in einer Stellung eingestellt werden müssen, welche besonders ungünstig für die Stromwendung wird. Dies ergibt sich aus der Verteilung der Stromphasen in der Maschine, wie z. B. in Abb. 5, im zweipoligen Schema für eine derartige Dreiphasen-Maschine mit normaler Wicklung, erläutert ist.

Die drei Phasen des Ständers (Abb. 5 a) bilden über seinen inneren Umfang 6 Sektoren, und die Verteilung der Stromphasen entspricht 6 Vektoren, welche zusammen die

für diese Maschinen bekannte Form eines Sechseckes bilden. Dies bedeutet, daß der momentane Wert der resultierenden Stromwindungen an einem gegebenen Punkte des Umfanges der Projektion der Vektoren auf eine Gerade entspricht, die mit der Frequenz des Stromes im Ständer rotiert, und daß somit die Stromwindungen ein Maximum erreichen an den Punkten, wo die Ecken des Sechseckes liegen, und an den Stellen in der Mitte zwischen diesen ein Minimum zeigen. In analoger Weise stellt man die Verteilung im Anker dar durch ein Sechseck, dessen Lage durch die Stellung der Bürsten gegeben ist. Die für die Stromwendung günstigste Stellung der Bürsten in einer derartigen Maschine ist die, wo die Stromwindungen im Ständer und Anker entgegengesetzt sind, und wo die beiden Seckecke sich decken, die sogenannte Kurzschluß-Stellung. In dieser Stellung wird jedoch das Feld der Maschine Null.

dem man die Spulen einer Phase dort zunächst in zwei Hälften unterteilt und den Wicklungschritt dieser dann auf ¼ des Umfanges verkürzt.

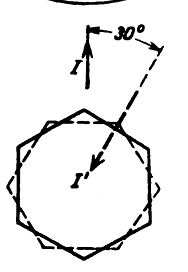
Man sieht dann in Abb. 6a, daß die Stromdrähte einer Phase auf vier Stellen, in Abständen von 90°, verteilt sind. Die drei Phasen auf dem Stator bilden so über den Umfang 12 Sektoren, und ihre Verteilung der Stromphasen entspricht somit 12 Vektoren, welche zusammen hier die Form eines Sternes mit 6 Spitzen bilden. Diese Spitzen entsprechen den Stellen, wo die Spulen zweier Phasen sich kreuzen, die resultierenden Stromwindungen erreichen an diesen Stellen ein Maximum und an den Stellen in der Mitte zwischen diesen ein Minimum. Die Differenz zwischen diesem Maximum und Minimum wird zunächst wesentlich stärker und ist an den Stellen der Spitzen der Ankerrückwirkung entgegengesetzt, d. h. sie

Selbsterregt als Generator bei V Drehrichtung des Ankers:

I' zu I: Lage der Bürsten zu ihrer Kurzschluß-Stellung (30°)

Zonen der 3 Bürsten: Innen eingezeichnete 6 Pfeile

Abb. 5a. Normale Serien-Dreiphasen-Maschine, Wicklung mit Polschritt (2poliges Schema).



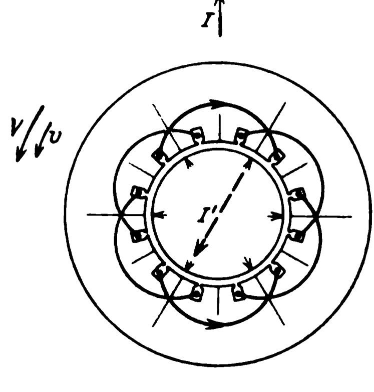
Ständer: Normales Sechseck (ausgezogen)

Anker: Normales Sechseck (gestrichelt)

Zonen der 3 Bürsten: Ecken des Sechseckes des Ankers

Abb. 5b. Diagramm der Überlagerung der Stromphasen (Verteilung).

Abb. 5a und 5b.

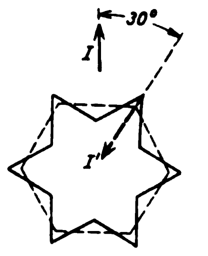


Selbsterregt als Generator. bei V Drehrichtung des Ankers:

I' zu I: Lage der Bürsten zu ihrer Kurzschluß-Stellung (30°)

Zonen der 3 Bürsten: Innen eingezeichnete 6 Pfeile

Abb. 6a. Serien-Dreiphasen Maschine mit ½ Polschritt im Ständer (2poliges Schema).



Ständer: Stern mit 6 Spitzen (ausgezogen)

Anker: Normales Sechseck (gestrichelt)

Zonen der 3 Bürsten: Ecken des Sechseckes des Ankers

Abb. 6b. Diagramm der Überlagerung der Stromphasen (Verteilung).

Abb. 6a und 6b.

Um die Maschine selbsterregend zu machen, muß man eine magnetisierende Komponente erzeugen, indem man die Bürsten unter einem gewissen Winkel, im allgemeinen ungefähr 30° elektrisch zu dieser Kurzschluß-Stellung einstellt. Die Bürstenzonen liegen für diese Stellung aber dann gerade dort, wo die Amplitude der Stromwindungen des Ständers ein Minimum wird, und die Differenz zwischen Maximum und Minimum der Stromwindungen im Ständer liegt für diese Stellung gemäß Abb. 5b in Richtung der Rückwirkung des Ankers, verstärkt somit noch die Reaktanzspannung und bewirkt schwierige Stromwendung. Man hat diesen Nachteil vermieden in Erregermaschinen ohne Selbsterregung, in welchen die Bürsten in der Kurzschluß-Stellung eingestellt sind. Diese vom Netz erregten Erregermaschinen haben im Anker drei Schleifringe, welche über einen Transformator an das Netz angeschlossen sind. Da hierbei die Frequenz im Anker mit der des Netzes synchron sein muß, so ist die Drehzahl nicht mehr unabhängig von der Asynchronmaschine, und diese Maschinen werden ziemlich kompliziert[1].

Abb. 6a und 6b zeigen die erzielten Wirkungen in diesen selbsterregten Serien-Mehrphasen-Erregermaschinen bei Anwendung dieser Wicklungen mit ½ Polschritt im Ständer. Im zweipoligen Schema einer derartigen dreiphasigen Maschine (Abb. 6a) ergibt sich die Wicklung des Ständers aus der normalen Wicklung (Abb. 5a), indem man die Spulen einer Phase dort zunächst in zwei

[1] Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei hier bemerkt, daß in Veröffentlichungen von Firmen, welche diese vom Netze erregten Erregermaschinen ausführen, häufig als selbsterregte Erregermaschinen, die sie liefern, um mit unabhängiger Drehzahl zu arbeiten, Maschinen angegeben sind, welche jedoch genau analog dem bekannten Kompensator nach Leblanc oder Scherbius sind. Ein Kompensator ist keine selbsterregte Maschine, sondern wird erregt durch den Sekundärstrom eines Motors. Seine Wirkung ist die einer negativen Selbstinduktion, oder genauer gesagt eines Kondensators sehr großer Kapazität, von dem man nicht sagen würde, daß er ein selbsterregter Apparat sei. Eine selbsterregte Maschine ist eine Maschine, welche an irgend welchen Kreis ohne Stromquelle oder sonstige Vorrichtung angeschlossen, die selbst ihre Erregung erzeugt, genau wie jede selbsterregte Gleichstrommaschine.

wirkt in der oben erläuterten Weise wie Wendepole. Betrachtet man nun z. B. (Abb. 5a und 6a) den gleichen Moment, wo der Strom im Ständer in der durch Pfeile bezeichneten Phase sein Maximum hat und somit die Richtung der resultierenden Stromwindungen I ist, so ergibt sich für die gleiche Stellung der Bürsten, welche im Anker die Stromwindungen I', unter 30° entgegengesetzt, erzeugen, daß die für die Stromwendung schädlichen Maxima der Stromwindungen des Ständers zwischen den Bürsten (Abb. 5b) verschwunden sind, und (Abb. 6b) unter der verstärkten Form der Spitzen des Sternes und unter einer Verschiebung von 30° selbsttätig genau an den Stellen der Stromwende-Zonen der Bürsten zu liegen kommen.

Dieses ist der wesentlichste Punkt in einem glücklichen Zusammentreffen verschiedener Faktoren bei Anwendung der Wicklung im Ständer mit ½ Polschritt in diesen Erregermaschinen, wie auch anderen selbsterregten Serien-Mehrphasen-Kollektormaschinen in Zusammenschaltung mit Asynchronmaschinen, d. h. Maschinen für niedere Frequenzen. Bei sonstigen Maschinen für normale Frequenzen kann man die Stellung der Bürsten wählen, indem man sich anderer Schaltungen, wie Dreieck-Stern mit Transformatoren usw. bedient. Für diese Maschinen für niedere Frequenzen hingegen ist die einzig mögliche Schaltung die direkte Serienschaltung von Ständer und Anker, und man ist gezwungen, mit der Bürstenstellung zu arbeiten, die für die Selbsterregung der Maschinen sich dabei ergibt. Indem die Bürsten hier selbsttätig in die für vollkommene Kommutierung richtige Stellung zu liegen kommen, können die Maschinen bei geeigneter Ausführung so dimensioniert werden und arbeiten wie Gleichstrommaschinen mit Wendepolen. Im Prinzip werden sie infolge der Abwesenheit von Wendepolen selbst einfacher als diese. Ein Unterschied hingegen, der zunächst bleibt, ist, daß die zur Regelung von Mehrphasen-Maschinen üblichen Mittel bekanntlich nicht so einfach sind wie z. B. bei Gleichstrommaschinen.

(Schluß folgt.)



Blindstromkompensation bei Großabnehmern.

Von Dipl.-Ing. **Hans Nissel**, Berlin.

Übersicht. Die Kompensation des Blindstromes in industriellen Anlagen wird grundsätzlich untersucht. Die technischen Möglichkeiten der Kompensierung werden beschrieben und an Hand ausgeführter Anlagen erläutert. Insbesondere wird die Einwirkung von Kondensatoren auf den cos φ festgestellt und hierüber eine Anzahl Meßergebnisse mitgeteilt. Zusammenfassend werden die einzelnen Kompensationsmethoden wirtschaftlich und technisch miteinander verglichen.

Das Interesse, das man in Deutschland seit einigen Jahren der cos φ-Frage zuwendet, ist zweifellos mehr als eine reine Modesache, wenn auch von mancher Seite der Angelegenheit etwas zu viel Bedeutung beigemessen wird. In ausgedehnten Kabelnetzen, deren Anlagekosten einen ganz erheblichen Anteil an den Gesamtanlagekosten des Elektrizitätswerkes ausmachen, ist die Blindstromfrage zweifellos von erheblich größerer Bedeutung als bei kleineren Werken, wo vorwiegend die E r z e u g u n g, weniger die F o r t l e i t u n g des Blindstromes eine wirtschaftliche Belastung darstellt. Weiter ist zu beachten, daß in Netzen mit einer überwiegenden L i c h t b e l a s t u n g während der Spitze das Problem kaum Bedeutung gewinnt, selbst wenn außerhalb der Spitze Gewerbe und Handwerk einen ungünstigen Leistungsfaktor hervorrufen. Denn hier wird der Leitungsquerschnitt, also die Anlagekosten, durch die L i c h t s p i t z e bedingt, die zu einer Zeit auftritt, zu der die M o t o r e n b e l a s t u n g gering ist, so daß zu dieser Zeit mit einem guten cos φ zu rechnen ist, und die durch die zusätzlichen Verluste hervorgerufenen Kosten sind weit geringer, als der durch den Blindstrom bedingte Kapitaldienst.

Selbstverständlich sind die beiden Möglichkeiten der z e n t r a l e n Blindstromerzeugung in den Kraftwerken und der E i n z e l k o m p e n s a t i o n beim Abnehmer bezüglich der Gesamtkosten und der technischen Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen; man wird jedoch meist zu dem Ergebnis kommen, daß in gemischten Netzen mit starker Lichtvorbelastung, also besonders in dichtbesiedeltem Kleinabnehmergebiet, die technischen und auch individuellen Schwierigkeiten einer Blindstromverrechnung etwa vorhandene Vorteile der Einzelkompensation, also der Blindstromerzeugung am Verbrauchsorte, bei weitem überwiegen.

Abgesehen von den vorgenannten technischen und wirtschaftlichen Erwägungen ist zu bedenken, daß kompensierte Motoren kleiner Leistung, wie sie für Niederspannungsabnehmer in Frage kämen, verhältnismäßig teuer und infolge der gedrängten Konstruktion weniger betriebsicher sind als große Einheiten. Außerdem haben wir es beim Niederspannungsabnehmer meist mit einem Laien auf elektrotechnischem Gebiete zu tun, in dessen Hand der kompensierte Motor naturgemäß weniger betriebsicher ist als ein Kurzschlußanker-Motor, während bei den Großabnehmern für die Wartung der Elektromotoren fast immer geschultes Personal zur Verfügung ist. Aus dieser Erwägung heraus sehen fast alle Elektrizitätswerke nur für die an das H o c h s p a n n u n g s n e t z angeschlossenen Abnehmer (vorwiegend Industrie) eine Bewertung des Blindstromes vor, während die Niederspannungstarife keine Blindstromklausel kennen.

Bei der Bewertung des cos φ in den T a r i f e n sind grundsätzlich zwei Formen zu unterscheiden: Zuschlag zum L e i s t u n g s p r e i s (meist kVA-Basis) und Zuschlag zum A r b e i t s p r e i s. Manche Elektrizitätswerke haben auch eine Kombination beider gewählt. Zweifellos ist der sogenannte kVA-Tarif „gerechter" und auch zweckmäßiger als die anderen Tarife, da die

Abb. 1. Diagramm zur Ermittlung des cos φ aus den Angaben eines Wirkverbrauchzählers und eines Blindverbrauchzählers mit Wendepunkt bei cos φ = 0,8.

festen Kosten tatsächlich an den Gesamtkosten des Blindstromes den Hauptanteil haben. Anderseits ist ein derartiger Tarif stärker vom cos φ abhängig und bietet daher dem Abnehmer erhöhten Anreiz zur Blindstromkompensation. Da es jedoch bis heute noch keinen praktisch erprobten Höchstlastzeiger für Scheinleistung in Deutschland gibt — in Amerika sollen derartige Instrumente bereits in Gebrauch sein —, so ist man hier auf die getrennte Messung des Wirk- und Blindmaximums angewiesen. Da diese Messung nicht zeitgleicher Höchstwerte — 20 schwach belastete Motoren können zu einer Zeit das Blindmaximum hervorrufen und 10 gut belastete zu anderer Zeit das Wirkmaximum — erhebliche Ungenauigkeiten in die Messung bringt, haben die meisten Werke auf die Scheinleistungsverrechnung verzichtet und einen Zuschlag zum Arbeitspreis oder, was auf dasselbe herauskommt, eine besondere Verrechnung der Blindarbeit vorgezogen. Hierbei wird als Sollwert meist ein cos φ von 0,8 angenommen und bei schlechterem cos φ ein Zuschlag von 10 bis 20 % des Arbeitspreises für jede Überschuß-BkVAh unter 0,8 berechnet, während anderseits eine Vergütung von 5 bis 10 % für jede BkVAh über 0,8 gewährt wird.

ler mit Wendepunkt z. B. bei cos φ = 0,8 Verwendung finden. Hier ist das Strahlendiagramm (Abb. 1) besonders bequem und für die notwendigen Untersuchungen auch geeigneter als die sonst bisweilen verwendeten Fluchtlinientafeln. Es ist mit Hilfe dieses Diagrammes nicht nur möglich, ohne Zwischenberechnung den mittleren cos φ zu bestimmen, sondern man kann bei Kenntnis der beanspruchten Wirkleistung auch gleich die Blindleistung ablesen, die zur Erreichung des Soll-Leistungsfaktors (in diesem Falle cos φ = 0,8) zu kompensieren ist.

Nehmen wir folgendes Beispiel: Eine Anlage hat innerhalb eines bestimmten Zeitraumes einen Wirkverbrauch von 12 500 kWh, einen Blindverbrauch von 8000 BkVAh und eine Höchstleistung von 60 kW. Trägt man in dem Diagramm Abb. 1 den Blindverbrauch auf der x-Achse (wagerecht), den Wirkverbrauch auf der y-Achse (senkrecht) ab (d. h. man fixiert die beiden Punkte nur mit dem Finger), dann erhält man in dem durch den Schnittpunkt gehenden Strahl im 1. Quadranten den cos φ, der hier 0,584 beträgt. Hierbei ist die dritte Stelle hinter dem Komma ungenau. Da jedoch für derartige Vorausberechnungen die zweite Stelle genügt, ist die Genauigkeit völlig ausreichend.

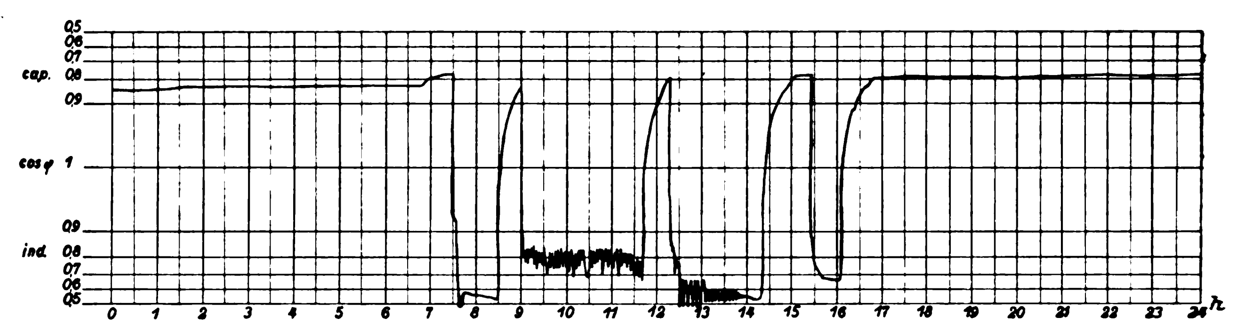


Abb. 2. Beeinflussung des cos φ eines kleinen Hochspannungsabnehmers durch die Kapazität eines 3 km langen 6 kV-Kabels.

Die Abhängigkeit des Strompreises vom cos φ ist bei derartigen Tarifen meist nicht sehr groß, so daß kurzfristige Amortisation von Kompensationseinrichtungen hier nur bei günstigster Ausnutzung aller örtlichen Umstände möglich ist. Trotzdem ist es in allen Fällen, wo ein schlechter cos φ zu merkbarer wirtschaftlicher Belastung des Abnehmers führt, möglich, eine rentable, sich meistens in 10 bis 20 Monaten amortisierende Kompensationseinrichtung zu schaffen. Bei dem nachträglichen Einbau der Einrichtungen kommt naturgemäß nur die Gruppenkompensation in Frage. Es stehen hierfür im wesentlichen folgende Einrichtungen zur Verfügung:

- kompensierte (überkompensierte) Motoren,
- Hinter-(Erreger-)Maschinen (nur bei größeren Motoren),
- Phasenschieber,
- Kondensatoren.

Daneben ist eine Kontrolle der Motoren und Transformatoren bezüglich ihrer Ausnutzung zweckmäßig, wobei es oft gelingt, die Hauptursachen des hohen Blindstromverbrauchs zu beseitigen. Besonders die auch nach Schichtschluß eingeschalteten großen Transformatoren sind häufig die Quelle eines sonst unerklärlich schlechten mittleren Leistungsfaktors. Bevor also andere Maßnahmen ergriffen werden, sollten zunächst die eventl. zu großen Motoren ausgewechselt und ein kleiner Nachttransformator aufgestellt werden, beides Maßnahmen, die sich auch durch einen Rückgang im Wirkstromverbrauch bezahlt machen.

Bei der Projektierung derartiger Kompensationsanlagen ist man im wesentlichen auf die Angaben der vorhandenen Zähler angewiesen, aus denen man Belastung, mittleren cos φ usw. bestimmen kann. Darüber hinaus vermag jedoch nur eingehendes Studium der Betriebsverhältnisse Aufschluß darüber zu verschaffen, welche Kompensationsmethode für den vorliegenden Fall am zweckmäßigsten ist.

Um die Zählerangaben rasch auswerten zu können, bedient man sich zweckmäßig eines Polardiagrammes. Wenn auch bei reinen Blindverbrauchzählern (Wendepunkt bei cos φ = 1) der cos φ aus der Sinus-Tangens-Kurve leicht abgegriffen werden kann, wobei sich der cos φ aus dem Wirk- und Blindverbrauch durch eine einfache Division ermitteln läßt, so wird dieses Verfahren schon komplizierter, wenn Komplex-Blindverbrauchzähler

Fährt man nun auf dem so gefundenen cos φ-Strahl entlang, bis man die Höchstlast anschneidet, so ergibt der zugehörige Wert auf der Blindverbrauchskala die Blindleistung in BkVA und gleicher Größenordnung, die zu kompensieren ist, um den Soll-Leistungsfaktor, hier cos φ = 0,8, zu erreichen. In unserem Beispiel sind dies 38 BkVA. Ist diese Zahl nun bekannt, so gibt die Kenntnis der Anlage und der Betriebsverhältnisse Klarheit über die zweckmäßigsten Mittel für die Kompensation. Der beratende Ingenieur ist daher in der Lage, die ungefähren Kosten und die zu erwartende Wirtschaftlichkeit der Kompensierungsanlage zu überschlagen.

Die Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (BEWAG) führte vor einigen Jahren in ihren Hochspannungstarif eine Blindstromklausel ein; dieser Tarif[1] sieht neben einem Leistungspreis von 7,20 RM/kW und Monat und einem Arbeitspreis von z. Z. 5,8 Pf/kWh, auf den nachts ein bis zu 40%[2] gestaffelter Nachlaß gewährt wird, folgende Blindstromklausel vor: Für jede Überschuß-BkVAh unter cos φ = 0,8 werden 20 % vorgenannten Arbeitspreises, also 1,16 Pf, berechnet, für die Überschuß-BkVAh über cos φ = 0,8 5 %, d. h. 0,29 Pf, vergütet. Ein Anreiz zur Verbesserung des cos φ über 0,8 ist also kaum gegeben und auch nicht beabsichtigt, solange die Generatoren noch für einen cos φ von 0,8 ausgelegt werden. Dagegen wird jedoch ein Ausgleich des Blindverbrauches unter und über cos φ = 0,8 zugelassen, um eine gewisse Beweglichkeit der Kompensationseinrichtung zu ermöglichen. So kann ein weniger guter Leistungsfaktor zu Zeiten schwacher Belastung durch einen guten cos φ bei starker Belastung leicht ausgeglichen werden. Wenn auch bei den meisten Abnehmern zunächst das Verständnis für diese Angelegenheit fehlte, so gelang es doch, durch eingehende persönliche Beratung eine große Zahl der Hochspannungsabnehmer zum nachträglichen Einbau einer Kompensierungseinrichtung zu veranlassen.

Begreiflicherweise fanden vorwiegend kompensierte Motoren Verwendung, u. zw. deshalb, weil hier die Verluste außerordentlich gering sind, die Maschinen keinen eigenen Raum und keine besondere Wartung beanspruchen und, nicht zuletzt, weil der Abnehmer, der häufig noch schlecht gebaute Kriegs- oder veraltete Vorkriegsmotoren

[1] Vgl. Nissel, Tarifgleichung und Tarifmodell, ETZ 1926, S. 554, Abb. 6 bis 10.

[2] Die Strompreise und Nachlässe sind in der neuesten Fassung des Tarifs vom Januar 1928 gestaffelt, doch ändert dies nichts an dem grundsätzlichen Aufbau des Tarifs.



besaß, auf Kosten der Blindstromkompensation in den Besitz neuer, moderner Maschinen kam. Weiter bietet der kompensierte Motor die Möglichkeit, sich durch Unterteilung der Kompensationseinrichtung vor größeren Schäden bei deren Defektwerden zu schützen und gleichzeitig den Grad der Kompensierung ohne erhöhte Verluste dem Belastungsgrad der Anlage anzupassen. Auch die Möglichkeit, die Kompensation nach und nach durchführen zu können, sprach in manchen Fällen für den kompensierten Motor.

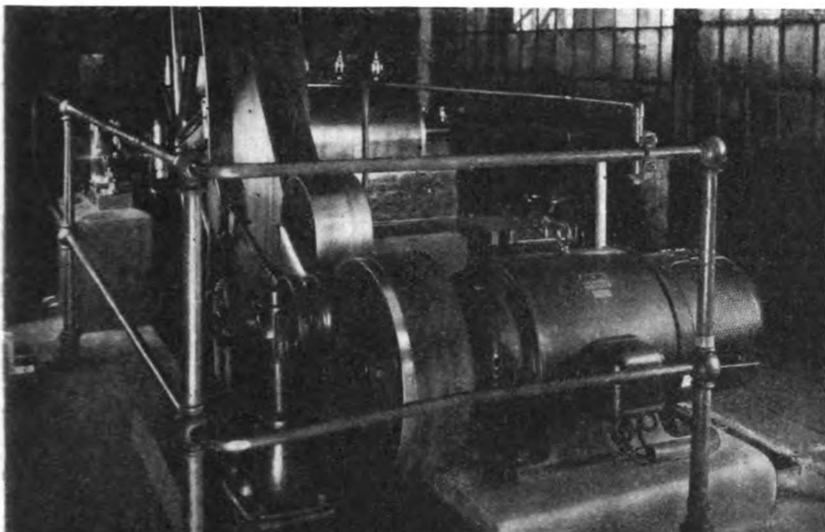


Abb. 3. Überkompensierter Motor für die Gruppenkompensation eines größeren Betriebes.

Die Hintermaschinen waren schon im Gebrauch, als man eine „Blindstromfrage" noch nicht kannte. Sie fanden hauptsächlich zur Tourenregulierung Verwendung. Ihre Eigenschaft, die Erregung des Motors zu übernehmen und dadurch das Netz von Blindstrom zu entlasten, verschaffte diesen Zusatzmaschinen später überall da Eingang, wo die Einführung einer Blindstromklausel zur nachträglichen Kompensation größerer Asynchronmotoren, besonders in Walzwerken usw., zwang. Hier findet man Motoren von mehreren 100 kW, die, für eine vorübergehend benötigte Spitzenleistung dimensioniert, während eines erheblichen Teiles der Betriebszeit fast unbelastet laufen und dann sehr viel Blindstrom „fressen". Hier gibt die Erregermaschine die Möglichkeit, ohne große bauliche Veränderungen, die bei Neueinbau kompensierter Motoren unvermeidlich wären, eine vollkommene Kompensierung herbeizuführen. Allerdings kann nur $\cos\varphi = 1$ erreicht werden, falls die Nutzleistung der Maschine nicht sinken soll. Notwendig ist auch, durch Änderung der Übersetzung die Drehzahl der Arbeitsmaschine wieder auf den alten Wert zu bringen, der infolge des durch die Erregermaschine bedingten Widerstandes im Rotorkreis herabgeht. Erfahrungsgemäß ist der Anbau einer Hintermaschine bei Motoren über 100 kW der wirtschaftlichere Weg, während bei kleineren Maschinen der kompensierte Motor meist zweckmäßiger ist.

In Betrieben mit vielen kleinen Motoren ist naturgemäß weder der Anbau von Hintermaschinen noch die Aufstellung von kompensierten Motoren zweckmäßig und wirtschaftlich. Hier kann nur die Aufstellung eines besonderen sog. „Phasenschiebers" oder von Kondensatoren in Frage kommen. Nun haftet dem rotierenden — synchronen oder asynchronen — Phasenschieber (von dem Kappschen Vibrator und anderen kaum verwendeten Einrichtungen sei hier abgesehen) der Nachteil verhältnismäßig hoher Verluste an. Je nach der Größe zwischen 6 bis 8 % schwankende Verluste können die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Anlage bereits in Frage stellen. Ein Phasenschieber von beispielsweise 100 BkVA Leistung erzeugt stündlich 100 BkVAh im Werte von 1,16 RM (nach dem BEWAG-Tarif) und verbraucht gleichzeitig 8 kWh im Werte von 46,4 Pf, ungerechnet den Anteil am Leistungspreis, der bei 2400 h/Jahr Benutzungsdauer noch rd. 26 Pf ausmacht, so daß die Verluste in Mark und Pfennig nicht 8 %, sondern über 60 % betragen.

Schon seit Jahren suchte man daher nach einer Kompensationseinrichtung, die die örtliche und elektrische Unabhängigkeit des Phasenschiebers mit den geringen spezifischen Verlusten des kompensierten Motors verbindet. Es lag sehr nahe, Kondensatoren für den Ausgleich der induktiven Belastung der Motoren und Transformatoren auszubilden. Bekanntlich stellt jedes Kabel einen Kondensator dar, der kapazitive Blindleistung aufnimmt. Durch diese Eigenschaft wirkt ein ausgedehntes Kabelnetz in nicht zu unterschätzender Weise ausgleichend auf die induktiven Blindströme der Transformatoren und Motoren. Daß diese Wirkung unter Umständen sehr erheblich werden kann, zeigt der Meßstreifen Abb. 2, der in einer Anlage aufgenommen wurde, in der ein Transformator von 30 kVA am Ende einer 6 kV-Leitung von über 3 km Länge angeschlossen ist. Solange der Transformator belastet ist, bewegt sich der $\cos\varphi$ zwischen 0,5 und 0,8, sobald aber keine nennenswerte Belastung vorhanden ist, geht der $\cos\varphi$ infolge der Kapazität des Kabels bis auf 0,8 cap. herauf.

Man ging jedoch bei der Konstruktion von Kondensatoren für Kompensationszwecke zunächst nicht von der Kabelform aus. Moscicki stützt sich bei der Konstruktion der nach ihm benannten Röhren auf die Leidener Flaschen-Form, doch waren diese Apparate wenig haltbar und besaßen nur eine geringe Kapazität.

In den letzten Jahren gelang es der deutschen Industrie, angeregt durch das Interesse, das die Elektrizitätswerke an der Kompensation des Blindstromes nahmen, Kondensatoren zu bauen, die mit guter Haltbarkeit eine genügend hohe Kapazität und nicht zuletzt einen tragbaren Preis verbinden. Diese Phasenschieberkondensatoren bestehen (für Niederspannung und Hochspannung bis etwa 6 kV) im wesentlichen aus dünnen Metallfoliebändern, die unter Zwischenlage mehrerer Schichten Kabelpapier aufgerollt und zur Erhöhung der Kapazität flach zusammengepreßt werden. Man hat auch versucht, Cellon als Dielektrikum zu verwenden, auf das Silber chemisch niedergeschlagen wird, doch haben diese Versuche bisher noch kein befriedigendes Ergebnis gezeitigt. Für höhere Spannungen hat man mit gutem Erfolg kabelförmige Kondensatoren gebaut.

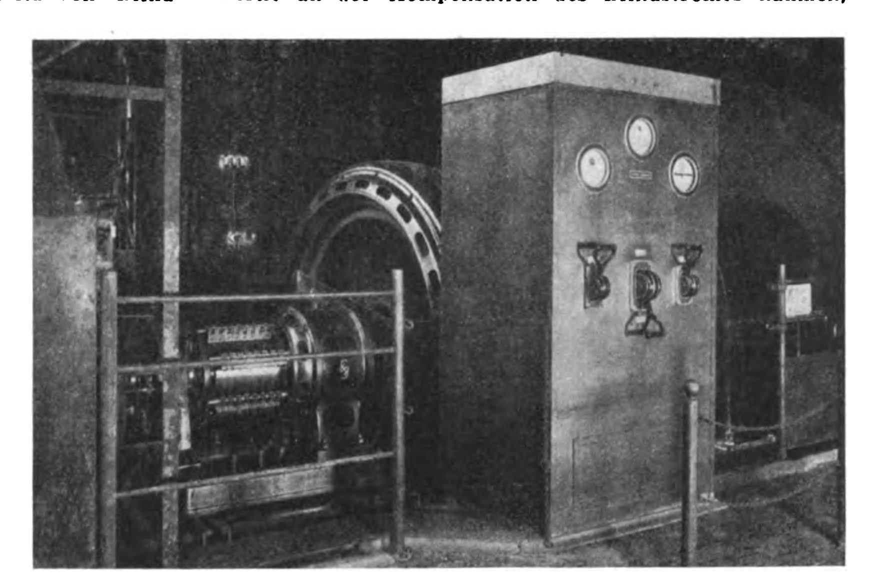


Abb. 4. Erregermaschine für 260 kW-Motor in einem Walzwerk.

Da die kapazitive Blindleistungsaufnahme eines Kondensators dem Quadrate der Spannung proportional ist, anderseits die Metallfolie nicht beliebig dünn und die Zahl der Papierzwischenlagen nicht beliebig klein gemacht werden kann, ist es verständlich, daß derartige Kondensatoren je BkVA mit fallender Spannung teurer werden. Wird 1 BkVA für 6 kV schon mit 35 bis 40 RM angeboten, so kostet es bei 380 V 45 bis 70 RM und bei 220 V 65 bis 90 RM. Trotz dieser verhältnismäßig hohen Preise ist der Kondensator infolge seiner niedrigen Verluste — man rechnet mit 0,7 bis 1 % — besonders bei hoher Benutzungsdauer wirtschaftlich durchaus konkurrenzfähig, anderen Einrichtungen oft überlegen. Dazu kommt, daß der Kondensator keinerlei Wartung braucht und, da bewegliche Teile nicht vorhanden sind, auch keiner mechanischen Abnutzung unterliegt. Von der Industrie wird angegeben, daß Kondensatoren die gleiche Lebensdauer besitzen wie Kabel, mit denen sie konstruktiv und elektrisch große Ähnlichkeit besitzen.

Zu vorstehenden Zeilen seien noch einige der Praxis entnommene Beispiele angegeben:

Ein Betrieb, der dreischichtig arbeitet, hatte bei einem mittleren Monatsmaximum von 332 kW einen Wirkverbrauch von rd. 170 000 kWh und einen Blindverbrauch von rd. 61 500 BkVAh unter 0,8 Dies entspricht einem mittleren $\cos\varphi = 0,67$, so daß etwa 120 BkVAh Blindleistung zu kompensieren waren, um auf $\cos\varphi = 0,8$ zu kommen. Da der Blindverbrauch rd. 720 RM im Monat kostete und außerdem durch die Kompensation die Aufstellung eines weiteren Transformators für eine geplante Betriebserweiterung zu umgehen war, sollte in jedem Falle eine Kompensierungsanlage geschaffen werden. In Frage kam die Aufstellung eines Phasenschiebers oder der Austausch von 2 oder 3 Motoren gegen überkompensierte ($\cos\varphi = 0,9$ cap.). Zur Verfügung standen hierfür 3 Motoren von 72, 60 und 30 kW. Da alle 3 Motoren um etwa 20 % zu groß waren, hätte man bei ihrem Austausch die neuen Motoren kleiner wählen können, wodurch infolge der Kompensation keine Erhöhung der Verluste, sondern eher eine Verminderung eingetreten wäre. Eine Durchrechnung aller drei Fälle ergab mit runden Zahlen folgendes Bild:

Lösung	Mittel	Anschaffungskosten RM	Monatl. Betriebskosten RM	Bisherige Blindstromkosten je Monat RM	Monatl. Ersparnis RM	Amortisation in Monaten
1	Phasenschieber	5500	350	720	370	15
2	2 Motoren . .	6400	80	720	640	10
3	3 Motoren . .	8000	— 40[1]	720	760	10,5

[1] Ersparnis.

Hierbei war für Fall 2 der Austausch des 72 kW- und des 30 kW-Motors vorgesehen. Die Fabrikleitung wählte diese zweite Lösung und erreichte damit, wie vorauszusehen war, eine Kompensation auf etwas über $\cos\varphi = 0,8$, so daß noch eine Reserve für die inzwischen vollzogene Betriebserweiterung übrig blieb (vgl. Abb. 3).

In einem Kabelwerk, das zur Erzeugung von Gleichstrom einen Motorgenerator in Betrieb hat, betrug der monatliche Wirkverbrauch 45 000 kWh, der Blindverbrauch 30 000 BkVAh unter 0,8 und die beanspruchte Leistung 160 kW. Der Leistungsfaktor war daher im Mittel etwa 0,58. Hier konnte die Kompensierung des Blindstromes, der jährlich etwa 4200 RM kostete, dadurch erzielt werden, daß der Antriebsmotor des Motorgenerators durch einen überkompensierten Motor ausgetauscht wurde. Da also auf diese Weise der fast dauernd nur schwachbelastete und daher viel Blindstrom verbrauchende Motor des Motorgenerators fortfiel, arbeitet diese Kompensationseinrichtung sehr wirtschaftlich.

Weniger einheitlich als in den beiden vorgenannten Fällen ließ sich die Frage in einem Kupfer- und Messingwerk lösen. Hier ging parallel mit dem Einbau der Kompensierungseinrichtungen eine Erweiterung der ganzen Anlage. Vor der Kompensierung waren die monatlichen Verbrauchsdaten im Mittel etwa folgende: Wirkverbrauch 146 000 kWh, Blindverbrauch 170 000 BkVAh unter 0,8, Leistungsmaximum 560 kW. Der mittlere $\cos\varphi$ ergibt sich hieraus zu 0,46, so daß eine Blindleistung von rd. 230 BkVA zu kompensieren war, um einen $\cos\varphi = 0,8$ zu erreichen. Praktisch wurde die Kompensation hier so durchgeführt, daß 3 Motoren von 260 kW, 200 kW und 175 kW mit Erregermaschinen versehen wurden. Der 260 kW-Motor, eine 150tourige Maschine, die neben einer Walzenstraße ein Schrägwalzwerk mit stark wechselnder Belastung treibt, wurde mit einer fremderregten Erregermaschine versehen (Abb. 4). Die beiden anderen Maschinen erhielten eigenerregte Erregermaschinen, eine mit Riemenantrieb und eine mit eigenem Antriebsmotor. Da durch diese Maßnahme eine Kompensation auf $\cos\varphi = 0,8$ im Mittel nicht erreicht werden konnte, wurden gleichzeitig für die nächsten Betriebserweiterungen zwei kompensierte Motoren vorgesehen, u. zw. einer von 80 kW, $\cos\varphi = 0,9$ cap., und einer von 200 kW, $\cos\varphi = 1$. Hierdurch ist der $\cos\varphi$ auf etwas über 0,8 verbessert und damit für den Abnehmer eine jährliche Ersparnis von etwa 20 000 RM erzielt worden! Der vorerwähnte Betrieb zeigt deutlich, wie man unter Ausnutzung der besonderen Verhältnisse nach und nach eine äußerst wirtschaftliche Kompensierungsanlage schaffen kann.

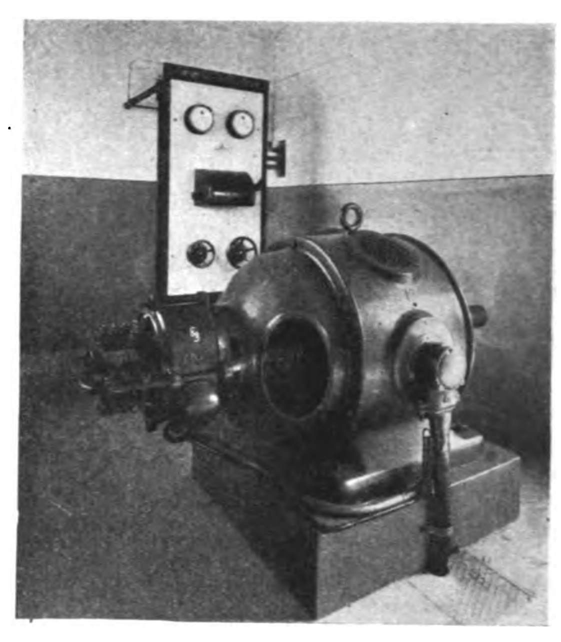


Abb. 5. Asynchroner Phasenschieber.

Eine andere Anlage, bei der aus technischen Gründen nur Kompensation mittels eines besonderen Aggregats in Frage kam, sei durch Abb. 5 vorgeführt. Kalander und andere bei der Gummiverarbeitung notwendige Maschinen mit stark schwankender Belastung riefen hier einen sehr schlechten Leistungsfaktor hervor. Ein $\cos\varphi$, der zeitweilig bei 0,3 lag, zwang zur Kompensation, ohne daß die Möglichkeit gegeben war, durch Maßnahmen innerhalb des Betriebes eine Verbesserung des Leistungsfaktors durchzuführen. Daher kam ein Phasenschieber von 95 BkVA zur Aufstellung, durch den der $\cos\varphi$ im Mittel auf etwa 0,9 verbessert wurde. Da es sich hier um einen einschichtig arbeitenden Betrieb handelt, treten die Verluste des Phasenschiebers in den Hintergrund. Die niedrigeren Anschaffungskosten gegenüber denen einer Kondensatorenbatterie waren in diesem Falle ausschlaggebend.

Anders liegen die Verhältnisse bei einem zwei- oder dreischichtig arbeitenden Betriebe. Hier werden etwas höhere Anlagekosten durch erheblich niedrigere Verluste mehr als ausgeglichen. Typisch hierfür ist folgender Fall: Ein Blechverarbeitungswerk hatte bei einer Spitzenbelastung von 284 kW einen Wirkverbrauch von monatlich 104 000 kWh. Der Überschuß-Blindverbrauch bei $\cos\varphi$ unter 0,8 betrug in der gleichen Zeit 58 000 BkVAh. Der $\cos\varphi$ ergibt sich hieraus im Mittel zu 0,61, die zu kompensierende Blindleistung zu 160 BkVA (vergl. Abb. 1). Motoren geeigneter Größe, die zur Durchführung der Kompensation hätten herangezogen werden können, waren nicht vorhanden, so daß ebenso wie in dem vorigen Beispiel nur eine selbständige Kompensationseinrichtung in Frage kam. Man entschloß sich zur Aufstellung einer Kondensatorenbatterie, die vorsorglich für 180 BkVA bemessen wurde. Die Batterie, von der Meirowski & Co. A. G., Porz a. Rh., geliefert, ist 6 kV-seitig angeschlossen. Sie besteht aus 21 Elementen, die in zwei Gruppen zu je 6 und einer Gruppe zu 9 Ele-

menten zusammengefaßt und im Dreieck geschaltet sind (Abb. 6). Jedes Element nimmt bei 6 kV eine voreilende Blindleistung von etwa 8,5 BkVA auf. Alles Nähere geht aus der Abbildung hervor. Der Raumbedarf einer derartigen Anlage ist, wie man aus dem Bild der fertigen Anlage erkennen kann, nicht sehr groß (Abb. 7). Besonders zu bewerten ist hierbei der Vorteil, daß eine Kondensatorenbatterie, da sie keine Wartung braucht, auch

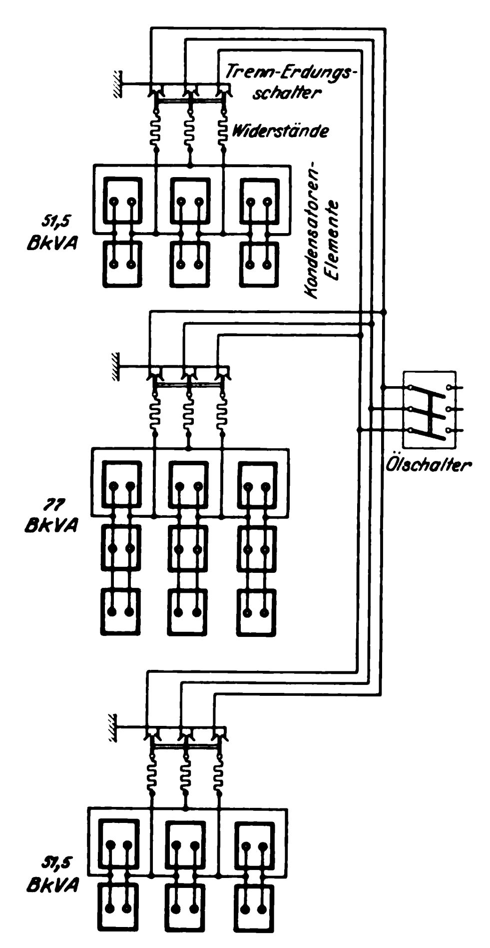


Abb. 6. Schaltschema einer 6 kV-Kondensatorenbatterie zur Blindstromkompensation von 180 BkVA.

an weniger zugänglicher Stelle Aufstellung finden kann. Außerdem fallen hierbei Fundamente und ähnliche bauliche Arbeiten fort.

Die Batterie ist jetzt über ein halbes Jahr im Betrieb und arbeitet vollkommen störungsfrei. Der cos φ der Gesamtanlage liegt um 0,9 herum (vergl. das Diagramm Abb. 8c). Wenn die Batterie nicht abgeschaltet wird, ist der cos φ an den Sonntagen, wenn der Betrieb ruht, natürlich stark kapazitiv. Im übrigen sind störende Rückwirkungen auf das Netz, wie sie bei Kurzschlüssen befürchtet wurden, nicht aufgetreten.

Interessant für die Wirkungsweise der Kondensatoren sind die drei beigefügten Meßstreifen (Abb. 8). Der erste Meßstreifen (Abb. 8a) zeigt die erwähnte Anlage ohne Kompensationseinrichtung. Der cos φ liegt hier bis frühmorgens um 6 Uhr unter 0,5 induktiv, da nur ein ganz geringer Teil der Anlage in Betrieb ist und die schwach belastete Transformatorenanlage den cos φ außerordentlich verschlechtert. Nach Betriebsbeginn steigt der cos φ auf etwa 0,75 und hält sich auf diesem Wert bis etwa zur Frühstückspause. Nach der Frühstückspause, wenn das Licht abgeschaltet ist, haben wir einen mittleren Leistungsfaktor von 0,5 bis 0,6, der wieder unter 0,5 in der Mittagspause zwischen 12.30 und 13 Uhr sinkt. Bis zum Schichtwechsel, der um etwa 16 Uhr stattfindet, liegt der cos φ wieder zwischen 0,5 und 0,6, dann steigt er etwas, weil nunmehr wieder Licht in nennenswertem Umfange gebrannt wird, und sinkt nach 23 Uhr, der Beendigung der zweiten Schicht, wieder unter 0,5.

Das zweite Diagramm (Abb. 8b) zeigt die gleiche Anlage, doch ist hierbei ein Teil der Kondensatorenanlage mit einer Blindleistung von etwa 77 BkVA angeschaltet. Während der Nachtzeit bis früh um 6 Uhr hält hier die Kondensatorenanlage der durch die Anlage aufgenommenen induktiven Blindleistung so weit die Waage, daß ein cos φ von 0,85 induktiv erreicht wird. Auch nach Beginn der ersten Schicht um 6 Uhr bleibt dieser im Mittel auf dem gleichen Wert (Licht!). Erst nach der Frühstückspause geht er auf etwa 0,7 herunter und bleibt in dieser Höhe bis etwa zum Schichtwechsel um 16 Uhr, worauf er wieder bis 0,85 steigt.

In dem dritten Diagramm (Abb. 8c) ist die gleiche Anlage, jedoch mit der gesamten Kondensatorenbatterie von 180 BkVA parallel arbeitend, aufgenommen. Hier liegt der cos φ nachts unter 0,5 kapazitiv, geht frühmorgens um 6 Uhr auf etwa 0,95 induktiv, in der Frühstückspause beträgt er etwa 1, sinkt dann auf 0,9 induktiv und steigt in der Mittagspause auf etwa 0,95 kapazitiv, hält sich während der zweiten Schicht auf etwa 0,9 und geht dann um 23 Uhr wieder unter 0,5 kapazitiv herunter.

Diese drei Meßstreifen zeigen deutlich, wie die Kondensatorenanlage zweckmäßig zu führen ist. Während der Nachtstunden wird man höchstens 100 BkVA in Betrieb halten, um den cos φ nicht zu weit ins kapazitive

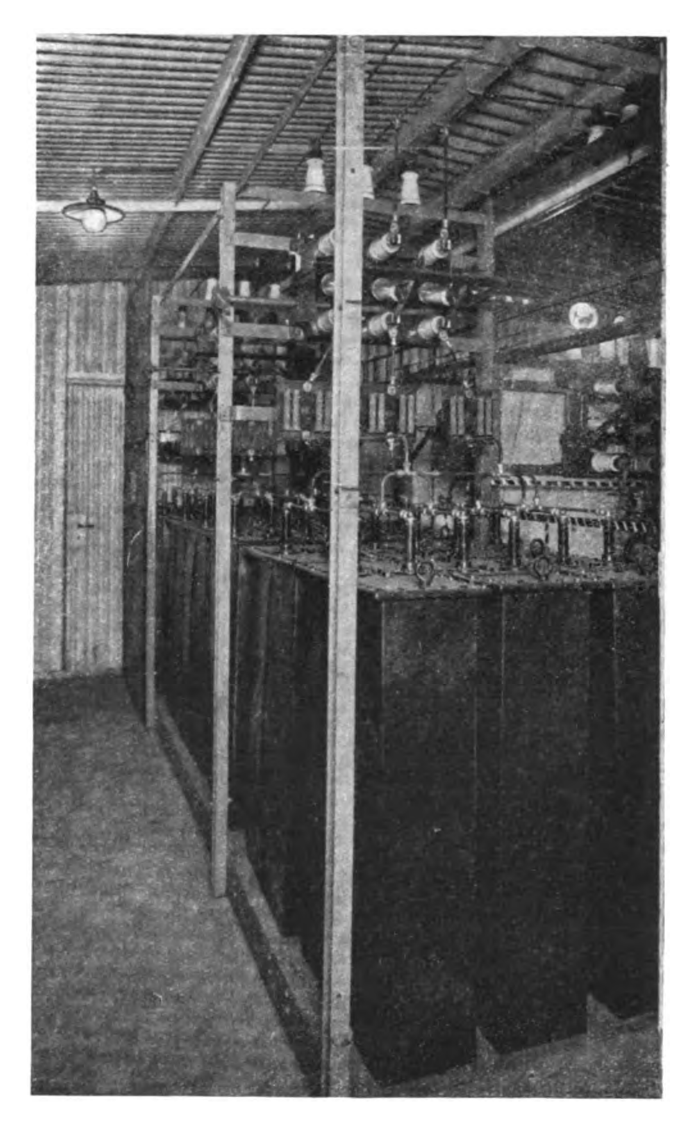


Abb. 7. Kondensatorenbatterie zur Blindstromkompensation von 180 BkVA.

Gebiet herüberzudrücken. Am Tage dagegen ist der Betrieb der vollen Blindleistung von 180 BkVA durchaus angebracht.

Aus dem Vorstehenden, besonders aus der Beschreibung der ausgeführten Anlagen, kann man folgern:

In kleinen und mittleren Anlagen ist, soweit technisch möglich, der kompensierte oder überkompensierte



Motor und bei großen Motoren (etwa über 100 kW) die Erregermaschine am Platze. Wo sich dies nicht durchführen läßt, ist bei kurzzeitig arbeitenden Betrieben der rotierende Phasenschieber bevorzugt, während für durcharbeitende Betriebe der Kondensator wirtschaftlicher ist. Für große Betriebe wird heute fast immer der rotierende Phasenschieber angewendet. Einerseits sind bei großen Einheiten die Verluste erheblich niedriger als bei den kleinen Aggregaten, anderseits sinkt auch der spezifische Preis mit der Größe der Maschine wesentlich, während der des Kondensators von der Größe der Einheit weniger abhängig ist, abgesehen davon, daß man große Leistungen nicht zusammenbaut, sondern durch Parallelschaltung kleinerer Kondensatoren erzielt.

Die Frage, ob der Kondensator zur Kompensierung großer Anlagen und ganzer Stadtviertel aus technischen Gründen ungeeignet ist, muß hier offen bleiben, ebenso die Frage, ob die Häufung kleinerer kondensator-kompensierter Anlagen Betriebschwierigkeiten hervorrufen kann. In Amerika scheint die zweite Frage bereits zugunsten des Kondensators beantwortet zu sein, da man diesen dort gerade auch in kleineren Anlagen dem kompensierten Motor vorzieht. In Deutschland liegen hierüber allerdings noch keine abschließenden Erfahrungen vor. Jedenfalls dürften hier Schwierigkeiten auch nur während der Nachtstunden zu befürchten sein, zu denen man eine Abschaltung der Kondensatoren durch Tarifmaßnahmen mühelos herbeiführen kann. Da die modernen Kabelnetze durch den Einbau von Reaktanzen einen stark induktiven Charakter haben, anderseits mit einem Masseneinbau von Kondensatoren kaum zu rechnen ist, dürfte dieses Problem sobald nicht akut werden.

Abb. 8. Kompensation des Blindstroms mittels Kondensatoren in einer Anlage von etwa 300 kW Höchstleistung (cos φ: *a* bei nicht kompensierter Anlage, *b* bei Kompensationen mit 77 BkVA, *c* bei Kompensation mit 180 BkVA).

Membranlose Umsetzung elektrischer Schwingungen in akustische.

Bei Untersuchungen am schwingenden Kristall (Rotzinkerz und Metallspitze) wurde beobachtet[1], daß von der Berührungsstelle zwischen Kristall und Metallspitze ein Tönen zu hören war. Das Tönen ist abhängig von der Kristallstelle, der Spannung, dem Kontaktdruck und dem Gasdruck, und zwar nimmt die Frequenz mit wachsendem Kontaktdruck ab. Die Abhängigkeit vom Gasdruck ist derart, daß bei Druckabnahme die Frequenz zunächst steigt, bei sehr niedrigen Drucken jedoch wieder abfällt. Wird die Kontaktstelle in ein starkes Magnetfeld gebracht (nicht magnetisierbare Metallspitze!), so ist ebenfalls eine Frequenzbeeinflussung festzustellen, die jedoch je nach dem Material der Spitze in verschiedener Richtung liegt. Oszillographische Aufnahmen zeigten, daß die Stabilität und Reinheit des Tones ausgezeichnet sind. Die Verwendung des Kristall als Mikrophon und Telephon war gut möglich. Über die Theorie der Erscheinung und die vorgenommenen Messungen werden nur unvollständige Angaben gemacht. Vermutlich ist die Parallelschaltung des Kontaktwiderstandes mit einer kleinen Gasstrecke die Ursache des Tönens. Ob auch ein piezoelektrischer Effekt auftritt, konnte noch nicht völlig geklärt werden. *nkl*

[1] Franziska Seidl El. u. Maschinenb. Bd. 45, Anh. Radiotechnik, S. 108.



Erfahrungen mit dem Schutzsystem des Ostpreußenwerks*.

Von Dr. **Fischer**, Königsberg i. Pr.

Übersicht. Es werden die Gründe für die Einführung des Selektivschutzsystems der Dr. Paul Meyer A.G. beim Ostpreußenwerk dargelegt; die für die Bemessung der Apparate angestellten Versuche werden beschrieben und über die zweijährigen Erfahrungen des Werks mit dem Relaissystem wird berichtet.

Das Ostpreußenwerk ist, gezwungen durch die besonderen technischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten in seinem Versorgungsgebiet, bereits sehr frühzeitig zur ausgedehnten Verwendung des Selektivschutzes in seinen Hoch- und Mittelspannungsnetzen übergegangen. Die Gründe hierfür sind folgende:

1. Ein einwandfreier Parallellauf der verschiedenen Kraftwerke ist nur bei Verwendung eines von Strom, Spannung und Energierichtung abhängigen Selektivschutzes möglich.
2. Die nur bei Anwendung eines derartigen Selektivschutzes durchführbare Vermaschung der Netze und ihr Ringbetrieb läßt eine Verminderung der Überspannungserscheinungen und eine bessere Beherrschung der Spannungsverhältnisse erwarten.
3. Schließlich erhöht die Vermaschung der Netze die Sicherheit und zugleich die wirtschaftliche Ausnutzung der Leitungen.

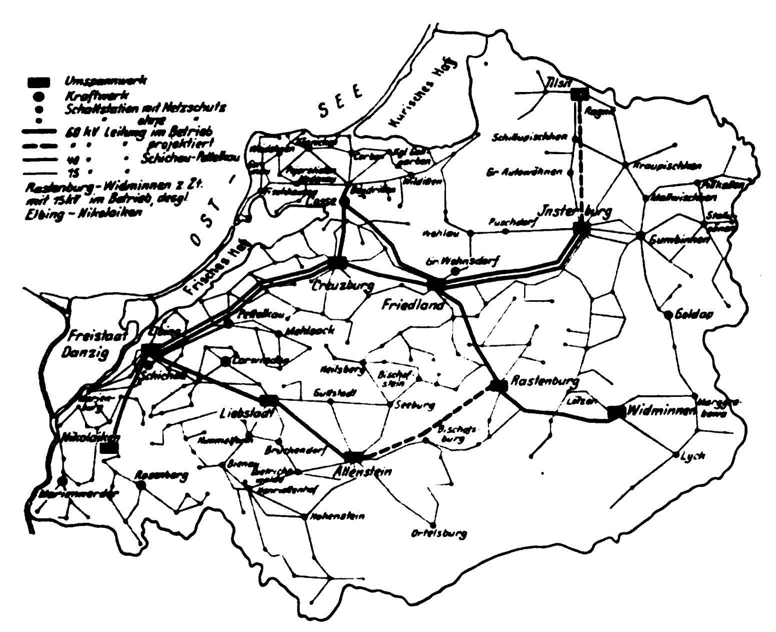


Abb. 1. Das Versorgungsgebiet des Ostpreußenwerks.

Abb. 1 zeigt das Versorgungsgebiet des Ostpreußenwerks. Das 60 kV-Netz bildet die Sammelschiene für die Wasserkraft- und Wärmekraftwerke, deren Beteiligung an der Leistungsdeckung durch den wechselnden Wasserzufluß beeinflußt wird und daher in weiten Grenzen schwankt. Jede Störung innerhalb des 60 kV-Netzes mußte bei einem mit Zeit- und Überstrom arbeitenden Schutz den Parallelbetrieb der Kraftwerke und damit den ordnungsmäßigen Betrieb überhaupt unmöglich machen. Das Bild zeigt zugleich, in wie ausgedehntem Maße heute bereits eine Vermaschung der Höchst- und Mittelspannungsnetze beim Ostpreußenwerk durchgeführt ist.

Als sich das Ostpreußenwerk Anfang 1925 entschloß, einen den obigen Forderungen entsprechenden Selektivschutz einzubauen, gab es überhaupt nur zwei Systeme auf dem Markt, die nach ihrem Arbeitsprinzip in Frage kamen: das Distanzrelais der AEG und das Netzrelais der Dr. Paul Meyer A. G. Nach eingehenden Untersuchungen entschloß man sich zum Netzrelais. Für diesen Entschluß waren folgende Gründe maßgebend:

1. Die Arbeitsweise des Netzrelais verbürgt die Unabhängigkeit der Auslösezeit von der Phasenverschiebung im Kurzschlußpfade.
2. Der Energiebedarf im Spannungskreis des Relais ist niedrig, so daß normale Spannungswandler verwandt werden können.
3. Die sog. „Wandlerauslösung" ermöglicht überhaupt erst die Verwendung des Relais auch in den kleineren Schaltstationen der Mittelspannungsnetze.
4. Der Aufbau der Relais erleichtert durch das weithin sichtbare Voltmeter die Überwachung der Betriebsbereitschaft.

Die Unabhängigkeit vom Kurzschluß-cos φ ist in Freileitungsnetzen von großer Bedeutung. Der Kurzschluß-cos φ ist verschieden, je nachdem, ob es sich um satte oder Lichtbogenkurzschlüsse handelt, ob im Kurzschlußpfade Kabel, Freileitungen oder Reaktanzspulen liegen.

Der Energiebedarf des Relais beträgt im Spannungskreis, der ja lediglich die Spule des Voltmeters und die Spannungspule des Energierichtungsrelais speist, etwa 10 VA bei 110 V; der Stromkreis braucht im normalen Betriebszustande 4,5 VA, im Kurzschlußfalle bei Gleichstromauslösung rd. 30 VA, bei Wandlerauslösung unter Berücksichtigung des Verbrauchs der Auslösespule rd. 50 VA. Die Wandlerauslösung erlaubt, auf eine besondere Gleichstromquelle, die zugleich eine Quelle steter Unbequemlichkeit ist, zu verzichten. Das ist für die kleinen Netzstationen mit Rücksicht auf den geringeren Platzbedarf und die größere Sicherheit des Betriebes von größtem Wert. Das Voltmeter, das von weitem schon vom Betriebspersonal gesehen werden kann, gestattet zugleich eine einfache Überwachung des Spannungskreises des Relais. Schließlich ist der einfache konstruktive Aufbau des Relais für die Eichung und Prüfung im Betriebe eine große Erleichterung, worauf noch später eingegangen wird; er bietet zugleich eine Gewähr für ein sicheres Arbeiten im Störungsfalle.

Bei den Untersuchungen und theoretischen Erwägungen über die Wahl eines bestimmten Selektivrelais mußte man sich von vornherein klar werden über den Aufbau und die Aufgaben des gesamten Schutzsystems, also über das Zusammenarbeiten der einzelnen, verschiedenen Zwecken dienenden Elemente dieses Systems. Das Ostpreußenwerk hat bei seinem Schutzsystem streng unterschieden zwischen Überlastungschutz und Fehlerschutz. Der Überlastungschutz hat die Aufgabe, Maschinen, Transformatoren und Kabel gegen die schädigenden Folgen von Überlastungen zu schützen. Es sind dieses ausschließlich thermische Beanspruchungen, die durch den Überlastungschutz zu beherrschen sind. An sich ist die einzig folgerichtige Anwendung dieser Erkenntnis der Schutz von Maschinen und Transformatoren durch thermische Relais, die die betroffene Maschine bzw. den Transformator bei Erreichung der gefährlichen Temperatur abschalten. Das würde im allgemeinen zu außerordentlich langen Auslösezeiten führen, aber völlig unbedenklich sein, wenn die Maschinen und Transformatoren gegen innere Fehler durch einen besonderen Fehlerschutz gesichert sind.

Bisher hat das Ostpreußenwerk diesen Überlastungschutz durch unabhängige Relais bewirkt, da diese seinerzeit als die zuverlässigsten Überlastungsrelais angesehen werden mußten, und der Fehlerschutz der Maschinen und Transformatoren noch nicht durchgeführt war. Der Ersatz der unabhängigen durch thermische Relais ist jedoch vorbereitet und wird voraussichtlich in Kürze durchgeführt werden. Zu diesem Zweck werden gegenwärtig Versuche mit dem thermischen Schutz nach v. Wiarda angestellt[1]; sie sollen in erster Linie eine Klärung der Frage bringen, in welcher Weise die in Kern und Wicklung erzeugten Wärmemengen vom Transformatorenöl aufgenommen und abgeführt werden.

* Nach einem Vortrag, gehalten auf der 6. Jahresversammlung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in Ulm am 22. und 23. XI. 1927.

[1] v. Wiarda u. E. Wilm, ETZ 1928, S. 88.



Dem Fehlerschutz fällt, wenn man von Erdschlüssen absieht, die Aufgabe zu, bei auftretenden Fehlern innerhalb von Maschinen, Transformatoren und Leitungen dieselben so schnell wie möglich abzuschalten, um die zerstörenden Folgen der Fehler zu verhindern und Auswirkungen auf die gesunden Netzteile, wie Spannungsabsenkung usw., zu verhüten. Hierbei muß man sich darüber klar sein, daß die dynamischen Wirkungen des

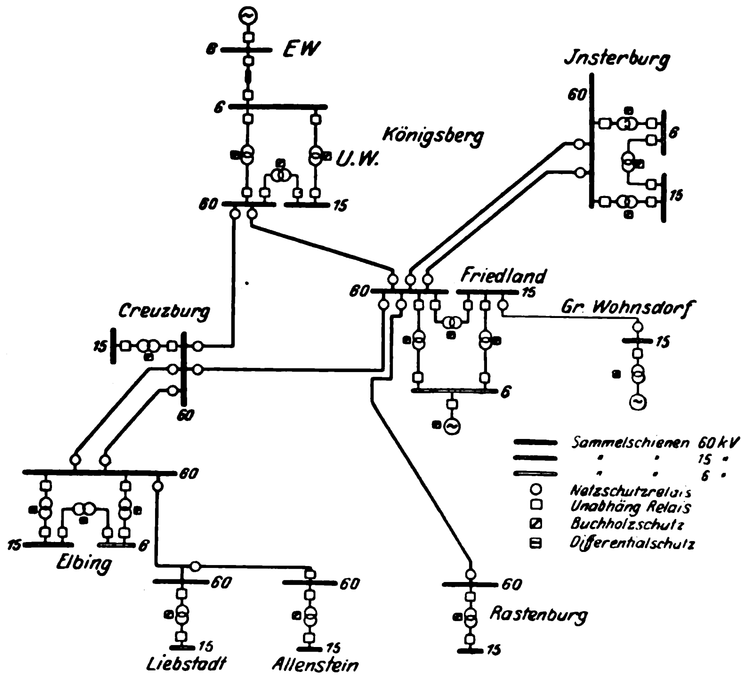


Abb. 2. Schutzsystem des Ostpreußenwerks.

Stoßkurzschlußstromes nur mit Mitteln der Konstruktion, niemals durch einen äußeren Schutz zu beheben sind. Dieser Fehlerschutz ist beim Ostpreußenwerk in der Weise durchgeführt, daß Maschinen mit Differentialschutz, Transformatoren mit Buchholzschutz und Leitungen mit Impedanzschutz ausgerüstet sind. Der Schutz von Kabeln ist bisher als reiner Überlastungschutz mit unabhängigen Relais, soll später jedoch durch Netzrelais als gleichzeitiger Überlastung- und Fehlerschutz durchgeführt werden. Abb. 2 zeigt das Schutzsystem des Ostpreußenwerks, aus dem die Durchführung der oben dargelegten Grundsätze ersichtlich ist.

Das Netzrelais besteht aus einem Spannungsystem, einem Stromsystem und einem Energierichtungsystem. Das Spannungsystem ist als Spezialvoltmeter mit großem Drehmoment ausgebildet. Da bei Kurzschluß immer erniedrigte Spannung herrscht, wurde es so durchgebildet, daß die Skala in ihrem oberen Bereich enger, in ihrem unteren Bereich weit ist. Dadurch erreicht man hohe Genauigkeit bei den im Kurzschlußfalle vorhandenen Spannungswerten. Das Voltmeter ist aperiodisch gedämpft, so daß es sich sofort auf die ihm aufgedrückte Spannung einstellt. Das Stromsystem besteht im wesentlichen aus zwei Bimetallstreifen, von denen jedoch nur der eine vom Strom durchflossen ist, während der andere, im übrigen genau gleiche, als Temperaturkompensation wirkt, derart, daß bei Änderung der Raumtemperatur die Nullstellung des Stromsystems unverändert bleibt. Der Bimetallstreifen hat eine sehr große Richtkraft, die es ermöglicht, starke Bürstenkontakte zu betätigen. Das Stromsystem ist im störungsfreien Betriebe überbrückt, damit keine Vorheizung des Bimetallstreifens auftreten kann. Durch einen einstellbaren Überstrommagneten wird die Überbrückung bei Auftreten eines Kurzschlusses aufgehoben. — Das Energierichtungsystem ist als eisenfreies Dynamometer ausgebildet.

Abb. 3 zeigt das Zusammenarbeiten der drei Systeme. Es bedeutet *1* die auf der Achse des Voltmeters sitzende Kurvenscheibe, *2* den vom Strom durchflossenen Bimetallstreifen, *3* einen geometrisch gleichen Streifen zur Temperaturkompensation. Das Stromsystem ist drehbar um die Achse *4* angeordnet. Bei Stromdurchgang bewegt sich der Streifen *2* in Richtung des Pfeiles und dreht zunächst den Hebel *5* um die Achse *6*. Dieser Vorgang dauert so lange, bis das Prisma *7* auf die Kurvenscheibe *1* auftrifft. Von diesem Moment ab dreht sich das ganze System *5* um die Achse *8*, wodurch die Klinke *10* von der Rolle *9* abrutscht und der Kontakt *11*, *12* sich öffnet. Es ist klar, daß durch entsprechende Formgebung der Kurvenscheibe *1* die Charakteristik des Relais in weitem Umfange verändert werden kann. Das Stromsystem hat bei direkter Strombeschickung eine quadratische Charakteristik. Diese wird dadurch kompensiert, daß der Bimetallstreifen über einen kleinen Stromwandler mit relativ großer Sättigung und Streuung gespeist wird.

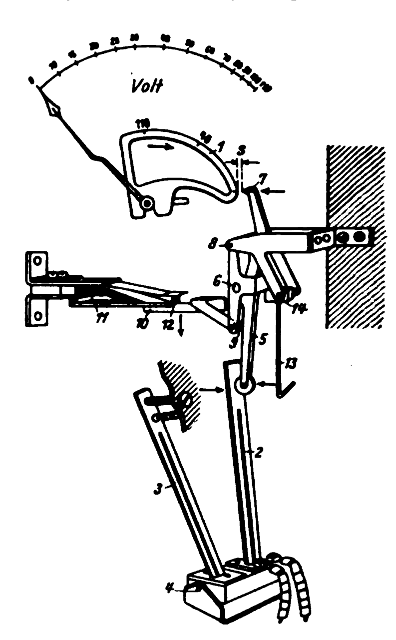
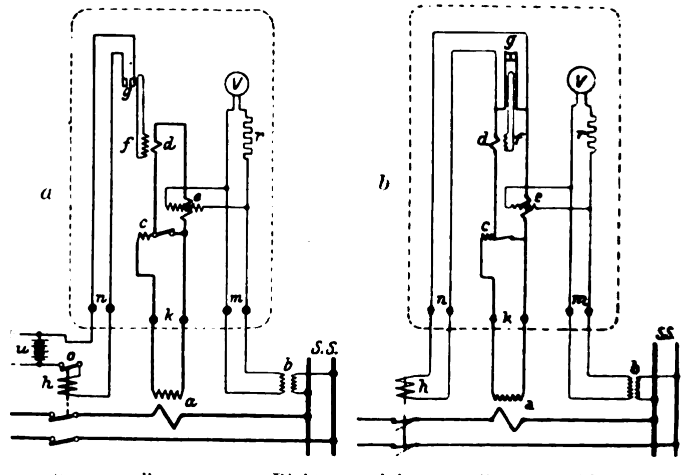


Abb. 3. Kinematik des Netzrelais.

Abb. 4a zeigt die Schaltung des Netzrelais für Gleichstrom-Auslösung, Abb. 4b für Wandler-Auslösung. Die Auslösezeit des Relais ist durch die Gleichung bestimmt

$$T = a + b\,\frac{E}{J},$$

worin die Grundzeit *a* nicht ganz konstant, sondern von der Stromstärke in gewissem Sinne abhängig ist. Hierdurch ist ein Divergieren der Auslösekurven bei kleinen Impedanzen bedingt. Der Faktor *b* bestimmt die Steilheit der Auslösekurven, er ist nach unten begrenzt durch die Fallzeiten der Ölschalter. Anderseits muß *b* möglichst klein werden, um kleine Auslösezeiten zu erhalten. Abb. 5 zeigt die Auslösecharakteristik des Netzrelais, wie es in den 15 kV-Netzen des Ostpreußenwerks Verwendung findet. Es ist hier des einfachen Verständnisses wegen die Auslösezeit als Funktion der Primärimpedanz aufgetragen;



a Stromwandler, *b* Spannungswandler, *c* Überbrückungsmagnet, *d* Heizwandler, *e* Richtungsrelais, *f* Bimetallstreifen, *g* Bürstenkontakt, *h* Auslösespule, *k*, *n* Stromklemmen, *m* Spannungsklemmen, *o* Walzenschalter, *r* Vorwiderstand, *u* Batterie, *V* Voltmeter

Abb. 4. Netzrelaisschaltung für Gleichstrom- (*a*) u. Wandlerauslösung (*b*).

man sieht, daß eine annähernd lineare Abhängigkeit der Auslösezeit von der Impedanz erreicht wurde. Die größte, zwischen zwei Stationen liegende Impedanz ist beim 15 kV-Netz des Ostpreußenwerks etwa 30 Ω/Phase, so daß man beim zweipoligen Kurzschluß selbst über einen Lichtbogen mit maximal etwa 70 Ω Primärimpedanz in der Kurzschlußschleife rechnen kann. Die Kurve zeigt für diesen Wert bei verschiedenen Kurzschlußströmen die zu erwartende Auslösezeit; sie beträgt etwa 3,5 s. In gleicher Weise läßt sich für das 60 kV-Netz ermitteln, daß im ungünstigsten Falle bei zweipoligem Kurzschluß über Lichtbogen und einer sich aus den örtlichen Verhältnissen errechnenden Maximalimpedanz von 150 Ω (in der der Lichtbogenwiderstand mit rd. 80 Ω enthalten ist) eine Auslösezeit von rd. 5 s in Frage kommt. Derartige Auslösezeiten können als einigermaßen günstig bezeichnet werden, so daß sich in dieser Richtung Bedenken gegen die Einführung des Schutzes nicht erhoben haben.

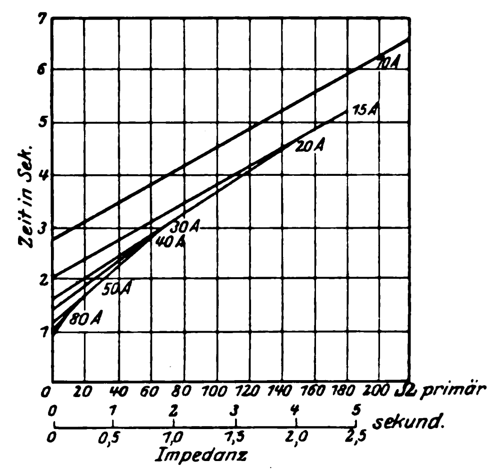


Abb. 5. Auslösecharakteristik des im Owag-Mittelspannungsnetz verwendeten Netzrelais.

Die Abnahmeversuche der ersten im Netz des Ostpreußenwerks eingebauten Netzrelais wurden in drei parallelen, etwa 30 km langen 15 kV-Leitungen von Insterburg nach Gumbinnen gemacht. Die künstlich eingeleiteten Kurzschlüsse wurden teils als satte, teils als Lichtbogenkurzschlüsse über 2 und 3 Phasen hergestellt. Die schwierigsten Bedingungen liegen vor, wenn die Kurzschlüsse in unmittelbarer Nähe der Sammelschiene erfolgen, da hier durch den Zusammenbruch der Spannung bei allen drei Schaltern der drei Versuchsleitungen an die Richtungsempfindlichkeit der Relais besondere Anforderungen gestellt werden. Trotz dieser schweren Versuchsbedingungen erfolgten die Abschaltungen einwandfrei, und die tatsächlich erreichten Auslösezeiten entsprachen mit großer Genauigkeit den vorausberechneten Werten. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Frage der Lichtbogenwiderstände gewidmet; da diese von der Höhe der Betriebspannung, der Größe der verfügbaren Kurzschlußleistung und den örtlichen Verhältnissen an der Kurzschlußstelle (Form der „Elektroden") abhängen, wurden hierüber besondere Versuche angestellt. Diese ergaben, daß der Lichtbogenwiderstand bei 15 kV stets in der Größenordnung von wenigen Ohm liegt, also im vorliegenden Falle zu vernachlässigen ist. Für das 60 kV-Netz konnten leider Versuche nicht angestellt werden, doch gaben die bei der Bayernwerk A. G. für 100 kV angestellten Untersuchungen[2] wertvolle Anhaltspunkte. Auf Grund dieser günstigen Versuchsresultate hat das Ostpreußenwerk dann das Netzrelais durchweg in seinem Versorgungsgebiet eingeführt. Die Erfahrungen, die es im Laufe von etwa zwei Jahren mit dem Netzrelais gemacht hat, können als günstig bezeichnet werden. Die wichtigsten Punkte sollen hier näher beleuchtet werden.

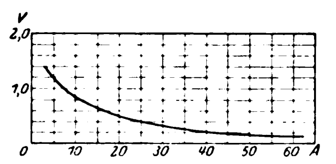


Abb. 6. Ansprechempfindlichkeit des Richtungsrelais.

1. Wandlerauslösung. Der Gedanke der Wandlerauslösung (Abb 4b) hat für den Betriebsmann sehr viel Bestechendes, sie macht ihn von der besonderen, stets als Fremdkörper zu betrachtenden Batterie mit ihren Ladevorrichtungen frei. Immerhin bestanden Bedenken hinsichtlich der im Relais eingebauten Kontakte, die die Auslösespule bei Kurzschluß freigeben. Diese Frage ist daher mit besonderer Aufmerksamkeit geprüft worden. Bei den ältesten Relaiskonstruktionen haben sich in der Tat auch vereinzelt Anstände in dieser Richtung ergeben. Die neueren, seit etwa einem Jahre bei uns im Betriebe befindlichen Relais haben diese Fehler jedoch völlig überwunden, so daß kein einziger Fall von Kontaktbeschädigungen beobachtet worden ist. Bedenkt man, daß der berüchtigte Walzenschalter bei der Gleichstromauslösung (Abb. 4a) ein Sorgenkind des Betriebsmanns ist, das die Sicherheit dieses Auslösesystems stark beeinträchtigt, so wird man in jedem Falle der Wandlerauslösung den Vorzug geben, wenn bei minimalem Kurzschlußstrom die im Relaisstromkreis verfügbare Energie zur sicheren Schalterauslösung hinreicht. Dieses ist in Mittelspannungsnetzen wohl stets der Fall.
2. Die Energierichtungs-Empfindlichkeit. Die ersten Relais hatten ein wattmetrisches, konstruktiv nicht sehr hochwertiges Energierichtungselement. Durch die mangelhafte konstruktive Ausführung dieser alten Systeme sind bei uns vereinzelt Fehlschaltungen hervorgerufen worden. Der Einbau des neuen dynamometrischen Energierichtungsystems hat diesem Übelstande abgeholfen. Abb. 6 zeigt die Spannung bei verschiedenen Strömen, die zum sicheren Ansprechen des Systems erforderlich ist. Wir konnten beobachten, daß auch bei den kleinsten Kurzschlußströmen ein Spannungswert von 1 % ausreichte, um das Energierichtungsrelais richtig zu betätigen.
3. Ansprechmagnet. Die besonderen Verhältnisse in Höchstspannungsnetzen bringen es mit sich, daß die Kurzschlußströme zu Zeiten schwacher Belastung, beispielsweise in der Nacht, unter dem normalen Betriebstrom während der Belastungspitzen liegen. Dieses ist auch im 60 kV-Netz des Ostpreußenwerks der Fall. Das würde bei der normalen Relaiskonstruktion jedoch dazu führen, daß der vom Überstrom betätigte Ansprechmagnet nicht ansprechen, der Bimetallstreifen also keinen Strom erhalten und damit das Relais nicht zur Auslösung kommen würde.

1 Stromwandler
2 Heizstromwandler
3 Überbrückungsschalter
4 Stromspule
5 Spannungspule

Abb. 7. Ansprechsysteme.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde nach Angabe des Ostpreußenwerks[3] ein zusätzliches Relais eingebaut, das das Ansprechen des Netzrelais vom Spannungszusammenbruch abhängig macht. Abb. 7 zeigt die verschiedenen Ansprechsysteme: den reinen Überstrom-Ansprechmagneten, das Spannungszusammenbruch-Ansprechsystem und die Kombination beider, wie sie im 60 kV-Netz des Ostpreußenwerks durchgeführt ist. Dieses Ansprechsystem hat sich bisher ausnahmslos gut bewährt; man kann jedoch dagegen sehr wohl mancherlei Bedenken hegen: Beim Durchbrennen der Sicherungen am Spannungswandler oder bei Defekten am Wandler selbst ist z. B. die Gefahr gegeben, daß alle in der betreffenden Station vorhandenen Relais freigegeben, die Bimetallstreifen vorgeheizt werden und die Schalter wahllos fallen. Gegen diese Gefahr hat das Ostpreußenwerk als vorbeugende Maßnahme teilweise eine Unterteilung der Niederspannungskreise der Spannungswandler mit unterteilter Absicherung, teilweise einen zweiten parallelliegenden Spannungswandler vorgesehen. In den Umspannwerken 60/15 kV, in denen nur ein 60 kV-Wandler vorhanden ist, ist eine Umschaltbarkeit vom 60- auf die 15 kV-Wandler vorgesehen, wodurch auch eine gelegentliche Außerbetriebnahme der Spannungswandler möglich wird.

[2] Hierüber wird demnächst in der ETZ berichtet.

[3] Erfindung von Obering. Opitz.



4. Vorheizung. Es ist, theoretisch betrachtet, nicht von der Hand zu weisen, daß die Bimetallstreifen bei Gewittern oder zahlreich aufeinanderfolgenden Störungen vorgeheizt werden können; das Ostpreußenwerk hat in dieser Beziehung schlechte Erfahrungen nicht gemacht, da es ausschließlich das Netzrelais im Betrieb hat. Beim Zusammenarbeiten mit anderen Relais, beispielsweise dem AEG-System, sind Bedenken wohl nicht von der Hand zu weisen. Diese „Vorheizung" hat u. U. auch ihr Gutes. Beim Parallelbetrieb verschiedener Kraftwerke treten beispielsweise im Falle eines Kurzschlusses in dem angeschlossenen Netze Pendelungen der Maschinen auf, die durch die nicht übereinstimmende Charakteristik der Regler der verschiedenen Kraftmaschinen herbeigeführt werden. Diese „Schwebungen" würden nun die Impedanzrelais mit dynamometrischen Triebsystemen zwar zum Ansprechen, aber nicht zum Auslösen bringen, da sie zwischendurch immer wieder in die Ruhelage zurückfallen. Der Bimetallstreifen wird jedoch durch die kontinuierliche Vorheizung schließlich das Relais zur Auslösung bringen und damit den „Schwebungen" ein Ende machen.

Die Selektivität der Netze stellt besondere Anforderungen an die Relaisstromwandler. Die Charakteristik der Wandler muß nämlich zwischen dem minimalen Kurzschlußstrom und einem gewissen Vielfachen des Nennstroms völlig geradlinig, darüber hinaus bis zum höchstmöglichen Kurzschlußstrom muß eine genaue Uebereinstimmung der Charakteristiken aller zusammenarbeitenden Wandler vorhanden sein. Die Forderung der Kurzschlußfestigkeit ist hierdurch schwer zu erfüllen und stellt an die Konstruktion der Wandler besondere Ansprüche. Das Ostpreußenwerk hat für Selektivschutz bisher ausschließlich Querlochwandler von Koch & Sterzel im Betrieb, die sich gut bewährt haben und die sich, insbesondere als Durchführungswandler, gut in die Schaltanlagen einfügen.

Wenn auch die Bekämpfung von einfachen Erdschlüssen mit dem als Kurzschlußschutz wirkenden Impedanzrelais an sich nichts zu tun hat, so ist die Frage des Erdschlusses in diesem Zusammenhang jedoch wichtig. Die Abschaltung des Doppelerdschlusses durch das Netzrelais erfolgt ja bei nahem Zusammenliegen der beiden Erdschlußstellen wie beim zweipoligen Kurzschluß. Liegen die beiden Erdschlußstellen weit auseinander, so wird im allgemeinen der eine Erdschluß abgeschaltet, während der andere bestehen bleibt. Die beim Ostpreußenwerk beobachteten Doppelerdschlüsse haben dieses bestätigt. Hinsichtlich der einfachen Erdschlüsse ist folgendes zu sagen: Die Ausrüstung eines Netzes mit Impedanzschutz erfordert die gleichzeitige Einrichtung eines Erdschlußschutzes; dieses gilt vor allem in Mittelspannungsnetzen; denn einerseits wird durch den Impedanzschutz die Vermaschung der Netze begünstigt und dadurch der Erdschlußstrom und seine Wirkungen vergrößert, anderseits erreicht die Abschaltzeit bei Erdschlüssen sehr hohe Werte, da die verkettete Spannung in voller Höhe bestehen bleibt und die Erdschlußströme im Verhältnis zu den Kurzschlußströmen gering sind. Das Ostpreußenwerk hat mit einem besonders entwickelten Erdschlußrelais der Dr. Paul Meyer A.G. eingehende Versuche gemacht, die die Möglichkeit der selektiven Abschaltung von Erdschlüssen in vermaschten Netzen erwiesen haben. Eine andere Möglichkeit des Erdschlußschutzes, von der im übrigen auch das Ostpreußenwerk Gebrauch zu machen gedenkt, ist bekanntlich die Kompensierung der Netze.

Die laufende Überwachung der Netzrelais ist äußerst einfach. Schon das weithin sichtbare Voltmeter gestattet eine oberflächliche Kontrolle, ob das Relais intakt ist. Die Prüfung des Relais geschieht mit einfachsten Mitteln durch einen Präzisionstrommesser, einen Regelwiderstand und eine Stoppuhr. Die Spannung kann durch Festklemmen des Voltmeters auf bestimmte Skalenwerte genau eingestellt werden. Abb. 8 zeigt die Abhängigkeit der Auslösezeit allein von der Spannung bei konstantem Strom; diese Kurve findet als Eichkurve Verwendung. Eine solche Einfachheit der Prüfung erleichtert die Überwachung der Relais ganz wesentlich. Dieser Vorzug ist nicht hoch genug zu veranschlagen, da nur ständige Kontrolle aller Selektivschutzelemente ihr sicheres Funktionieren gewährleistet. Das Ostpreußenwerk hat aus dieser Erkenntnis heraus das Überwachungswesen seiner Relais und Auslöser weitgehend ausgebaut. Eine besondere Relaiswerkstatt enthält eine Präzisionseicheinrichtung mit Zeitregistrierung, Spannungs-, Strom- und Frequenzüberwachung. Hier können umfangreichere Eichungen und Reparaturen vorgenommen werden. Ein besonders ausgebildetes Personal ist für die Überwachung und Instandhaltung der Selektivgeräte verantwortlich.

Die Erfahrung hat indessen gezeigt, daß die Relais selber kaum zu Beanstandungen im Betrieb Anlaß gegeben haben, daß dagegen der direkt aufgebaute Auslöser, vor allem aber die Ölschalterkuppelungen und Schaltergestänge ein sehr trauriges Kapitel sind. Die Präzision, die heute bei Netzrelais und Selektivwandlern bereits recht groß ist, läßt hier sehr zu wünschen übrig, und die Erfahrungen des Ostpreußenwerks haben gelehrt, daß fast alle fehlerhaften Abschaltungen immer wieder auf Ungenauigkeit der Auslöser, der Ölschalterkuppelungen und Schaltergestänge zurückzuführen sind. Es wäre an der Zeit, daß man auch dieser mit dem Selektivschutz eng zusammenhängenden Frage endlich die Bedeutung beimißt, die die Sicherheit des Betriebes erheischt.

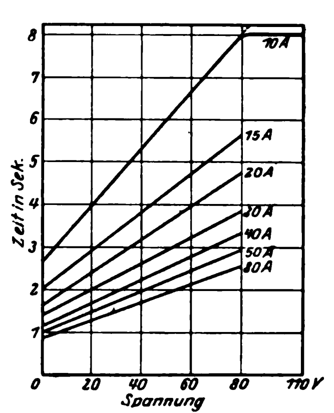


Abb. 8. Auslösezeit, abhängig von der Spannung.

Die Frage, ob die Entwicklung des Kurzschlußschutzes für Leitungen beendet sei oder in welcher Richtung sie fortschreiten müsse, läßt sich heute bereits unter allem Vorbehalt beantworten. Man wird in Zukunft mehr, als es bisher der Fall war, seine Aufmerksamkeit der Bekämpfung der Spannungstöße zuwenden müssen, von denen ein Überlandnetz betroffen wird, wenn irgendwo in seinem Bereich ein Kurzschluß auftritt, eine Erscheinung, die sich besonders unangenehm bei Gewittern oder Stürmen vom Mittelspannungsnetz her auf das gesamte Netz auswirkt. Außer den Maßnahmen, die man zur Vermeidung von Kurzschlüssen ergreifen kann, bleibt hier nur ein Mittel: durch möglichst kurze Abschaltzeiten müssen die Spannungsabsenkungen gemildert werden. Es muß erreicht werden, daß jeder Kurzschluß in beispielsweise längstens 2 s abgeschaltet ist. Hier gilt es zunächst, die Ölschalterfallzeiten herabzusetzen, zu normen und auf eine hohe Genauigkeit zu bringen. Dann wird man auch eine so hohe Präzision der Relais selbst fordern können, daß sie eine einwandfreie Staffelung in den Abschaltzeiten zwischen zwei Stationen bis zu etwa $^2/_{10}$ s herunter ermöglichen.

Führt man in radikaler Weise die Trennung von Überlastungschutz und Fehlerschutz durch — und dieses durchzuführen hindert heute schon nichts mehr —, so kann der Überstrom-Ansprechmagnet vielleicht völlig in Fortfall kommen und durch den Spannungsrückgang-Magneten ersetzt werden. Dadurch wird man frei in der Wahl des Stromwandler-Übersetzungsverhältnisses, das sich nun ganz nach den Netzverhältnissen (Größe der Kurzschlußströme, Zusammenarbeiten verschiedener Ringe), den günstigsten Relaisverhältnissen und gegebenenfalls dem notwendigen Auslösestrom bei Wechselstromauslösung richten kann, ohne auf die Belastungsverhältnisse irgendwie Rücksicht zu nehmen. Unabhängig vom Übersetzungsverhältnis muß natürlich der primäre Nennstrom der Wandler den Belastungsverhältnissen der Leitungen angepaßt werden. Es sind also noch weitgehende Entwicklungsbedürfnisse und -möglichkeiten beim Selektivschutz vorhanden.

Der Kleinkondensator in der Schweißtechnik*.

Von Dipl.-Ing. I. C. Fritz, Köln-Kalk.

Die Transformatoren, welche in der Schweißtechnik sowohl zur Ausführung der elektrischen Lichtbogenschweißung wie auch für die elektrische Widerstandschweißung gebraucht werden, haben bzgl. des Anschlusses an das vorhandene Drehstrom-Niederspannungsnetz eines Elektrizitätswerks zwei unangenehme Eigenschaften, erstens arbeiten sie mit einem sehr schlechten Leistungsfaktor, und zweitens müssen sie sekundärseitig meist

* S. a. „Schmelzschweißung" 1927, H. 1 u. 4, Hanseatische Verlagsanstalt Hamburg, sowie „Autogene Metallbearbeitung" 1927, H. 17 Verlag Karl Marhold, Halle a. Saale.



Einphasenstrom liefern. Es sind nun in der letzten Zeit eine ganze Reihe Vorschläge gemacht worden, den zweiten Übelstand in einfacher Weise zu beheben, d. h. es gibt einige Bauarten und Schaltungen zur Umwandlung des Drehstromes in Einphasenstrom, bei denen man eine gleiche Belastung der drei Phasen im Anschlußnetz zu erreichen sucht; andere Bauarten wollen gleich auf der Sekundärseite mit Drehstrom schweißen, doch arbeiten alle diese Geräte nach wie vor mit sehr schlechtem Leistungsfaktor. Zur Verbesserung dieses hat sich nun der Kleinkondensator als außerordentlich wirksam herausgestellt.

Betrachten wir zunächst die Lichtbogenschweißung. Zum Niederschmelzen von 1 kg Eisen sind theoretisch erforderlich etwa 300 Wh, praktisch gebraucht man, am Lichtbogen gemessen, etwa 3 kWh. In der Lichtbogenschweißtechnik arbeitet man bekanntlich entweder mit dem Gleichstrom- oder dem Wechselstrom-Lichtbogen. Der Gleichstrom-Lichtbogen, der schweißtechnisch gewisse Vorteile hat, setzt bei Vorhandensein eines Drehstromanschlußnetzes stets einen Drehstrom-Gleichstrom-Umformer voraus. Dieser speist meist nur eine Schweißstelle und liefert einen maximalen Schweißstrom von etwa 200 A. Ein solcher Umformer kostet 2500 RM bis 4000 RM, hat einen Wirkungsgrad von etwa 0,3 ÷ 0,5 und arbeitet durchschnittlich mit einem Leistungsfaktor von 0,4 ÷ 0,6; er hat außerdem einen ziemlich hohen Leerlauf (bis 2,5 kW) und bedingt etwa 8 ÷ 12 kVA Anschlußleistung. Die Einphasen-Schweißtransformatoren für die gleiche Schweißleistung kosten etwa 800 RM bis 1200 RM, benötigen eine Anschlußleistung von etwa 12 ÷ 14 kVA bei einem Leerlauf von etwa 150 ÷ 200 W und haben einen Wirkungsgrad von etwa 0,7 ÷ 0 9, während der Leistungsfaktor je nach dem Verhältnis der Zünd- oder Leerlaufspannung zur Lichtbogen- oder Belastungspannung

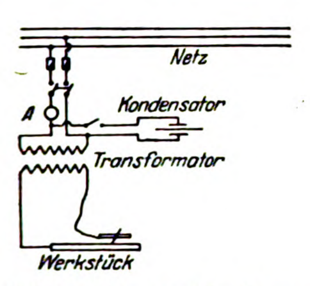


Abb. 1. Lichtbogen-Schweißtransformator mit Kondensator.

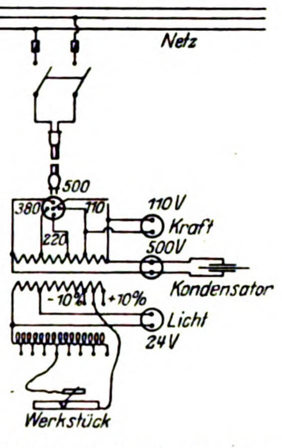


Abb. 2. Montagetransformator mit Kondensator.

etwa 0,1 bis 0,3 beträgt. Durch Parallelschaltung eines Kleinkondensators (Abb. 1) mit einem solchen Schweißtransformator kann man nun den Leistungsfaktor beliebig bis auf 1 verbessern. Hiermit sinkt die Anschlußleistung herunter bis auf etwa 4 kVA. Es ist begreiflich, daß die Elektrizitätswerke dem Anschluß eines Einphasen-Schweißtransformators aus den eingangs angegebenen Gründen sich vielfach widersetzt haben. Diese Bedenken kann man jetzt fallen lassen, wenn das Schweißgerät mit einem solchen Kleinkondensator parallel arbeitet. Die Anordnung hat weiterhin den Vorzug, daß die Sicherungen und Zuleitungen nicht mehr für 12 ÷ 14 kVA, sondern nur noch für 4 kVA zu bemessen sind. Man kann unbedenklich ein derartiges Schweißgerät auch in ein Lichtnetz hineinlegen, bestehend aus Nulleiter und Außenleiter (da die einphasige Belastung eine geringe Unsymmetrie bedingt, die vielfach schon bei normalen Lichtanschlüssen vorkommt). Abb. 2 zeigt das Schaltbild eines Montage-Schweißgerätes zum Anschluß an eine beliebige Netzspannung von 110 ÷ 500 V. Dieses Schweißgerät gestattet außerdem den Anschluß einer Niedervoltlampe (erforderlich bei Kesselrevisionen) und von Elektrowerkzeugen (Schleif- und Bohrmaschinen). Ein Schweißkondensator, der einen 14 kVA Schweißtransformator von 0,3 auf 0,8 verbessert, wiegt etwa die Hälfte dieses Transformators, nimmt ¾ seines Raumes ein und kostet etwa ⅓ eines solchen Transformators. Die Verhältnisse bei den Lichtbogen-Schweißtransformatoren für dreiphasigen Anschluß sind ähnlich; auch diese arbeiten fast alle mit einem schlechten Leistungsfaktor, wenn auch die einseitige Belastung des Drehstromnetzes beseitigt ist, so fällt die größere Anschlußleistung dieser Geräte um so mehr ins Gewicht. Das Verhältnis Transformator zu Kondensator bzgl. Gewicht, Preis und Raumbedarf wird meist noch günstiger für letzteren.

Nicht nur in der Lichtbogenschweißtechnik, sondern auch bei der Widerstandschweißung muß man die Schweißmaschinen mit schlechtem Leistungsfaktor bauen, allerdings sind hier die Leistungsfaktoren nicht ganz so schlecht wie bei den Lichtbogen-Schweißtransformatoren, sie erreichen immerhin Werte von 0,4 ÷ 0,6. Es hat auch nicht an Versuchen gefehlt, den Leistungsfaktor von Widerstandschweißmaschinen zu erhöhen, doch diese Versuche geschahen stets auf Kosten der Schweißfähigkeit. Auch hier ist der Kondensator ein gutes Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors. Abb. 3 zeigt ein Bild

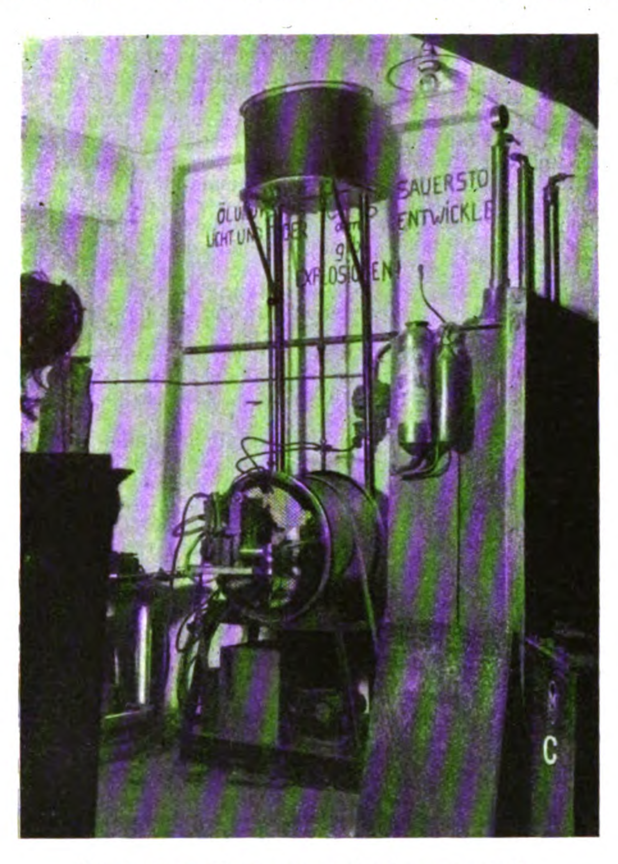


Abb. 3. Schweißwerkstatt. *C* Kondensator, 8 BkVA.

einer kleinen Schweißwerkstatt, die einen 15 kVA-Niederspannungsanschluß eines Elektrizitätswerkes hat. In dieser Werkstatt konnte zunächst nur ein Einphasen-Lichtbogen-Schweißtransformator aufgestellt werden. Nach Aufstellung eines Drehstrom-Kleinkondensators von etwa 8 BkVA Leistung (in der Abbildung mit *C* bezeichnet) konnte eine einphasige Universal-Schweißmaschine von 15 kVA und ein zweiter einphasiger Lichtbogen-Schweißtransformator von 14 kVA unbedenklich angeschlossen werden, die Anschlüsse der drei Maschinen wurden gleichmäßig über das Netz verteilt, und alle drei Maschinen befinden sich seither gleichzeitig im Betrieb.

Die Elektrowirtschaft im Saargebiet.

Von Dr. **Gerhard Dehne,** Berlin.

Auf Grund der bisherigen Pressemeldungen war es dem Außenstehenden sehr schwer möglich, sich ein objektives Urteil über die Vorgänge im Saargebiet zu bilden. Wie liegen nun die Dinge tatsächlich und welche Stellung nimmt das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in diesem Konflikt ein?

In den nach und nach erworbenen Gebieten hat es durch Verbindung der Kraftwerke untereinander jenes Verteilungsystem geschaffen, das gestattet, die Leistungen immer da zu verwerten, wo es am wirtschaftlichsten geschehen kann. Neben der schwarzen und der braunen Kohle bezog man auch die weiße Kohle in das System ein. Mit den Kommunalverbänden, Kreisen und Gemeinden wurden Stromlieferungsverträge abgeschlossen, welche die

Kommunen zu Aktionären und damit zu Miteigentümern des RWE machten.

Im Jahre 1922/23 hatte dieses maßgeblichen Einfluß auf den Lahmeyer-Konzern und die A. G. für Energiewirtschaft erworben, beides im wesentlichen Finanzierungsgesellschaften, welche eine Reihe von Elektrizitätswerken im Rhein-Mosel-Saargebiet kontrollierten, darunter auch die Kraft- und Verkehrswerke A. G. Saarlouis und die Kraftversorgungs-G. m. b. H. Merzig. Die Interessensphäre des RWE hatte sich damit auf das im ganzen Norden an sein Arbeitsgebiet grenzende Saarrevier ausgedehnt. Hier war die Entwicklung der Stromversorgung bisher folgende:

Vor dem Kriege bezog das Saargebiet seinen Strom zum größten Teil aus den staatlichen Grubenzentralen, welche die Elektrizität nicht direkt, sondern über eine Reihe kleinerer Verteilungsunternehmen abgaben. Unter diesen befand sich auch die Saarland-Lothringen Elektrizitätsgesellschaft (SLE), welche u. a. das Gebiet des Zweckverbandes Weiherzentrale (Kreis Ottweiler) mit Strom versorgen sollte. Die Kriegszeit jedoch verhinderte dies, und der Zweckverband mußte für den eigenen Ausbau der Leitungsnetze in seinen Gemeinden Valutaschulden aufnehmen und den Strom aus der heute in französischem Besitz befindlichen Grube Weiherzentrale beziehen. Im Frühjahr 1926 wandte er sich daher um Hilfe an das RWE, das ihm Ende des Jahres eine Offerte unterbreitete. Diese sah einerseits die Übertragung des gesamten Leitungsnetzes und der Stromversorgung an das RWE vor, anderseits wurde der Zweckverband von seinen Schulden befreit und Aktionär des RWE. In ähnlicher Weise trat auch der Nachbarkreis St. Wendel an letzteres heran, außerdem noch eine Reihe weiterer saarländischer Kommunalverbände.

Es hätte nunmehr die Möglichkeit bestanden, im Saargebiet die Elektrizitätswirtschaft zu vereinheitlichen und in das die ganze Rheinprovinz umfassende System mit einzuschalten, zumal da gerade im Saargebiet die Feinkohle einen besonders großen Teil der Förderung ausmacht und der direkte Absatz daher sehr eingeengt war.

Die Verhandlungen gestalteten sich infolge der verschiedenen widerstrebenden Interessen der einzelnen Kreise sehr schwierig. Dazu kam noch, daß die Stadt Saarbrücken maßgeblichen Einfluß auf die SLE gewonnen hatte und für dieses reine Stromverteilungsunternehmen neue Absatzgebiete suchte. Im Juni 1927 gelang endlich eine Verständigung auf der ganzen Linie. Hierbei wurden die Elektrointeressen des preußischen Staates gegen die des RWE im Westen abgegrenzt und auch bezüglich des Saarreviers eine Vereinbarung dahingehend getroffen, daß alle Gebiete, die bereits fest mit dem RWE zusammengeschlossen waren, bei diesem verbleiben sollten. Dazu gehörten z. B. der Kreis Merzig, ebenso der Zweckverband Weiherzentrale und der Kreis St. Wendel, welche beide die Angebote des RWE — vorbehaltlich der Zustimmung ihrer Körperschaften — angenommen hatten. Die SLE trat dem Demarkationsabkommen jedoch ausdrücklich nicht bei.

Das RWE hingegen nahm alle weiter gehenden Offerten an Gemeinden und Kreise zurück und setzte sich dafür ein, daß seine Tochtergesellschaft, die A. G. für Energiewirtschaft, ihre Beteiligung an der Kraft- und Verkehrswerke A. G. in Saarlouis abtrat. Es verpflichtete sich ferner nochmals ausdrücklich, für die Versorgung der Saarkreise nur Saarkohlenstrom zu verwenden, die gesamte im Wasserkraftwerk Mettlach anfallende Energie, ein nicht zu unterschätzender heimischer Konkurrent gegenüber dem Saarkohlenstrom, zu exportieren und außerdem darüber hinaus noch jährlich weitere 50 Mill. kWh für Gebiete außerhalb des Saarreviers den Saarzechen zu entnehmen. Dieser Umstand war insofern erheblich, als der direkte Absatz der Saarkohle immer schwieriger wird. Denn im Norden liegen die rheinisch-westfälischen Kohlenreviere. Von dort aus bringt der Rhein die Ruhrkohle auf schnellem und billigem Wege nach Süddeutschland, dessen Energiewirtschaft — man denke nur an die bereits bestehenden und noch projektierten Großwasserkraftwerke — sich immer mehr auf die weiße Kohle umstellt.

Im Herbst 1927 schloß sich der Zweckverband Weiherzentrale einstimmig dem RWE an und genehmigte die Verträge. Inzwischen hatten die Bemühungen der SLE und der dahinter stehenden Stadt Saarbrücken, sich neue Stromabnehmer anzugliedern, nicht aufgehört. Sie konzentrierten sich insbesondere auf den Nachbarkreis St. Wendel, obwohl es sich hier nur um einen Jahresstromabsatz von 1,5 Mill. kWh handelte. Jedoch die SLE hatte Erfolg, im Januar 1928 entschied sich der Kreis gegen das RWE und für den Anschluß an die SLE.

Im Zusammenhang seien nun noch ein paar Daten gegeben, aus denen man die Größe und den Wert der Objekte ermessen kann.

Die nutzbare Stromabgabe des RWE beträgt etwa 1,5 Milliarden kWh im Jahre. Während der öffentliche Strombedarf Berlins 1927 ungefähr 1 Milliarde kWh ausmachte, erreichte der öffentliche Stromabsatz des ganzen Saargebietes nur etwa den zehnten Teil hiervon, nämlich rd. 100 Mill. kWh, zu deren Erzeugung noch nicht einmal 0,75 % der Jahresförderung an Saarkohlen nötig gewesen wären. Im Vergleich hierzu hat der Strombedarf des Zweckverbandes Weiherzentrale von nur 1,9 Mill. kWh

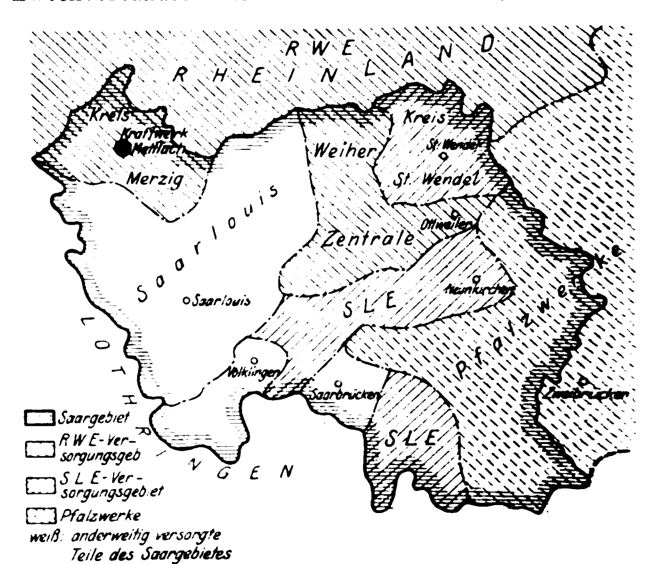


Abb. 1. Die heutige Versorgung des Saargebietes mit elektrischer Arbeit.

und der des Kreises St. Wendel von sogar nur 1,5 Mill. kWh jährlich nicht im entferntesten die Bedeutung, welche teilweise heraus zu konstruieren versucht worden ist.

Aus Abb. 1 ist zunächst die tatsächliche Flächenausdehnung des Saargebietes ersichtlich. Zugleich geht daraus auch die Art der Stromversorgung hervor. Im Osten des Saargebietes ist schon seit altersher das gemischtwirtschaftliche Unternehmen der Pfalzwerke an der Versorgung beteiligt. Im ganzen Norden grenzt das RWE an das Saargebiet. Der Kreis Merzig und der Zweckverband Weiherzentrale fügen sich diesem Versorgungsgebiet an. Da der letztere zu wiederholten Malen ausdrücklich die Stromversorgung durch das RWE gewünscht hat und die Verträge fest abgeschlossen sind, ist das RWE zu deren Innehaltung genau so wie zur strikten Befolgung des Demarkationsvertrages gezwungen. Obwohl demnach durch letzteren sowie durch die Beschlüsse der Weiherzentrale und St. Wendels dem Vordringen des RWE seit geraumer Zeit Einhalt geboten ist, wurde Mitte Februar 1928 die Angelegenheit im preußischen Landtag von neuem aufgerollt und von einem „andauernd weiteren Vordringen des RWE" und einer „Existenzbedrohung des Saarreviers" gesprochen. Es erübrigt sich nach dem vorher Gesagten, hierauf näher einzugehen.

Aus der Karte geht auch klar hervor, daß die SLE nur einen ziemlich geringfügigen Teil des Saargebietes und diesen auch nur als Stromverteiler ohne eigene Erzeugungsanlagen versorgt. Die Stadt Saarbrücken und das Gebiet um Völklingen werden beispielsweise nicht durch die SLE beliefert. Ebenso ist bis heute das große Gebiet des Kreisunternehmens Saarlouis, aus dessen Beteiligung das RWE auf Grund des Demarkationsvertrages ausdrücklich ausgeschieden ist, noch nicht der SLE angegliedert. Von einer einheitlichen Elektrizitätsbewirtschaftung des Saarreviers durch die SLE kann man daher keinesfalls sprechen.

Augenblicklich schweben im preußischen Ministerium, das als früherer und wohl auch als kommender Besitzer der Saargruben hieran interessiert ist, schon früher einmal angestellte Erwägungen, für die Elektrizitätsbewirtschaftung des Saargebietes eine einheitliche Gesellschaft, in der alle Interessenten vertreten sein sollen, zu gründen. Da dieser Plan indessen bisher über den Rahmen des Ministeriums noch nicht hinausgedrungen ist, bleibt abzuwarten, ob sich auf solchem Wege vielleicht eine Vereinheitlichung der Saarelektrowirtschaft ermöglichen läßt.

Es gibt wohl kaum ein anderes Gebiet, auf dem im letzten Jahrzehnt eine solche Konzentration zu verzeichnen

war, wie auf dem der Elektrizitätswirtschaft. Im Verlauf weniger Jahre hat sich ganz Deutschland mit einem fast vollständig zusammenhängenden Netz von Höchstspannungsleitungen bedeckt, die Reichsgrenze ist sogar an verschiedenen Stellen überschritten worden, und ein Austausch von elektrischer Energie mit dem Auslande findet auf dem Drahtwege statt. Wenn sogar noch 1927 eine Reihe von Elektrizitätswerken, von denen manches ebenfalls einen Stromabsatz von 100 Mill. kWh aufzuweisen hatte, im gemeinschaftlichen Zusammengehen den richtigen Weg erblickte, bleibt doch sehr zu bedenken, ob im Saargebiet eine gemeinschaftliche, über die lokalen Grenzen hinausweisende Energiewirtschaft nicht der heutigen Zerfaserung vorzuziehen ist.

RUNDSCHAU.

Apparate.

Groß-Selbstschalter für Niederspannung. — Die überaus zahlreichen Neuinstallationen und der damit verbundene gewaltige Ausbau der Niederspannungsnetze der Großstädte sowie die immer zahlreicher werdenden elektrochemischen Betriebe haben ein Bedürfnis nach Selbstschaltern sehr großer Stromstärken aufkommen lassen, wie sie noch vor einigen Jahren für eine Apparateeinheit nur in seltenen Fällen verlangt wurden. Die AEG hat der Entwicklung dieser Apparatetypen besondere Aufmerksamkeit zugewendet und eine Reihe bemerkenswerter Neukonstruktionen auf diesem Gebiete herausgebracht.

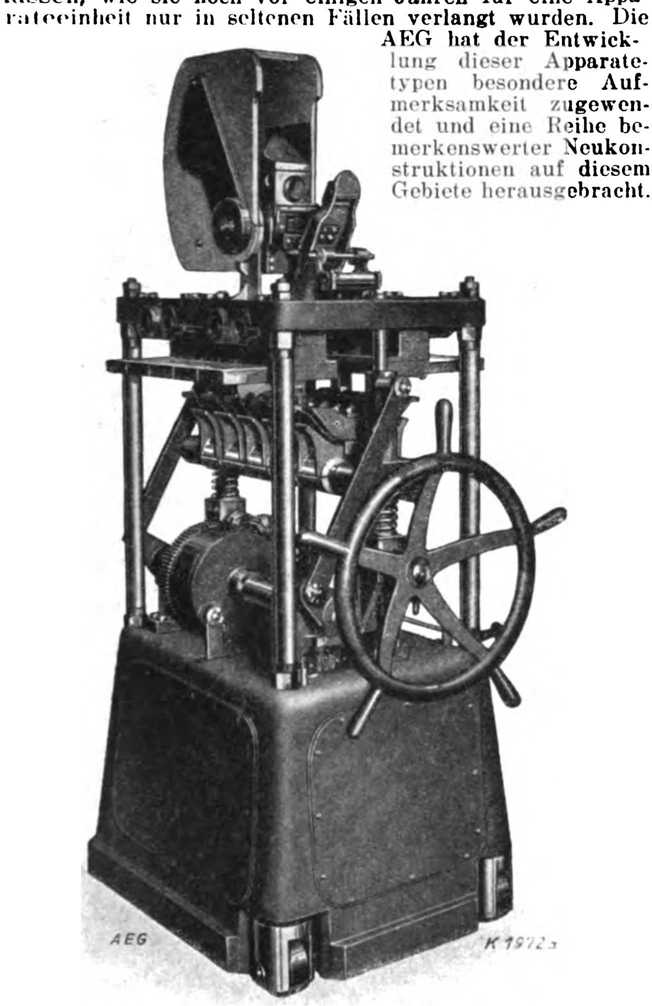


Abb. 1. Einpoliger Groß-Selbstschalter 550 V, 15 000 A, Funkenkammer hochgestellt.

Die bei der elektrischen Betätigung oder bei Überstromauslösung derartiger Selbstschalter plötzlich zu bewegenden großen Massen verursachen trotz sorgfältiger Abfederung so große Erschütterungen, daß ein Einbau in Schaltgerüste normaler Bauart nicht in Frage kommt. Die Schalter wurden daher von vornherein als freistehende Konstruktionseinheiten mit eigenen fahrbaren Gerüsten bzw. Sockeln ausgebildet. Die großen Energiemengen, die diese in nächster Nähe von großen Maschinen oder Transformatoren aufgestellten Apparate im Falle einer Abschaltung unter Kurzschluß zu unterbrechen haben, erfordern ferner besondere Maßnahmen bei der Ausbildung der Abreißstellen, um schädliches Schaltfeuer von den Hauptbürsten fernzuhalten. Schließlich müssen die mechanischen Teile, Antriebsgestänge, der Mechanismus der Freiauslösung usw. den großen Beanspruchungen entsprechend bemessen werden. Von den unter diesen Gesichtspunkten entwickelten Groß-Selbstschaltern stellt Abb. 1 einen Gleichstromschalter für 15 000 A, 600 V dar, der großen Anklang gefunden hat. Bei dem rd. 2 m hohen Apparat liegen die Abreißstellen in der oberen großen Funkenkammer in einem starken magnetischen Gebläse, räumlich von den Hauptbürsten getrennt. Die Unterbrechung erfolgt in fünf Stufen, so daß die Hauptbürsten vollkommen geschützt sind. Um schädliche Verluste im Schalter zu vermeiden, überbrücken die Hauptbürsten direkt die seitlich herausragenden Anschlußstücke, die einen sehr bequemen Anschluß der Leitungen gestatten.

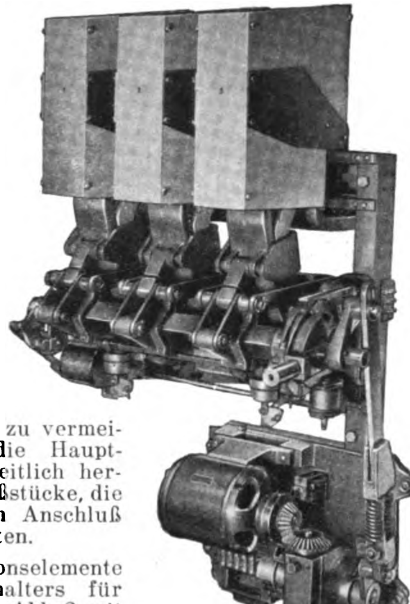


Abb. 2. Dreipoliger Überstromschalter Form EM mit motorischem Antrieb, 3000 A, 600 V.

Die Konstruktionselemente des dreipoligen Schalters für 3000 A, 750 V, der in Abb. 2 mit motorischem Antrieb gezeigt wird, wurden zum Aufbau mehrpoliger Groß-Selbstschalter benutzt, von denen in Abb. 3 eine zweipolige Ausführung für

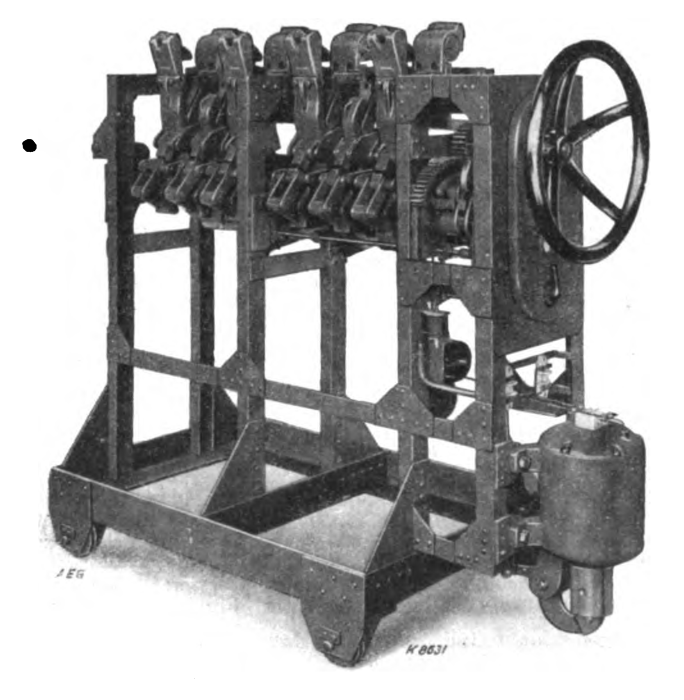


Abb. 3. Zweipoliger Groß-Selbstschalter 600 V, 7500 A/Pol (Funkenkammern abgenommen).



7500 A mit magnetischem Fernantrieb dargestellt ist. Die Konstruktion ist bis zum Bau von dreipoligen Apparaten für 9000 A geeignet, also für Kontakte zur Übertragung von im ganzen 27 000 A. Durch Parallelschaltung der Kontaktstücke können auch diese Selbstschalter als einpolige Schalter benutzt werden. Der Antriebsmechanismus und die Fernschaltmagnete befinden sich räumlich weit getrennt von den elektrischen Teilen in einem vorderen Ausbau des Schaltergerüstes. Die Schaltelemente sind auf mit Hartpapier umpreßten Stangen aufgereiht. Die Unterbrechung geschieht in großen Funkenkammern mit magnetischem Gebläse, in denen die Abreißkontakte schwingen. Durch eine besondere Formgebung der Abreißkontakte ist erreicht, daß ein Abschleudern durch dynamische Kräfte bei großen Stromstärken nicht eintreten kann. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein „selektives" Amperemeter. — Das von Weston hergestellte Instrument dient zur Messung von Wechselstrom (normalerweise zwischen 50 und 100 Hz) bei überlagertem Gleichstrom, auch dann, wenn dieser das Fünffache des ersteren beträgt. Der Wechselstrom wird mittels eines kleinen in das Instrument eingebauten Stromwandlers ausgesiebt. Der Stromwandler ist mit einem Luftspalt im magnetischen Kreis versehen worden, dessen Breite so eingestellt wird, daß der von dem größten Gleichstrom herrührende Kraftfluß noch unter dem Knie der Magnetisierungskurve bleibt. Um nicht zu viel Amperewindungen zu brauchen, mußte der Scheinwiderstand des Instruments klein gehalten werden, worüber die nachstehende Zahlentafel unterrichten soll. Das Instrument ist mit vier Meßbereichen (1, 2, 5, 10 A) versehen.

Meßbereich A	Wirkwiderstand Ω	Scheinwiderstand Ω
1	0,031	0,070
2	0,015	0,024
5	0,0062	0,0076
10	0,0042	0,0046

Bemerkenswert ist, daß die Abmessungen des Instruments recht klein gehalten werden können, nämlich 84 × 115 × 75 mm. Die Genauigkeit ist bei der Frequenz, für welche das Instrument geeicht wurde, mindestens 1 %, zwischen 50 und 100 Hz nicht geringer als 2 %. Ein Gleichstrom vom dreifachen Wert des höchsten Stromwertes in einem Meßbereich beeinflußt die Meßergebnisse nicht mehr als um ¾ %, der fünffache Gleichstrom nicht mehr als um 2 %. (Railway Signaling 1927, S. 357.) *A. Hg.*

Das Kriechgalvanometer. — Zur Messung von Elektrizitätsmengen und magnetischen Feldern wird im allgemeinen das ballistische Galvanometer benutzt. Für dasselbe sind in der Bewegungsgleichung des Galvanometers

$$K\ddot{\varphi} + p\dot{\varphi} + D\varphi = q\,i,$$

das Dämpfungsglied $p\dot{\varphi}$ und das rücktreibende Drehmoment $D\varphi$ zu vernachlässigen. Macht man anderseits das Dämpfungsglied so groß, daß das Trägheitsglied $K\ddot{\varphi}$ und das Drehmoment $D\varphi$ vernachlässigt werden können, so erhält man das Kriechgalvanometer, das als Fluxmeter zur Messung magnetischer Felder bereits Verwendung gefunden hat. Die Verwendbarkeit normaler Galvanometer und die Fehlerquellen untersucht H. Busch. Integration der Bewegungsgleichung unter Vernachlässigung der Glieder $K\ddot{\varphi}$ und $D\varphi$ ergibt $q\,Q = p\;(\varphi_1 - \varphi_0)$ oder, da $p = \frac{q^2}{R}$ (R = Gesamtwiderstand des Galvanometerkreises),

$$Q = \frac{q}{R}(\varphi_1 - \varphi_0)\,; \qquad U = \int E\,\mathrm{d}\,t = q\,(\varphi_1 - \varphi_0)\,.$$

Die Größe U, auf die es bei der Messung magnetischer Felder ankommt, ist also gleich der Ausschlagsänderung multipliziert mit der dynamischen Galvanometerkonstanten q und unabhängig von dem Schließungswiderstand des Galvanometers. Der Verfasser untersucht, wie groß die Dämpfung sein muß, damit die obigen Vernachlässigungen erlaubt sind, und findet, daß die Größe $k = \frac{p}{2\sqrt{DK}}$ größer als 15 sein muß, wenn der Fehler unter 1 %, größer als 30, wenn der Fehler kleiner als 2 ‰ sein soll. Die für die Größe des Fehlers entscheidende Größe k kann gefunden werden entweder durch Bestimmung der Zeitkonstante Θ, innerhalb deren der Ausschlag auf den e-ten Teil zurückgeht, oder durch Ermittelung des Grenzwiderstandes R_a, für welchen das Galvanometer sich im aperiodischen Grenzfall befindet. Im ersten Fall ist $k = \pi\,\frac{\Theta}{T_0}$ (T_0 = Schwingungsdauer des ungedämpften Galvanometers), im zweiten Fall $k = \frac{R_a}{R} - \frac{\frac{R_a}{R} - 1}{\sqrt{\frac{4\pi^2}{\lambda_0^2} + 1}}$ (λ_0 = log. Dekrement für eine volle Periode). Um die Dämpfung des offenen Galvanometers nicht berücksichtigen zu brauchen, empfiehlt sich die Unterbrechung des den Rahmen überbrückenden Widerstandes. Die Eichung des Instruments wird man im allgemeinen empirisch vornehmen, z. B. mittels eines Normals der gegenseitigen Induktion, sie kann aber auch absolut erfolgen. Ein Schaltbild für die Eichung zeigt Abb. 4. Die Widerstände

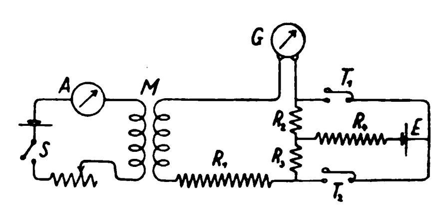


Abb. 4. Eichschaltung für ein Kriechgalvanometer.

$R_2 = R_3 = 0{,}5\,\Omega$ und $R_4 = 10\,000\,\Omega$ haben den Zweck, von der Akkumulatorenzelle E aus mittels der Tasten T_1 oder T_2 einen schwachen Strom durch das Galvanometer zu senden, um den Nullpunkt auf den gewünschten Wert einzustellen. Die Empfindlichkeit des Kriechgalvanometers ist bei magnetischen Messungen annähernd ebenso groß wie die des ballistischen. Seine Vorteile liegen in der Meßschnelligkeit und in der Unabhängigkeit des Ausschlages vom Widerstand des Galvanometerkreises. Für Kapazitätsmessungen ist die Empfindlichkeit etwa 20mal kleiner als die des ballistischen Galvanometers. Sein Vorteil liegt hier in der Verringerung des Rückstandsfehlers, durch den bei ballistischen Galvanometern die Kapazität unter Umständen mehrere hundert Prozent zu hoch gemessen wird. Beim Kriechgalvanometer macht sich die Rückstandsbildung dadurch bemerkbar, daß der Lichtzeiger zunächst eine schnelle ruckweise Bewegung ausführt und sich dann langsam weiterbewegt. Beide Bewegungen sind durch eine Art Haltepunkt getrennt, der sich bei nicht zu großem Rückstand ziemlich scharf beobachten läßt. (H. Busch, Z. Techn. Phys. Bd. 7, S. 361.) *Br.*

Beleuchtung.

Lichttechnische Gesellschaft Karlsruhe. — In der letzten Sitzung hielt der Direktor des Lichttechnischen Instituts an der T. H. Karlsruhe, Prof. Dr. Teichmüller, einen Vortrag: Ein Meßgerät und Meßverfahren zur Bestimmung des Reflexionsvermögens von Anstrichen und Tapeten.

Jeder kennt die Wirkung der Tapeten und des Anstriches an den Wänden und der Decke unserer Wohn-, Arbeits- oder auch Festräume: heller Anstrich und helle Tapeten machen den Raum freundlich, dunkle machen ihn düster oder auch lauschig und gemütlich, wie man es z. B. bei Eßzimmern oft wünscht. Wenige denken aber daran, daß die Bekleidung der Begrenzungsflächen eines Innenraumes, also der Wände, der Decke und sogar des Fußbodens, zur Beleuchtung des Raumes beiträgt. Das Licht nämlich, das durch die Fenster in den Raum strömt, oder das künstliche Licht, das von Lampen ausgestrahlt wird, trifft die ins Auge gefaßte Stelle des Raumes nicht nur mittelbar, sondern auch auf dem Umweg über die Begrenzungsflächen, an denen es ein- oder mehrmals reflektiert wird. Dieser durch Reflexion an Decke und Wänden gewonnene Anteil an der Beleuchtungstärke ist sehr groß; er kann sehr leicht gerade so groß werden, wie die vom direkten Lichte erzielte, so daß die endgültig erreichte Beleuchtungstärke verdoppelt wird; er kann aber sogar verdreifacht werden, wenn die Tapeten oder die Anstriche ein sehr großes Reflexionsvermögen besitzen.

Man erkennt hieraus die große Bedeutung, die das Reflexionsvermögen der Tapeten und Anstriche für die Be-

leuchtung der Innenräume hat; kann man doch einen Raum mit zuerst dunklen Wänden, den man mit elektrischen Glühlampen ausreichend beleuchtet hat, ebenso stark mit halb so großen oder halb so viel Lampen beleuchten, wenn man die Wände hell angestrichen oder tapeziert hat, und kann im günstigsten Falle sogar mit dem dritten Teil der Lampen auskommen oder ein Drittel so große nehmen.

Hiernach müßte man eigentlich annehmen, daß es üblich wäre, bei der Wahl von Tapeten oder Anstrichen nach deren Reflexionsvermögen zu fragen. Das ist aber bekanntlich nicht der Fall. Das liegt zum Teil an der Unkenntnis der Verhältnisse, zum Teil aber auch daran, daß es bisher kein Verfahren zur Messung des Reflexionsvermögens von Tapeten und Anstrichen gab. Zwar bietet uns die Photometrie Instrumente und Meßverfahren zur Messung des Reflexionsvermögens der Körperoberflächen; die sind aber einerseits so umständlich, daß sie für die schlichte Praxis nicht in Frage kommen, anderseits versagen sie vollständig, wenn die Oberflächen in Farbe und Körperhelligkeit nicht völlig einheitlich, sondern mit Mustern bemalt oder bedruckt sind, wie es bei Tapeten fast immer der Fall ist.

Der Vortragende hat nun ein Meßverfahren angegeben, das diese Mängel nicht hat und für die tägliche Praxis der Industrie geeignet ist. Ein würfelförmiger Kasten von 0,5 m Seitenlänge wird im Innern von einer an der oberen Seite in der Mitte angebrachten Glühlampe beleuchtet. In der Mitte einer der senkrechten Seiten ist ein Loch von 3 cm Durchmesser, ein sogenanntes Meßfenster, ausgeschnitten, in das der Tubus eines Beleuchtungsmessers so hineingeschoben wird, daß die Beleuchtungstärke an dieser Stelle der Wand gemessen werden kann. Diese Beleuchtungstärke wird nun bei gleichbleibendem Lichtstrom der Glühlampe verschieden sein, wenn die Innenwände des Kastens mit verschiedenen Tapeten oder Anstrichen ausgekleidet sind. Man kann also aus der gemessenen Beleuchtungstärke auf die Körperhelligkeit und damit das Reflexionsvermögen der Tapeten und Anstriche schließen.

Damit nun die Reflexionsvermögen in bestimmten Zahlen angegeben werden können, muß die Meßeinrichtung geeicht werden, das geschieht dadurch, daß die Innenwände des Kastens mit Flächen bekannten Reflexionsvermögens ausgekleidet und die dabei erzielten Beleuchtungstärken gemessen werden. Zu dieser Auskleidung empfehlen sich die Grautünchen O s t w a l d s, die in 10 Abstufungen verwendet werden. Sie umfaßten die Reflexionsvermögen von 81,5 %, also einem hellen Weiß, bis zu 2,3 %, also einem recht dunklen Schwarz, somit einen Bereich von solchem Umfange, daß man sicher sein kann, daß alle praktisch vorkommenden Tapeten und Anstriche in ihn hineinfallen. Die Messung der Beleuchtungstärken bei Anwendung der verschiedenen bekannten Grau der Grauleiter liefert die gewünschte Eichung, am bequemsten in Form einer Eichkurve. Die bei Auskleidung des Würfels mit einer unbekannten Tapete oder Anstrich gemessenen Beleuchtungstärken gestatten dann offenbar sofort die Angabe des Reflexionsvermögens dieser Tapete oder des Anstriches in bestimmten Zahlen. Bei allen Messungen war das auf das Meßfenster von der Glühlampe direkt ausgestrahlte Licht abgeblendet; es wurde also nur das durch Reflexion auf das Meßfenster gelangte gemessen.

Die Auskleidung aller sechs Würfelwände war nun ziemlich unbequem. Es wurde deshalb versucht, ob man nicht mit der Auskleidung einer einzigen Wand auskommen könnte. Ein sehr guter Erfolg wurde erzielt, wenn nur die dem Meßfenster gegenüberliegende Wand, die als Schiebetür ausgebildet war, mit dem zu untersuchenden Stoff, die anderen Wände aber mit schwarzem Samt ausgekleidet waren. Selbstverständlich mußte bei der Eichung in derselben Weise verfahren sein.

Der Vortragende führte eine große Anzahl von Tapeten und Anstrichen vor und gab dazu die nach dem neuen Verfahren gemessenen Reflexionsvermögen an. Die mitgeteilten Zahlen überraschten manchmal dadurch, daß sie von dem mit dem bloßen Auge gewonnenen Urteil stark abwichen. Die Messungen sind von Herrn Dipl.-Ing. F. Z i m m e r m a n n im Rahmen seiner Diplomarbeit am Lichttechnischen Institut der Technischen Hochschule ausgeführt worden. Bei der großen Bedeutung, die die Körperhelligkeit der Tapeten und Anstriche für die Beleuchtung der Innenräume hat, und der Sorgfalt, mit der heute Beleuchtungsprojekte ausgearbeitet werden, ist damit zu rechnen, daß künftig beim Einkauf von Tapeten oder der Wahl von Anstrichen nach dem Reflexionsvermögen gefragt werden wird. *Sb.*

Heizung.

Die Festpunktbelastung eines Axial-Metallschlauch-Kompensators. — Bei der Anlage großer Städteheiz- und Abwärmewerke muß der Längenänderung der Rohre infolge Temperaturschwankungen Beachtung geschenkt werden. Die üblichen Bogenausgleicher (Abb. 5), deren Festpunktbeanspruchung eine sehr geringe ist, sind in engen Straßen usw. oft schwer einzubauen. Für derartige Fälle baut die Metallschlauchfabrik Pforzheim Axialausgleicher aus Metallschlauch mit einem ganz neuen Wandungsprofil (Abb. 6). Die bedeutende Wellentiefe von 30 mm bedingt eine große Elastizität. Als Material ist blankgeglühter Bandstahl verwendet. Abb. 7 stellt einen Axialausgleicher von 400 mm lichtem Dmr. und 1 m Baulänge dar, der 50 mm Rohrausdehnung ausgleichen soll. Er ist also in die kalte Leitung um 25 mm ausgezogen einzubauen, so daß er sich bei der Erwärmung selbsttätig um 25 mm zusammenzieht und weitere 25 mm vom sich streckenden Rohr zusammengedrückt wird. Mit diesem Ausgleicher wurden von K. S c h m i d t, Dresden, Versuche zum Nachweis der Festpunktbelastung vorgenommen.

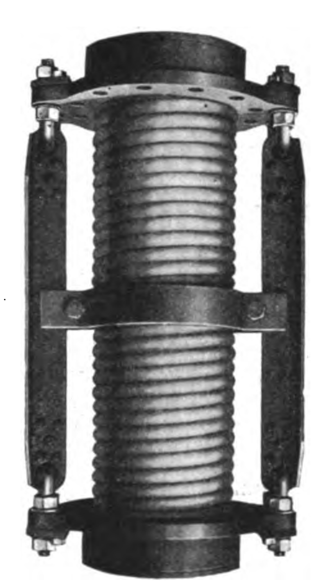


Abb. 5. Radialkompensator.

Abb. 6. Profil der Wellen des 400 mm-Axialkompensators.



Abb. 7. Axialausgleicher.

Die einfachste Art, die Festpunktbelastung festzustellen, ist die Beanspruchung mit Gewichten. Die Versuche haben ergeben, daß

1. zum Zusammendrücken eines Axial-Metallschlauchkompensators von 1000 mm Dmr. um 25 mm eine Last von . . . . 1920 kg
2. zum Auseinanderziehen eine Zugkraft von 1800 „

erforderlich sind; die Festpunkte müssen also einen Druck bzw. Zug von rd. 2000 kg aushalten. Nach Ausgleich durch etwa 5 Belastungen blieb die Länge des wieder entspannten Längenausgleichers bei etwa 65 kurzen Belastungen und einer Dauerbelastung von fast 17 h stets die gleiche. Der Ausgleicher federte also stets in die Anfangstellung zurück. Es wurde die Streckung bzw. Zusammenziehung bei verschiedenen Belastungen aufgenommen und in einer Kurve dargestellt, woraus sich dann folgende Zusammenstellung ergab.



1	2	3	4
Dehnung bzw. Streckung mm	Kompensator kann aufnehm. m/m	Ermittelte Belastung kg	In der Praxis ist zu rechnen mit kg
10	20	700	900
15	30	1050	1350
20	40	1500	2000
25	50	1950	2500

Es wird gut sein, auf die Werte der Spalte 3 einen mittleren Zuschlag von 30 % zu wählen. Verfasser empfiehlt daher, in der Praxis mit den Festpunktdrücken der Spalte 4 zu rechnen. Aber selbst wenn man diese Werte wählt, sind die Festpunktdrücke noch so mäßig, daß sie in den gemauerten Schächten und auch in den gewöhnlichen Betonkanälen erfahrungsgemäß aufgenommen werden können. (K. Schmidt, Gesundheits-Ing. 1927, H. 39, S. 730.) *Sb.*

Installation.

Stecker mit zwangsläufiger Festklemmung der Leitungsschnur. — Um die Selbstmontage von Steckern durch Laien zu unterbinden und die Verletzungsgefahren auf ein Minimum zu reduzieren, ist bei dem durch Abb. 8 dargestellten Stecker (D.R.P. angem.) eine selbsttätige Festklemmung der Leitungschnur vorgesehen in der Weise, daß die im hinteren Teil des Steckers eingebauten Klemmkonusse nicht entfernbar sind, weil die Abschlußmutter, die auch die einvulkanisierten Stifte trägt, durch nachträgliches Vulkanisieren mit dem Steckerkörper zu einem untrennbaren Stück vereinigt ist. Die zu weit durchgeschobene Leitungschnur kann wiederum nur durch ein Spezialwerkzeug in die richtige Lage zurückgeholt werden. Wenn es Laien gelingen würde, die in den Stiftmuttern liegenden Sprengringe zu entfernen und die Muttern zu lösen, so würden die Unbefugten bei dem Anschließen der Leitungschnur auf diese eben erwähnte Schwierigkeit stoßen und gezwungen sein, die begonnene Arbeit vom Fachmann ordnungsgemäß zu Ende führen zu lassen. Trotz seiner gediegenen Konstruktion und des besten Materials wird sich der in absehbarer Zeit auf den Markt kommende Stecker keinesfalls teurer stellen als die bereits auf dem Markt befindlichen. Interessenten wenden sich am besten an die herstellende Firma Gottschalck Elektro G. m. b. H., Berlin W 9. *fi*

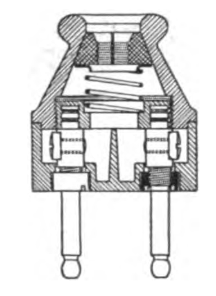


Abb. 8. Stecker mit Zugentlastung.

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Staatseisenbahn in Costa Rica. — Die Regierung von Costa Rica übertrug kürzlich der AEG die Elektrisierung des staatlichen Eisenbahnnetzes in einer Gesamtausdehnung von 129 km nach dem Einphasenwechselstromsystem, Fahrdrahtspannung 15 000 V, 20 Hz; der größte Höhenunterschied beträgt 1165 m, die Spurweite 1067 mm.

Die Wasserkraftanlage am Flusse Poas umfaßt: 1 Wehr von 15 m Höhe und 40 m Breite, 1 Hangkanal von 3,6 km Länge, 1 Rohrleitung von 130 m Länge und 1500 mm Dmr., 3 Turbinen je 2700 PS. Das Bruttogefälle beträgt 85,87 m, die Wassermenge 2,7 m³/s. Die drei direkt gekuppelten Generatoren leisten 2200 kVA bei 600 Umdr/min und 6600 V.

Die Schaltanlage mit vom Kraftwerk ferngesteuerten Apparaten und 3 Transformatoren, je 2200 kVA, 6600/16000 Volt, befindet sich in einem gesonderten Unterwerk.

Das Fahrleitungsnetz (Abb. 9) besteht aus drei selbständigen Abschnitten von 37, 41 und 51 km Länge, je durch eine Leitung gespeist. Die Rückleitung erfolgt durch die Schienen und eine Freileitung von Turrucares zum Kraftwerk.

Die Fahrleitung wird als Kettenfahrleitung gebaut. Der Querschnitt des Fahrdrahtes ist 80 mm², der des Bronzetragseiles 30 mm². Verankerungen der Leitung sind alle 1500 m vorgesehen, die Spannweite ist 75 m, bei Verwendung von eisernen Aufsetzmasten.

Zum Telephon- und Telegraphendienst wird längs der Strecke ein achtpaariges Kabel mit 1 mm² Leiterdurchmesser verlegt, pupinisiert in Abständen von 2 km. Der Bahntelephondienst erfolgt durch Einbau einer selbsttätigen Telephonwähleranlage mit 40 Apparaten, die zu vier in sich geschlossenen Wählergruppen geschaltet sind. Eine dieser Gruppen umfaßt mit 6 Apparaten die 116 km lange Hauptstrecke einschl. Abzweig zum Kraftwerk.

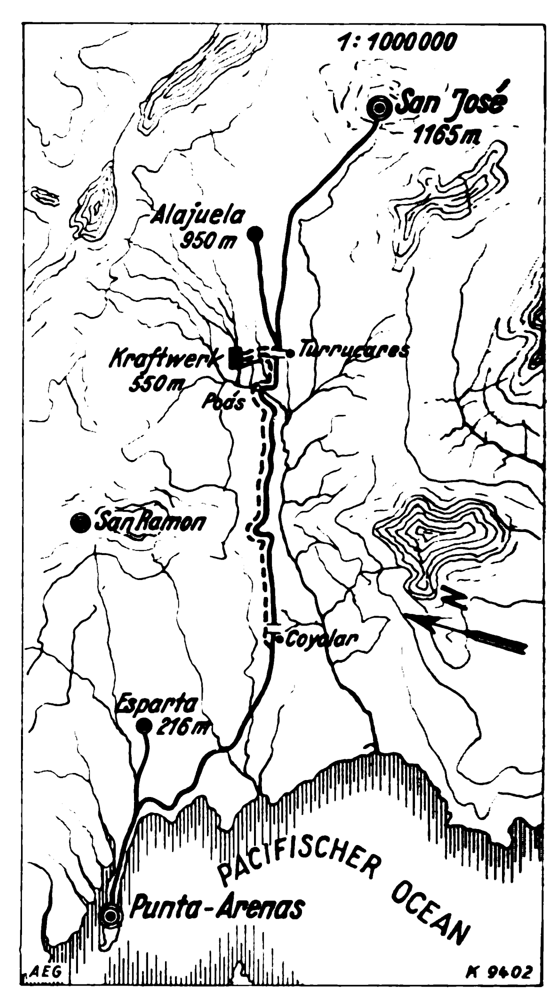


Abb. 9.

Die zu liefernden 8 Lokomotiven haben die Achsanordnung A-1-A + A-1-A, welche bei einem Gesamtgewicht von rd. 54 t und einem höchstzulässigen Achsdruck von 12 t einen Triebradachsdruck von 11 t und einen Laufradachsdruck von 5 t ergibt. Jede Lokomotive erhält 4 Motoren in Tatzlagerbauart mit einseitigem Antrieb, für je 115 kW dauernd, bei 675 Umdr/min, 25 km/h bzw. 145 kW während 1 h, max. 1350 Umdr/min, 50 km/h, ferner einen Leistungstransformator in Sparschaltung, 15 000 V, 460 kVA dauernd bzw. 710 kVA während 1 h. Die Lokomotiven sind mit Luftdruckbremsen System Westinghouse ausgestattet. Die Stromzuführung erfolgt durch 2 Scherenstromabnehmer.

Für den Verschiebedienst in den Endstationen werden zwei Akkumulatorenwagen geliefert mit zugehörigen Ladestationen. Die vorhandene Werkstatt in San José wird erweitert und für elektrischen Betrieb eingerichtet (Drehstrom 60 Hz).

Als Überspannungschutz sind vier Bendmann-Apparate vorgesehen. v. Meyern.

Der Stand der elektrischen Zugförderung in den V. S. Amerika im Jahre 1926. — Bekanntlich ist der Entschluß der verantwortlichen französischen Stellen, die Elektrisierung der Vollbahnen mit hochgespanntem Gleichstrom vorzunehmen, sehr stark durch die Ergebnisse der Studienreisen beeinflußt worden, die französische Ingenieure kurz nach dem Kriege in den Vereinigten Staaten durchgeführt haben. Einige der damals besonders Beteiligten, die Ingenieure Japiot und Ferrand der Paris—Lyon—Mediterranée-Bahn, haben nun im Jahre 1926 eine neue Reise nach dem „gelobten Land" angetreten und veröffentlichen ihre Eindrücke über die neueste Entwicklung des elektrischen Bahnwesens in Amerika[1].

[1] Génie civil Bd. 91, S. 621.

Die wichtigste Elektrisierung der letzten Jahre ist die der Virginian Railway, für die man unter Zugrundelegung der Erfahrungen der Norfolk and Western Railway das Einphasen-Drehstromsystem angewendet hat (einphasige Fahrleitung, Umformung in Drehstrom auf der Lokomotive). Für die in beiden Fällen vorliegenden Verhältnisse, außergewöhnlich hohe Zugsgewichte (Kohlenzüge) und starke Gefälle, die elektrische Nutzbremsung wünschenswert machten, bietet dieses System auf der Hand liegende Vorteile.

Auf ähnlichen Erwägungen beruht die Wahl eines gemischten Systems, Einphasen-Fahrleitung und Umformung auf der Lokomotive in Gleichstrom, für die bekannte Fordsche Detroit, Toledo and Ironton Railroad[2]. Dasselbe System ist auf einigen neuen Lokomotiven der New York, New Haven and Hartford Railroad zur Anwendung gelangt und soll auch für die Erweiterung der Elektrisierung der Great Northern Railway (Cascade-Tunnel) benutzt werden.

Der reine Einphasenstrom kam zur Anwendung für Triebwagen im Vorortverkehr von Philadelphia, für eine neue Zweiglinie der New York, New Haven and Hartford-Railroad und für einige Lokomotiven der Stammlinie dieser Gesellschaft. Außerdem beabsichtigt die Pennsylvania-Bahn, der auch die erwähnten Vorortlinien von Philadelphia gehören, die Hauptlinie New York—Washington mit Einphasenstrom auszurüsten.

Mit hochgespanntem Gleichstrom wurde seit 1920 nur eine einzige Bahn ausgerüstet, nämlich die dem System der Illinois Central Railway angehörenden Vorortlinien von Chicago (1500 V Gleichstrom). Diese Elektrisierung, nach der der Virginian Railway die bedeutendste in den Berichtsjahren, soll auf größere Entfernung von Chicago ausgedehnt werden.

Gleichstrom niedriger Spannung wurde verschiedentlich für die Elektrisierung von Stadt- und Vorortlinien zur Anwendung gebracht; die wichtigste derartige Anlage sind die Staten Island-Linien bei New York[3].

Die selbsttätigen Unterwerke erstrecken ihre Domäne nun auch auf den Hauptbahnbetrieb. So hat die New York Centralbahn in den letzten Jahren mehrere derartige Unterwerke in Betrieb genommen.

Die Berichter fassen ihre Eindrücke dahin zusammen, daß der Drehstrom praktisch verschwunden ist und daß der hochgespannte Gleichstrom keine großen Fortschritte gemacht hat, so daß die amerikanische Elektrisierung der letzten Jahre hauptsächlich im Zeichen der einphasigen Stromzuführung steht, wobei dessen Abarten mit Umformerlokomotiven besonderes Interesse entgegengebracht wird. Die Länge der Strecken, ihr teilweise gebirgiger Charakter und vor allem die enormen Zuggewichte (zur Beförderung eines Zuges ist auf Norfolk and Western eine Maschinenleistung von 8000 PS, auf der Great Northern eine solche von 8600 PS und auf der Virginian sogar 12 000 PS erforderlich) erfordern eben einerseits robuste Maschinen, anderseits Energietransporte von solchem Umfang, daß sie nur mit den höchsten Fahrleitungsspannungen (die Amerikaner verwenden nun in steigendem Maße 22 000 V anstatt 11 000 V) bewältigt werden können. Neben den neuen gemischten Systemen erhält sich übrigens auch das reine Einphasensystem wie das Beispiel der Pennsylvania und der New York, New Haven and Hartford beweist.

Die Berichter folgern, daß Amerika heute vermutlich das Einphasensystem mit 25 Hz in reiner oder gemischter Form als Einheitsystem wählen würde, falls eine Vereinheitlichung überhaupt in Frage käme, was aber nach Ansicht der Verfasser nicht der Fall ist.

Irgendwelche Schlüsse für andere Länder daraus zu ziehen, beispielsweise die früher gefaßte französische Entscheidung für den hochgespannten Gleichstrom zu tadeln, wäre nach Ansicht der Berichter völlig abwegig. Für die in Frankreich vorliegenden Verhältnisse sei die damals getroffene Wahl auch nach dem heutigen Stand der Technik richtig, wie durch den guten Erfolg der bis jetzt durchgeführten französischen Elektrisierungen bewiesen werde. (Génie civil Bd. 91, S. 621.). *G. H.*

Bergbau und Hütte.

Die Turmförderanlage auf Deutschlandschacht. — Die Gewerkschaft Deutschland sah sich im Rahmen der Entwicklung ihrer Betriebsanlagen vor die Aufgabe gestellt, die vorhandene Dampffördermaschine durch eine

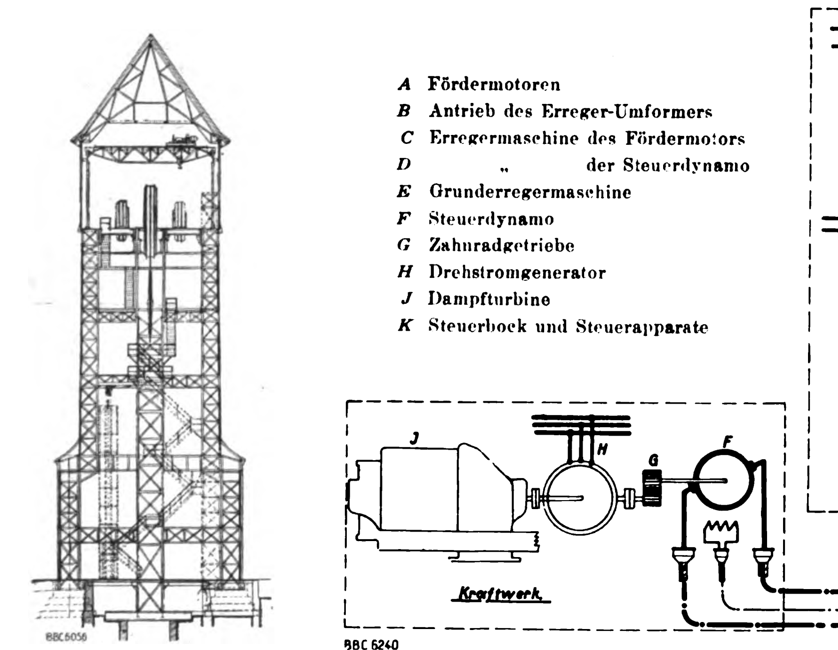


Abb. 10. Förderturm mit eingebauter Fördermaschine.

Abb. 11. Schaltbild einer Turmförderanlage.

Die Hauptbahnelektrisierung zeigt sich in den V. S. Amerika in bezug auf die Systemfrage buntscheckiger denn je. Jede der großen Privatbahnen verwendet das System, das den Bedürfnissen ihres besonderen Transportproblems am besten gerecht wird, ganz ohne Rücksicht auf andere Bahnen. Nach Ansicht der Berichter deutet nichts darauf hin, daß dieser Zustand der mangelnden Rationalisierung sich in absehbarer Zeit ändern werde.

elektrisch betriebene zu ersetzen und gleichzeitig das in der Nähe des Schachtes liegende Kraftwerk umzubauen bzw. durch Beschaffung eines Turbinensatzes zu erweitern. Da das Gelände um die Schachtscheibe herum für die Errichtung eines neuen Maschinenhauses nicht günstig war, und da die alte Anlage bis zum Übergang des Betriebes auf die neue förderfähig erhalten werden mußte, entstand der in Abb. 10 abgebildete Förderturm, auf welchem die beiden Gleichstromfördermotoren von 1100/1800 kW und ein Hilfsmaschinensatz untergebracht sind. Ein Leonhard-Umformer ist bei dem von der Firma

[2] ETZ 1925, S. 1154.
[3] ETZ 1927, S. 725.



Brown, Boveri & Cie. verwandten System nicht erforderlich, da die Steuerdynamo unmittelbar von einer im Kraftwerk aufgestellten Dampfturbine angetrieben wird. Die Welle der Treibscheibe liegt 33 m, diejenige der Ablenkscheibe 28,5 m über der Rasenhängebank; die Gesamthöhe des Turmes beträgt 53,1 m. Die Förderleistung der Anlage beträgt mit normaler Nutzlast 178,5 t/h, die normale Nutzlast eines Zuges 6240 kg, die Fördergeschwindigkeit 16 m/s. Die beiden Fördermotoren sind hintereinander geschaltet (Abb. 11), und im Bedarfsfalle kann jeder Motor nach Betätigung einer Umschaltvorrichtung allein eine entsprechend verringerte Nutzlast fördern. Die gesamte Erregung für die Gleichstrommaschinen liefert ein besonderer Erregerumformer, der außer dem Antriebsmotor drei Erregermaschinen umfaßt. Fördermotor und Steuerdynamo haben, wie aus der Abb. 11 hervorgeht, getrennte Erregermaschinen, die im Nebenschluß gesteuert werden. Die Trennung der Erregerkreise gestattet, auf jede der Gleichstrommaschinen einzuwirken, ohne die anderen zu stören, was die Einführung der Kompoundierung der Steuerdynamo zum Zwecke der Eindeutigkeits-Steuerung und die Feldabschaltung (nicht nur Feldschwächung) der Fördermotoren mit Schnellerregung beim Wiedereinschalten ermöglicht. Während die Fördermaschine mit ihren Steuer-, Schalt- und Sicherheitseinrichtungen auf der obersten Bühne untergebracht ist (Abb. 12), befinden sich auf der darunter liegenden Leitscheibenbühne Hilfseinrichtungen, wie Druckluftanlage, Motorlüfter und Kabelumschaltschrank. Der Steuerbock ist als sogenannter Einhebelsteuerbock ausgebildet, ein besonderer Bremsbock oder Bremshebel ist nicht erforderlich. Die zum Betrieb der Fördermaschine dienende Förderturbine besteht aus einer Dampfturbine für 3000 Umdr/min und zwei Generatoren: einem Drehstromgenerator für die Versorgung des Grubennetzes, der die Grundbelastung des Maschinensatzes darstellt und einem Gleichstromgenerator, der als Steuerdynamo ausschließlich die Fördermotoren speist. Der letztere wird durch ein Schraubenvorgelege angetrieben und läuft mit 600 Umdr/min.

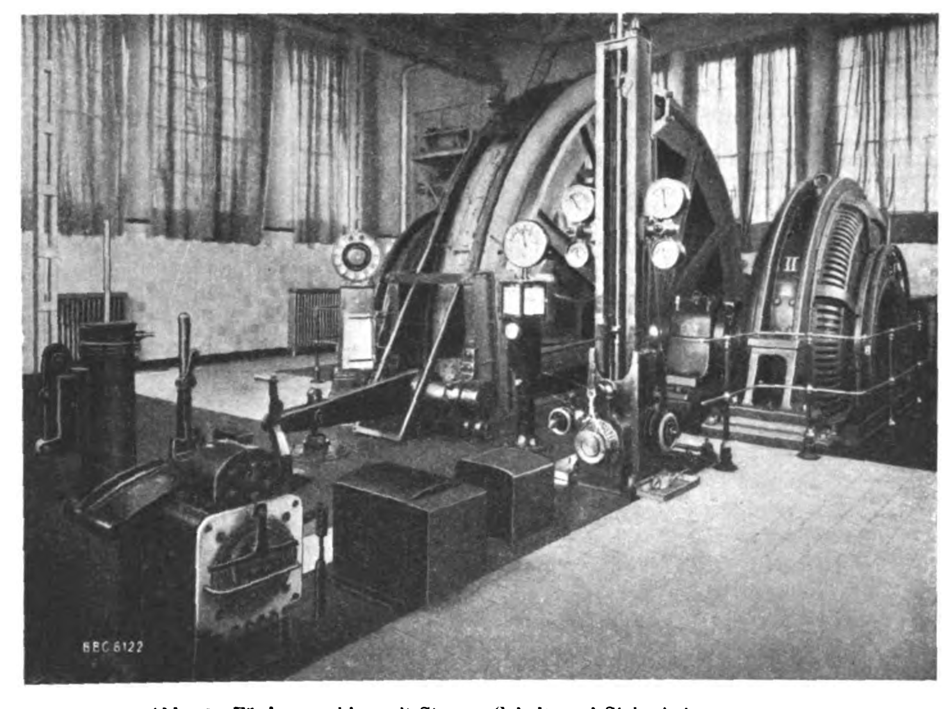


Abb. 12. Fördermaschine mit Steuer-, Schalt- und Sicherheitsapparaten.

Die Grundbelastung der Turbine braucht nicht höher als etwa 200 kW zu sein, doch ist für den Fall, daß die Grundbelastung plötzlich ausfällt, während die Fördermaschine gerade Bremsenergie zurückgibt, die Turbine gegen unzulässige Drehzahlerhöhung dadurch gesichert, daß der Drehstromgenerator bei Überschreitung der synchronen Drehzahl selbsttätig auf einen Wasserwiderstand geschaltet wird, der etwa 250 kW dauernd vernichten kann. Sollte auch diese Einrichtung versagen, so fällt bei weiterer Drehzahlsteigerung der Turbine die Sicherheitsbremse der Fördermaschine ein. Bei dem beschriebenen System bleibt das Drehstromnetz von den Stößen des Förderbetriebes unberührt, diese werden vielmehr unmittelbar auf die Dampfturbine übertragen, die durch ihre schnellfolgende, gestängelose Ölsteuerung einen merklichen Drehzahlabfall nicht eintreten läßt. Damit ist auf das Einfachste die Frage der Pufferung gelöst, die sonst unbequem gewesen wäre, da man einen Schwungradumformer nur schwer im Förderturm hätte unterbringen können. Die Anlage wurde Ende Januar 1925 dem Betriebe übergeben.

Bei Ausfall der Förderturbine braucht der Förderbetrieb nicht still zu liegen, denn es läßt sich mit geringen Mitteln ein Betrieb der Fördermaschine vom Drehstromnetz aus einrichten. Man benutzt ganz einfach den elektrischen Teil der Förderturbogruppe, bestehend aus Synchrongenerator und Steuerdynamo, als Synchron-Motorgenerator, wodurch selbst für längere Zeit der volle Förderbetrieb ohne Hilfe des Dampfteiles der Turbine durchgeführt werden kann. Das System ist mit Vorteil zu verwenden für Schächte, die nicht mehr als 300 bis 400 m von ihrem Kraftwerk entfernt liegen. (BBC-Mitt. Mannh. 1927, S. 42.) *Ka.*

Elektrische Antriebe.

Elektrisch betriebene Glockenläutewerke. — Bei der großen Ausdehnung der Elektrizitätsversorgung in den letzten Jahren macht sich immer mehr das Bedürfnis geltend, die Kirchenglocken, vornehmlich die schweren, auf maschinellem Wege zu läuten. Die Beschaffung der Hilfskräfte für das Läuten von Hand ist vielfach sehr schwierig geworden, und die Ausgaben hierfür belasten mitunter ganz empfindlich die Kirchenverwaltungen. So geht Erfindung und Anwendung von Läutewerken bis auf das Jahr 1898 zurück. Seitdem sind die für derartige Einrichtungen in Frage kommenden Maschinen mehrfach umgestaltet und verbessert worden. Abb. 13 stellt eine Ausführung (D.R.P.) der Firma Baugesellschaft für elektr. Anlagen Gebrüder Wiebel m. b. H., Fabrik elektr. Maschinen u. Apparate, M.-Gladbach, dar, wobei auf die elektrische Umsteuerung verzichtet ist und bei gleichbleibender Drehrichtung des Motors die Richtung der auf die Glocke übertragenen Kraft auf mechanischem Wege geändert wird.



Abb. 13. Elektrischer Glockenantrieb.

Ein auf der Motorwelle aufgezogenes Rohhautritzel greift in zwei sich gegenüberliegende Kegelräder ein, die auf der horizontal angeordneten Glockenantriebsachse lose aufsitzen. Zwischen den auf der Innenseite der Kegelräder angebrachten Lederringen sind zwei verschiebbare Reibungsscheiben angebracht, die durch eine Kuppelungsgabel ein wechselseitiges Anpressen an diese beiden Kegelräder bewirken, das dem Vorwärts- und Rückwärtsschwingen der Glocken entspricht. Um nun einen Ausgleich für die auftretenden Anzugsmomente vom Anläuten bis zur Erreichung des erforderlichen Schwingungswinkels der Glocken zu erhalten, ist eine besondere Steuervorrichtung vorgesehen, deren Betätigung durch zwei Satz Schneckenräder erfolgt. Eines dieser Schneckengetriebe erhält eine gleichbleibende Drehrichtung, da es mit einem der beiden Kegelräder gekuppelt ist. Auf der vertikalen mit Reibungskuppelung versehenen Schnecken-

radwelle ist ein Steuerzahnrad montiert, das in ein Stirnrad mit exzentrischem Kurbelzapfen eingreift. Eine Steuerstange als Verbindungsstück zwischen Kurbelzapfen und Kuppelungsgabel bewirkt mittels einer besonderen Reibungskuppelung das Verschieben der Friktionscheiben zwischen den Kegelrädern. Das andere Schneckengetriebe, das mit der Glockenantriebsachse starr verbunden ist, also die wechselseitige Drehrichtung mitmacht, hat auf der vertikalen Schneckenradwelle eine Sperrklinke, welche die Steuerräder bei jedem Glockenimpuls so lange hemmt, bis die Glocke den vorgeschriebenen Schwingungswinkel erreicht hat.

Durch diese Gesamtanordnung ist der Anzug der Glocken zweiseitig und elastisch, was für die Schonung der Glocke, des Motors sowie der Antriebsteile von Bedeutung ist. Das freie Ausschwingen gewährleistet ruhigen Gang mit vollem gleichmäßigen Klöppelanschlag an beiden Seiten des Glockenrandes und somit günstigste Tonentfaltung und Klangfülle. Als Antrieb der Läutemaschinen ist jeder normale Elektromotor (rd. 1500 Umdr/min) verwendbar. Der Kraftbedarf beträgt je nach Art und Beschaffenheit der Glockenlagerung etwa 100 ÷ 200 W/t Glockengewicht. Die geschlossene Bauart der Läutemaschine bietet Schutz gegen äußere Einflüsse. Ihre Anwendung ist unbegrenzt. In der Regel werden die Läutemaschinen unmittelbar unter den anzutreibenden Glocken aufgestellt. Die Kraftübertragung erfolgt durch Gelenkkette verbunden mit Drahtseil, wovon erstere über das Kettenrad der Läutemaschine und letzteres über das Seilsegment am Glockenjoch geführt ist. Die Einschaltung des Motors kann durch einen einfachen Ausschalter von jeder beliebigen Stelle aus erfolgen. Die für diesen Zweck anzubringende Betriebschalttafel weist für jede Glocke einen besonderen Schalter auf; es können daher die Glocken beliebig einzeln, in Gruppen oder alle zusammen geläutet werden. *fi*

Fernmeldetechnik.

Die Entwicklung der Anschlußkabel. — M. Senger berichtet über die Entwicklung der Anschlußkabel bei der Deutschen Reichspost. Maßgebend für die Entwicklung ist in erster Linie die Wirtschaftlichkeit gewesen. Die Kabel sollten verbilligt werden, ohne daß die Anforderungen an ihre Güte herabgesetzt werden. Man hat dies in der Hauptsache dadurch erreicht, daß die Durchmesser der Kabel verringert worden sind. Bleimäntel von kleinerem Durchmesser erfordern an sich schon weniger Blei. Außerdem konnten nach den VDE-Normen oft die dünneren Bleimäntel verwendet werden, weil die Normen für dünnere Kabel dünnere Bleimantelstärken vorschreiben. Schließlich ließen sich infolge Verringerung des Durchmessers auch mehr Adern in den Röhrenkabeln des höchst zulässigen Querschnitts unterbringen. Die Herabsetzung des Durchmessers ist auf verschiedenen Wegen erreicht worden. Zunächst ist die Beschränkung des Durchmessers nach unten in den Lieferungsbedingungen gefallen, und die der Preisberechnung zugrunde gelegten Durchmesser sind verringert worden. Blieb ein Lieferwerk noch unter diesen Durchmessern, so hatte es zunächst einen Vorteil, bis die Durchmesser von neuem herabgesetzt wurden, was in bestimmten Zeitabständen geschah. Eine erhebliche Verringerung der Durchmesser wurde durch die Einführung der Sternverseilung unter gleichzeitigem Fortfall der Kapazitätsbegrenzung der Einzeladern gegen Erde ermöglicht. Die gegenseitige Kapazität der *a*- und *b*-Adern ist bei Sternverseilung viel geringer als bei Paarverseilung. Die Adern konnten daher fester mit Papier umsponnen und fester miteinander verseilt werden. Weiter wird man den Durchmesser der Kabel voraussichtlich noch durch Einführung der einfachen Papierisolation (mit 50 % Überlappung) an Stelle der Papierisolation in zwei Lagen mit entgegengesetzter Wickelung verringern.

Eine weitere Herabsetzung der Kosten ließ sich bei Erdkabeln dadurch erreichen, daß in Straßen, in denen selten Erdarbeiten stattfinden und in Gegenden, in denen keine Irrströme auftreten und keine chemischen Bestandteile (z. B. kohlensaurer Kalk) den Bleimantel gefährden, die Bewehrung fortgelassen wird.

Ersparnisse wurden auch dadurch erzielt, daß nicht nur die vielpaarigen, sondern sämtliche Kabel bis zu einer Entfernung von 2 km vom Vermittelungsamt aus mit 0,6 mm starken Leitern an Stelle von 0,8 mm starken Leitern hergestellt werden.

Um im ganzen Reichspostgebiet eine einheitliche Kennzeichnung der Adern durchzuführen, wurde für die *a*-Adern weiße (naturfarbene) und die *b*-Adern blaue Papierfärbung vorgeschrieben (Zähladernpaare weiß-rot). Bei den sternverseilten Kabeln erhält zur Vermeidung von Verwechselungen bei Verbindungen mit paarverseilten Kabeln das erste Adernpaar jedes Sternes die Farben weiß-blau, das zweite dieselben Farben mit schwarzen Querstreifen.

An Stelle der Mäntel aus reinem Blei wurden Legierungen mit Zinn (1 %), Antimon (0,5 bis 1,0 %) und Cadmium (0,5 %) erprobt. Zinnzusatz von 1 % ist für Luftkabel noch nicht ausreichend. Der Antimonzusatz bereitet noch gewisse Fabrikationschwierigkeiten. Bei Cadmium ist noch die Beschaffungsfrage ungeklärt.

Im übrigen befaßt sich der Aufsatz noch mit dem Aufbau und der Tränkungsmasse der Papierbaumwollkabel für Einführungszwecke, der Festsetzung der Höchstlängen für den Drall der Vierer und Lagen und den Bestimmungen über das Übersprechen. (M. Senger, Tel. u. Fernspr. Techn. Bd. 16, S. 318.) *Sb.*

Verschiedenes.

Neues Forschungsinstitut der AEG. — Die AEG hat ihre Forschungsarbeiten auf den verschiedenen sie interessierenden Gebieten der Naturwissenschaften in einem besonderen Forschungsinstitut vereinigt, das sich mit wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiet der reinen Physik, Elektrotechnik, u. a. Elektroakustik, Metallurgie und Chemie beschäftigen wird. Als Direktor des Forschungsinstitutes wurde der Ordinarius für Experimentalphysik und Direktor des Physikalischen Institutes der Technischen Hochschule Danzig, Professor Dr. C. Ramsauer, gewonnen.

Professor C. Ramsauer hat früher in marinetechnischen Diensten gestanden und ist während des Krieges durch seine erfolgreichen Arbeiten auf dem Gebiete der Flugabwehr bekannt geworden. Wissenschaftlich ist er ein Schüler P. Lenards in Heidelberg. Seine physikalischen Arbeiten liegen auf den Gebieten der Mechanik und Hydromechanik einerseits und der Elektrooptik und Atomphysik anderseits. Seine Untersuchungen über den Wirkungsquerschnitt der Atome und Moleküle gegenüber langsamen Elektronen brachten eine völlige experimentelle Überraschung und bilden z. Z. noch eines der schwierigsten Probleme der heutigen theoretischen Physik.

Inversion ebener Vektoren mit dem Rechenschieber. — Die meisten Unvollkommenheiten, welche dem Gebrauch des Rechenschiebers für Vektorrechnung anhaften, rühren vom Gebrauch des Vektorwinkels φ her. Die Ablesung des Winkels erfordert wegen der bei allen Rechenschiebern gebrauchten Unterteilung der Grade in Minuten nicht nur besondere Aufmerksamkeit, sondern es kommt noch hinzu, daß man sich überlegen muß, ob man den Winkel selbst oder sein Komplement abliest. Nun gibt es eine ganze Reihe von Fällen, wo man ohne diesen Winkel auskommen kann, und hier ist der Rechenschieber besonders am Platze. Die Mehrzahl der Vektorrechnungen in der Berechnungspraxis läßt sich ja durch ein Verfahren von abwechselnder Inversion und Addition ausführen, und hier braucht man nicht den Winkel φ, sondern nur den Betrag r des Vektors zu kennen. Die Komponenten a' und b' des inversen Vektors $V' = \frac{1}{V}$ bestimmt man hier mit dem Rechenschieber aus den Komponenten a und b des Vektors V durch

$$a' = \frac{a}{r^2}, \qquad b' = -\frac{b}{r^2}.$$

Die hierzu erforderlichen Handgriffe lassen sich bequem an die zur Bestimmung von r nach dem Verfahren von Fenyö[1] dienenden anreihen.

Wenn die kleinere Komponente kleiner als ein Zehntel der größeren ist, lassen sich a' und b' durch eine einzige Zungeneinstellung bestimmen. Es ist also praktisch, diesen Fall in der Berechnungsvorschrift getrennt zu behandeln. Man umgeht dadurch gleichzeitig den von Fenyö erwähnten Nachteil, daß man bei der Bestimmung von $n + 1$ aus n mitten in der Rechnung die Stellenzahl von n zu ermitteln hat. Das nachstehend beschriebene Verfahren führt schnell und, was noch wichtiger ist, sehr sicher zum Ziel. Erfahrungsgemäß sind Rechenfehler dabei so gut wie ausgeschlossen. Man benutzt die Vorderseite des normalen Rechenschiebers, welche auf der Zunge und auf dem Stab oben die quadratische und unten die gewöhnliche Skala trägt.

[1] Vgl. L. Fenyö, ETZ 1927, S. 1075 u. 1749; ferner J. Wallot, ETZ 1927, S. 1748.

Das Verfahren ergibt neben a' und b' auch r und r'. Obwohl nicht notwendig, ist es jedoch mit Rücksicht auf die bessere Anschaulichkeit zu empfehlen, auch die beiden letzten Zahlen (r und r') zu notieren, um so mehr, als die Stelle des Kommas in a' und b' sich dann ganz zwanglos ergibt. Bei der folgenden Berechnungsvorschrift ist der Absolutwert der größten der Komponenten a und b durch g, der der kleinsten durch k angedeutet. Es ist also

$$g' = \frac{g}{r^2}, \quad k' = \frac{k}{r^2}, \quad r = \sqrt{g^2 + k^2}, \quad r' = \sqrt{r'^2 + k'^2}$$

$$r' = \frac{1}{r}.$$

Zur Bestimmung der Zahlen k', g', r' und r aus k und g handle man nach folgender Berechnungsvorschrift, bei der die Zahlenwerte eines Rechenbeispieles in Klammern hinter die Buchstaben geschrieben sind.

I. Berechnungsvorschrift für $k > 0{,}1\,g$.

Man schreibt die Zahlen am besten in folgender Aufstellung:

$$\begin{matrix} a & b & r \\ a' & b' & r'. \end{matrix}$$

Vorläufig sind nur a und b bekannt, die Plätze für r, r', a', b' sind noch leer.

Einstellung der gegebenen Zahlen k und g.

Stelle den Läufer über k (= 3,1) auf der unteren Stabskala; bringe damit g (= 8,5) auf der unteren Zungenskala zur Deckung.

Erste Zungenverschiebung: Die quadratische Zungenskala hat als Hauptteilung eine Hundertteilung für die ganzen Zahlen 1 ÷ 100, deren Striche rechts eng zusammen, links weit auseinander liegen. Die Vorschrift für die erste Zungenverschiebung lautet nun: Stelle den (linken oder rechten) Endstrich der oberen Stabskala relativ zum anliegenden Punkt der Zunge um einen vollen Skalenteil der Hundertteilung nach rechts (im Beispiel also von 7,51 auf 8,51).

Zweite Zungenverschiebung: Der Läufer steht noch immer über k (= 3,1) auf der unteren Stabskala. Stelle den vom Läufer angezeigten Teilstrich r (= 9,05) der unteren Zungenskala jetzt über den (linken oder rechten) Endstrich der unteren Stabskala.

Ablesung der gesuchten Zahlen $r, r', g' k'$.

1. Notiere zuerst die Zahl r (= 9,05), die sich über dem Endstrich der unteren Stabskala befindet. Man braucht diese Zahl nicht noch einmal abzulesen, weil man sie gerade beim Verschieben des betreffenden Teilstriches abgelesen hat. r ist etwas größer als g ($g < r < g\sqrt{2}$), man kennt also die Stelle des Kommas.

2. Notiere jetzt die Zahl r' (= 0,1103), welche auf der unteren Stabskala unter dem Zungenendstrich abzulesen ist. Man kennt die Stelle des Kommas, weil $r' = \frac{1}{r}$ ist (bzw. $r' = \frac{10^m}{r}$, wenn man bequemlichkeitshalber alle inversen Vektoren im vergrößerten Maßstab notiert).

3. Notiere die Zahl g' (= 0,104), welche an der oberen Stabskala über g (= 8,5) auf der oberen Zungenskala abzulesen ist. g' ist etwas kleiner als r', man kennt also die Stelle des Kommas.

4. Notiere die Zahl k' (= 0,378), welche an der oberen Stabskala über k (= 3,1) abzulesen ist. Man kennt die Stelle des Kommas, weil $k' : g'$ gleich $k : g$ ist.

Man beachte, daß bei der dritten Zungenstellung der Stab die Zahlen für den inversen Vektor (k', g', r'), die Zunge dagegen die Zahlen für den Vektor selbst trägt (k, g, r). Auf den oberen Skalen stehen die gesuchten Komponenten über den gegebenen, während auf den unteren Skalen r und r' sich gegenüber den Endstrichen befinden.

II. Berechnungsvorschrift für $k < 0{,}1\,g$.

Mit einem vernachlässigbaren Fehler (Fehler < ½ %) läßt sich hier setzen $r = g$ und $r' = g'$. Man kann deshalb die beiden Zungenverschiebungen übergehen und die Zunge direkt in die Ablesestellung bringen.

Die Vorschrift lautet also:

1. Schreibe an der Stelle für r die Zahl g ein.
2. Stelle auf der unteren Skala $\frac{1}{r}$ ein und notiere $r'\left(= \frac{1}{r}\right)$
3. Schreibe an der Stelle für g' die Zahl r' ein.
4. Lese wie üblich k' an der oberen Stabskala über k auf der oberen Zungenskala ab. Die Stelle des Kommas folgt aus $k' : g' = k : g$.

Bei der Beurteilung der obigen Berechnungsvorschrift ist zu berücksichtigen, daß das Einstellen der Daten und das Ablesen des Resultates bei jedem Verfahren notwendig ist. Die eigentliche Verarbeitung der Zahlen beschränkt sich also auf zwei Zungenverschiebungen, nämlich

a) die Verschiebung der Zunge um einen Skalenteil,
b) die Verschiebung eines vom Läufer angezeigten Teilstriches, bis letzterer über dem Endstrich steht.

Beispiel: Die besonderen Vorzüge dieses Verfahrens, bei dem r in der von Fenyö angegebenen Weise bestimmt wird, für praktische Berechnungen sieht man am klarsten bei der Ausarbeitung eines Beispieles aus der Praxis. Hierzu ist gewählt die Berechnung der Anlaufkurven (Drehmoment und Strom in Abhängigkeit der Drehzahl) der Kaskadenschaltung eines Schleifring-Asynchronmotors mit einem Doppelkäfigmotor. Die Ersatzschaltung ist in Abb. 14 dargestellt; die Zahlenwerte der eingeschriebenen Impedanzen sind (in einem gewissen Maßstab):

$$z_1 = 2{,}39 + j\,.\,8{,}79; \qquad z_{m1} = j\,.\,86{,}8,$$

$$z_2 = \frac{11{,}66}{\beta + \alpha s} + j\,.\,22{,}18; \qquad z_{m2} = j\,.\,192,$$

$$z_3 = \frac{10{,}6}{s} + j\,.\,57{,}3; \qquad \alpha = \frac{p_1}{p_1 + p_2} = \frac{1}{7},$$

$$z_4 = \frac{21{,}42}{s} + j\,.\,11{,}5; \qquad \beta = \frac{p_2}{p_1 + p_2} = \frac{6}{7}.$$

s bedeutet die Schlüpfung, D_1 das Drehmoment des Vordermotors in Kaskadenschaltung, D_2 das des Hintermotors in Kaskadenschaltung, Dn das Nenndrehmoment

$s =$	0			0,1			0,2			0,5			1,0		
$\beta + \alpha s$	0,856			0,871			0,885			0,929			1,00		
z_4	—	—	—	214,2	11,5	214,2	107,1	11,5	107,8	42,9	11,5	44,4	21,42	11,5	24,38
z_3	—	—	—	106	57,3	120,5	53,0	57,3	78,0	21,2	57,3	61,05	10,6	57,3	58,3
$y_4 = 1000 / z_4$	—	—	—	4,655	0,25	4,655	9,29	0,99	9,29	21,7	5,83	22,55	36,1	19,4	41,1
$y_3 = 1000 / z_3$	—	—	—	7,3	3,95	8,3	8,69	9,4	12,8	5,67	15,35	16,32	3,11	16,85	17,12
$y_{m_2} = 1000 / z_{m_2}$	—	—	—	—	5,21	—	—	5,21	—	—	5,21	—	—	5,21	—
$y_5 = y_4 + y_3 + y_{m_2}$	—	—	—	11,955	9,41	15,2	17,98	15,60	23,8	27,37	26,39	38,0	39,21	41,46	57,1
$z_5 = 1000 / y_5$	—	192	—	51,8	40,9	65,9	31,8	27,6	42,05	18,95	18,25	26,3	12,0	12,7	17,5
z_2	13,6	22,2	—	13,38	22,2	—	13,18	22,2	—	12,55	22,18	—	11,66	22,2	—
z_6	13,6	214,2	214,2	65,18	63,1	90,6	44,98	49,8	67,0	31,5	40,43	51,1	23,66	34,9	42,1
$y_6 = 1000 / z_6$	0,295	4,655	4,655	7,92	7,69	11,0	10,0	11,05	14,9	12,0	15,4	19,52	13,35	19,6	23,65
$y_{m_1} = 1000 / z_{m_1}$	—	11,5	—	—	11,5	—	—	11,5	—	—	11,5	—	—	11,5	—
$y_7 = y_6 + y_{m_1}$	0,295	16,15	16,15	7,92	19,19	20,75	10,0	22,55	24,65	12,0	26,9	29,5	13,35	31,1	33,85
$z_7 = 1000 / y_7$	1,13	62,0	62,0	18,4	44,5	48,2	16,4	37,1	40,5	13,8	30,9	33,9	11,65	27,2	29,6
z_1	2,39	8,8	—	2,39	8,8	—	2,39	8,8	—	2,39	8,8	—	2,39	8,8	—
$z_8 = z_7 + z_1$	3,52	70,8	70,8	20,79	53,3	57,1	18,79	45,9	49,6	16,19	39,7	42,8	14,04	36,0	38,6
$J_1 = 956\,000 / z_8$	—	—	13 500	—	—	16 750	—	—	19 250	—	—	22 350	—	—	24 900
$J_2 = J_1\,y_6 / y_7$	—	—	8 900	—	—	8 910	—	—	11 620	—	—	14 800	—	—	17 400
$D_1 / D_n = 0{,}825 \,.\, 10^{-8}\, J_2^2\, z_6$ %	—	—	1,7	—	—	42,6	—	—	50	—	—	57,7	—	—	59
$D_2 / D_n = 4{,}95 \,.\, 10^{-8}\, J_2^2\, r_3 / (\beta + \alpha s)$ %	—	—	0,0	—	—	233,5	—	—	239	—	—	222	—	—	180
$D / D_n = D_1 / D_n + D_2 / D_n$ %	—	—	1,7	—	—	276,1	—	—	289	—	—	279,7	—	—	239
$J_1 / J_n = J_1 / 185$ %	—	—	78	—	—	90,5	—	—	104	—	—	121	—	—	134,5
$\cos\varphi = r_8 / z_8$	—	—	0,05	—	—	0,364	—	—	0,379	—	—	0,378	—	—	0,364

des Vordermotors für sich allein. Die bei den vertikalen gestrichelten Linien in der Abb. 14 vermerkten Zahlen beziehen sich auf die Indices der resultierenden Wechselstromgrößen der gesamten rechts von dieser Linie liegenden Schaltung.

Die Berechnung ist nachstehend in Tafelform ausgeführt. Sie zeigt den Nutzen der Notierung des Vektorbetrages hinter den Komponenten; die Übersicht wird dadurch gefördert und das nachträgliche Aufsuchen von Rechenfehlern erleichtert. Die einmal ausgeführte Berechnung hat einen größeren Wert, weil sie sich jetzt besser verwenden läßt für die nachträgliche Berechnung von Größen, deren Berechnung man sich anfangs nicht als Ziel gestellt hatte. Die Stromstärken J und Drehmomente D in der Tabelle sind auch lediglich durch Rückgreifen auf die vorher im Laufe der Rechnung notierten Vektorbeträge bestimmt. Zu bemerken ist, daß die Tabelle die vollständige Berechnung enthält. Es ist also nicht etwa ein loses Stück Papier für die vorläufige Notierung von Zwischenwerten oder für Hilfsberechnungen verwendet worden. Dadurch, daß die vom Rechenschieber abgelesenen Komponenten in einer Form hingeschrieben werden, in welcher sie direkt für die Addition bereit sind, ist die Wiederholung von Zahlen, welche sonst eine der größten Fehlerquellen bildet, vermieden. H. A. W. Klinkhamer.

Abb. 14. Ersatzschaltung.

Neue Normblätter des DNA. — Bauwesen: DIN 1172 LNA-Rohre, leichte Normal-Abflußrohre. — 1173 LNA-Rohre, Reinigungsrohre für Abfalleitungen. — 1174 LNA-Rohre, Krümmer, Bogen. — 1175 LNA-Rohre, schräge T-Stücke. — 1176 LNA-Rohre, schräge Kreuzstücke. — 1177 LNA-Rohre, S-Stücke. — 1178 LNA-Rohre, Übergänge, Übergangsboden. — 1211 Steigeisen, kurz. — 1212 Steigeisen, lang.

Eisenbahnwesen: DIN 1599 Kennfarben unlegierter Stähle.

Grundnormen: DIN 679 Geschäftspostkarte Format A6 (105 × 148) Weltpostformat.

Phototechnik: DIN 4501 Kamerafalze

Schreibmaschinen: DIN 2114 Schreibwalzen für Stoßstangenmaschinen. — 2117 Wachstuchhauben. — 2125 Farbbandspule für Farbbandbreite 25 mm.

Stoffe: DIN 174 Flachstahl, gezogen, — 10 Paßeinheiten nach DIN 773. .

Bergbau: Vornorm BERG 5 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Flußstahlrohre, Gasrohre. — BERG 30 Bl. 1 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, selbstdichtend, Zusammenstellung. — BERG 30 Bl. 2 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, selbstdichtend, Hahngehäuse für Nennweiten 13 und 16. — BERG 30 Bl. 3 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, selbstdichtend, Hahngehäuse für Nennweiten 20 bis 50. — BERG 30 Bl. 4 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, selbstdichtend, Hahnküken, Schraubenfeder. — BERG 30 Bl. 5 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, selbstdichtend, Verschlußstopfen. — BERG 31 Bl. 1 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, nicht selbstdichtend, Zusammenstellung. — BERG 31 Bl. 2 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, nicht selbstdichtend, Hahngehäuse. — BERG 31 Bl. 3 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, nicht selbstdichtend, Hahnküken, Scheibe mit Vierkantloch. — BERG 32 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, Hahngriffe. — BERG 33 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, Überwurfmuttern. — BERG 34 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Durchgangshähne, Schlauchtüllen.

Laboratioriumsgeräte: DENOG 20 Kegelige Hälse für Glasflaschen. — DENOG 21 Glasstopfen für Flaschen mit kegeligen Hälsen nach DIN DENOG 20. — DENOG 30 Reagenzgläser. — DENOG 40 Saugflaschen. — DENOG 45 Glasglocken. — DENOG 46 Vorstöße.

Luftfahrt: L 26 Nennweiten für Rohrleitungen und Armaturen, Auswahl.

Geänderte Normblätter: Bauwesen: DIN 482 Bordschwellen, Bordsteine, Naturstein (2. Ausgabe, geändert).

Technische Grundnormen: DIN 259 Whitworth-Rohrgewinde ohne Spitzenspiel (3. Ausgabe, geändert). — DIN 260 Whitworth-Rohrgewinde mit Spitzenspiel (3. Ausgabe, geändert).

Werkzeuge: DIN 238 Bohrfutterkegel (2. Ausgabe, erweitert).

Luftfahrt: L 6 DIN-Auswahl nach dem Stand vom Frühjahr 1927 (2. Ausgabe, erweitert).

Werkzeugmaschinen: DIN 508 T-Nutensteine (2. Ausgabe, erweitert).

Energiewirtschaft.

Die Ausnutzung des Rheins zwischen Basel und Straßburg. — Durch das am 28. VII. 1927 veröffentlichte Gesetz, mit welchem der Société des Forces motrices du Haut-Rhin die Bewilligung zur Vornahme der Arbeiten zum Ausbau eines die Gefällstrecke Basel—Kembs ausnutzenden Kraftwerkes erteilt wurde, scheint nunmehr, wie wir den Angaben F. Piots[1] entnehmen, ein entscheidender Schritt in der Richtung der Durchführung des schon lange bestehenden großzügigen Projektes für den Ausbau der Rheinstrecke Basel—Straßburg in Verbindung mit der Schaffung eines Großschiffahrtsweges getan zu sein, an dessen Verwirklichung Deutschland durch das Versailler Diktat verhindert worden ist. Bis zuletzt wurde dagegen seitens der Schweiz gekämpft, welche für eine entsprechende Regulierung des Wildbettes selbst eingetreten ist, wobei vielleicht auch der Gedanke, auf diese Weise den Wettbewerb der neu erschlossenen Kräfte mit dem schweizerischen Stromexport zu unterbinden, mit eine Rolle gespielt haben dürfte. Doch scheinen die technischen und wirtschaftlichen Erwägungen bei der Rheinkommission den Sieg davongetragen zu haben, welche ihre Zustimmung zur Errichtung eines schiffbaren und gleichzeitig der Kraftausnutzung dienenden Seitenkanales, wie ein solcher schon früher deutscherseits geplant war, erteilt hat. Dieser Kanal, der Große Elsässer Kanal, soll unterhalb Basel linksseitig vom Rhein abzweigen und bei Straßburg wieder einmünden; er erhält eine Gesamtlänge von rd. 111 km bei einem Gesamtgefälle von 107 m und soll für eine größte Wasserführung von 850 m³/s bemessen werden. In seinem Zuge werden mit dem fortschreitenden Ausbau 8 Kraftwerke errichtet, u. zw. Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelsgrün, Marckolsheim, Sundhausen, Gerstheim und Straßburg, deren jedes 70 000 ÷ 80 000 kW Leistung bei 550 ÷ 620 Mill. kWh möglicher Jahreserzeugung aufweisen wird. Die gesamte gleichzeitige Höchstleistung aller dieser acht Anlagen wurde zu 581 500 kW bei 4515 Mill. kWh möglicher Jahreserzeugung berechnet. Der Ausbau ist von Süd nach Nord fortschreitend geplant, wobei an jedes Kraftwerk zunächst ein provisorischer Unterwasserkanal zur Rückführung

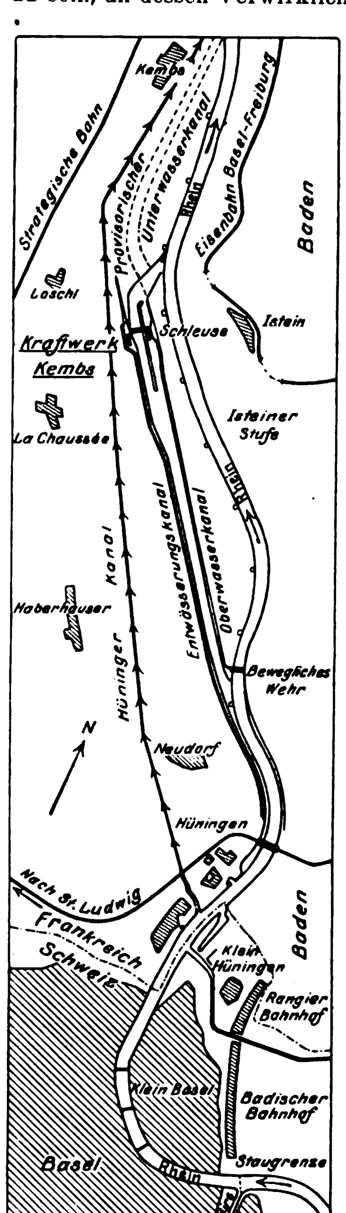


Abb. 15. Lage des Kraftwerks Kembs.

[1] Rev. Gén. de l'El. Bd. 22, 1927, S. 381.



des Wassers in das Wildbett angeschlossen wird, welcher nach Fertigstellung des nächsten Werkes außer Betrieb kommt.

Den Lageplan der zunächst für den Ausbau[1] vorgesehenen Kembser Stufe zeigt Abb. 15[2]. Das für sämtliche Werke gemeinsame Wehr gelangt 5,5 km unterhalb der schweizer Grenze als bewegliches Wehr mit 6 Öffnungen zur Ausführung, deren mittlere drei mittels vollkommen hochhebbarer Stonay-Doppelschützen verschlossen werden, die bei Hochwasser in hochgehobenem Zustand eine freie Durchfahrt von 7 m Höhe gewähren. Bei Niederwasser wird der Fluß um 8 m angestaut, und die Staugrenze reicht bis zur Mündung der Birs oberhalb Basel, wogegen bei Hochwasser ohne Stau gearbeitet wird; dementsprechend wird das Werk mit veränderlichem Gefälle arbeiten. Die Höchstbetriebswassermenge von 850 m³/s wird nur während der fünf Wintermonate unterschritten. Der Kanal selbst zweigt 500 m oberhalb des Wehres ab und hat eine Länge von 5,6 km bis zum Werk; er erhält 80 m Sohlenbreite, je nach der Wasserführung 11 bis 12 m Tiefe und bei Vollwasser 150 m Breite am Wasserspiegel. Die Neigung der Uferböschungen ist mit 1 : 3, die Kronenbreite der Uferdämme mit 15 m vorgesehen, wobei die Dammkrone 1,5 m oberhalb des höchsten Wasserspiegels liegen soll. Der Kanal wird mit 1200 t Kähnen, wie solche unterhalb Straßburgs verwendet werden, befahrbar sein; neben den Krafthäusern angeordnete Schiffschleusen ermöglichen die Überwindung der einzelnen Gefällstufen. In dem Kraftwerk werden Maschineneinheiten von 10 000 bis 12 000 PS Einzelleistung zur Aufstellung gelangen.

Die Erschließung so beträchtlicher Energiemengen, wie solche hier in Frage kommen, setzt deren wirtschaftliche Verwertungsmöglichkeit voraus. Daß in Ostfrankreich und Elsaß-Lothringen bedeutende Absatzmöglichkeiten vorhanden sind, beweist schon der Umstand, daß 1924 in dieses Gebiet fast 300 Mill. kWh aus der Schweiz ausgeführt wurden. Ferner kann mit einer namhaften Steigerung des Verbrauches der Schwerindustrie bei Verfügbarkeit billiger Kräfte gerechnet werden, wobei überdies noch ein Verbundbetrieb mit deren Eigenanlagen, die zur Spitzendeckung z. Z. der Wasserklemme herangezogen werden sollen, in Aussicht genommen ist. Bei Annahme eines jährlichen 10prozentigen Steigens des jetzigen Bedarfes wurde der Absatz für 1935 mit 2 Milliarden kWh errechnet, zu dessen Deckung in den Kraftwerken 2,5 Milliarden kWh bei 387 000 kW Tagesdurchschnittsleistung bzw. 775 000 kW Spitzenlast zu erzeugen sind. Aus den auf Grund der Tagesbelastungsdiagramme und der Wasserführungslinien aufgestellten Schaulinien für den Kraftbedarf bzw. die Kraftdarbietung ergibt sich, daß zur Deckung dieses Bedarfes eine Spitzendeckungsanlage mit herangezogen werden muß, deren Leistung, sofern nur eine Stufe zum Ausbau kommt, 700 000 kW zu betragen hätte und mit fortschreitendem Ausbau bis auf 320 000 kW abnehmen könnte. Die Gesamtbaukosten werden zu 480 Mill. RM geschätzt, was aber zu niedrig sein dürfte, da der Schätzung nur die 0,9fachen Vorkriegspreise zugrunde gelegt erscheinen. (Die in franz. Fr ausgedrückte Bausumme wurde mit dem 4,5fachen Betrag der in Gold ausgedrückten Summe angenommen.) Bei Annahme von nur 13 % jährlichen Auslagen für Verzinsung, Abschreibung, Erhaltung und Betrieb kommt man zu Strompreisen ab Kraftwerk in der Höhe von 3,4 bis 2,1 Pf/kWh bei 3000 ÷ 5000 h jährlicher Ausnutzung. Da die Ausnutzungsziffer der Wasserkraft bei gleichbleibendem Absatz mit fortschreitendem Ausbau abnimmt (die Untersuchung wurde vom Standpunkt der Wettbewerbsfähigkeit bei veränderlicher Stufenzahl und gleichem Absatz durchgeführt) ergibt sich eine wirtschaftliche Grenze, nach deren Überschreitung die thermische an Ort und Stelle erzeugte Kraft sich billiger stellt. Diese scheint bei den derzeitigen Verhältnissen bei 5 Stufen zu liegen, so daß der Ausbau einer größeren Zahl dermalen nicht gerechtfertigt erscheint. Allerdings muß beachtet werden, daß der Ausbau nur langsam fortschreiten kann, beträgt doch die Bauzeit einer Stufe mindestens vier Jahre, so daß ein endgültiges Urteil wegen Unkenntnis der weiteren Entwicklung jetzt nicht möglich ist. (Überdies wurde in den bezüglichen Berechnungen auch ganz außer acht gelassen, daß Deutschland ein vertragliches Recht auf die Hälfte der erschlossenen Kraftmengen besitzt bzw. für diese eine Barentschädigung in Anspruch nehmen kann.) *Bp.*

[1] Für den Bau des Kraftwerks ist in Mülhausen die „Energie Electrique du Haut-Rhin mit 125 Mill. Fr gegründet worden, von denen die Forces motrices du Haut-Rhin die Hälfte übernommen haben.

[2] Der auf S. 409 unter [1] genannten Quelle entnommen.

Die Elektrizitätswirtschaft Niederländisch-Indiens. — Die Elektrisierung von Niederländisch-Indien, wo nach dem letzten Jahresbericht des Dienstes für Wasserkraft und Elektrizität[1] 54 gemeinnützige Elektrizitätswerke ein von 2,5 Mill. Menschen bewohntes Gebiet (die Gesamtbevölkerung des Landes zählt 50 Mill.) mit Strom beliefern, hat 1926 erhebliche Fortschritte gemacht. Nicht nur auf Java wurden mehrere Städte und kleinere Ortschaften an Überlandnetze angeschlossen oder mit eigenen Kraftwerken versehen, sondern auch auf den anderen Inseln hat man den Bau neuer Anlagen angefangen oder vorbereitet. Die von den Betriebsabteilungen West Preanger-Batavia und Bandoengsche Hoogvlakte gelieferten Energiemengen stiegen von 7,9 bzw. 24 Mill. kWh auf 18,8 und 31 Mill. kWh. Die hydrometrische Abteilung verfügt jetzt auf Java, Sumatra und Celebes über insgesamt 73 permanente Beobachtungsposten, von denen 45 mit selbstregistrierenden Pegeln ausgerüstet sind. Die von dieser Abteilung gesammelten Angaben werden alljährlich in einem besonderen statistischen Bericht veröffentlicht. Für das Wasserkraftwerk Kratjak am Tjianten-Fluß wurden die Hauptsätze (2 × 5500 kW), Hilfssätze, Transformatoren, Schaltanlagen und die Rohrleitungen in Auftrag gegeben. Letztere werden teilweise von der javanischen Industrie geliefert. Das Wasserkraftwerk Oebroeg am Tjitjatih und die Unterstationen Buitenzorg und Lemboersitoe wurden mit Bendmann-Überspannungschutz versehen.

Das Zentrale Elektrische Laboratorium von W. und E. in Bandoeng befaßt sich u. a. mit der Eichung von Instrumenten aus der Privatindustrie. Das Bureau W. u. E. wurde von den anderen Staatsbetrieben, Provinz- und Gemeindebehörden und Privatgesellschaften oft zur Beratung herangezogen. Elf Konzessionsanfragen für den Bau elektrischer Kraftwerke liefen ein, woraus der allgemeine Drang nach weiterer Elektrisierung ersichtlich ist.

Die Gesamthöhe der Wasserkraftenergien auf Java beträgt, soweit bekannt ist, 806 000 PS, hiervon sind insgesamt 67 500 PS z. T. oder ganz ausgebaut. Auf den anderen Inseln hat man bis jetzt im ganzen 2,675 Mill. PS an Wasserkraft festgestellt, wovon im ganzen erst 23 000 PS ausgebaut sind oder sich im Bau befinden. In der Liste der Unternehmer, die sich das Recht auf Errichtung von Wasserkraftwerken gesichert haben, findet man 51 Namen, während 71 Konzessionen für den Bau elektrischer Leitungen zur öffentlichen Stromverteilung bis jetzt abgegeben wurden.

Die gesamte Generatorleistung in Niederländisch-Indien beträgt 173 900 kW und verteilt sich wie folgt:

Staatliche öffentliche Kraftwerke	36 400 kW
Kraftwerke für staatliche Betriebe	25 300 „
Private öffentliche Kraftwerke	46 200 „
Kraftwerke der Privatindustrie	66 000 „
Insgesamt	173 900 kW

Der Bau des Großkraftwerkes **Mendalan am** Kali Konto, welcher im Dezember 1925 angefangen wurde, schreitet rasch vorwärts. Es kommen zunächst drei Aggregate zu je 8000 PS zur Aufstellung, während der spätere Ausbau im ganzen sechs dieser Einheiten vorsieht. Die Energie wird als 70 kV-Drehstrom über eine 90 km lange Freileitung aus Stahlaluminiumkabel nach Malang, Modjokerto und Soerabaja geleitet werden. Der größte hierbei zu überbrückende Mastabstand beträgt 1400 m. An demselben Fluß sind zwei andere große Wasserkraftwerke projektiert, nämlich Maron mit 4 × 5000 PS und Siman mit 4 × 7500 PS; diese kommen aber erst nach Fertigstellung von Mendalan zur Ausführung. Der Bau dieser neuen Energiequellen erfolgt durch die Niwem, eine Gesellschaft, an der der Staat und die Algemeene Nederlandsch-Indische Electriciteit Maatschappij beteiligt sind.

N. E. Groeneveld Meijer.

Nach Mitteilungen, die der Referent vor kurzem im Außeninstitut der T. H. Berlin (Akotech-Vortrag) gemacht hat, entfallen von den oben angegebenen 173 900 kW 55 700 kW oder 32 % auf Wasserkraft, und zwar 32 700 kW bei den staatlichen öffentlichen Kraftwerken, 15 100 kW in der Privatindustrie, 6000 kW bei den privaten öffentlichen Kraftwerken und 1900 kW bei den Kraftwerken für Staatsbetriebe. Große Möglichkeiten bietet die Elektrisierung der landwirtschaftlichen Großindustrie (Zucker-, Tee-, Tapiokafabriken, Kaut-

[1] Negende Jaarverslag 1926. Herausg. vom Dienst voor Waterkracht en Electriciteit in Nederlandsch-Indië (J. N. van der Ley), Bandoeng 1927.



schuk-, Sisalbetriebe usw.), die z. T. schon über ganz moderne elektrische Einrichtungen verfügt. Nach Abschaffung der noch häufig vorkommenden Pauschaltarife werden auch mehr Haushaltgeräte, besonders Bügeleisen, Ventilatoren und elektrische Eisschränke zur Verwendung kommen. Was die Elektrisierung der Staatsbahn betrifft, die bis jetzt 12,5 Mill. Gld erforderte, so sind z. Z. 180 km Gleisstrecken im Betrieb oder Bau. Ersterer wird teils mit 1500 V-Gleichstromlokomotiven, teils mit Triebwagen geführt.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Installationsmaterial.

Nachstehend werden die Normblätter DIN VDE 9616 Bl. 1 und Bl. 2 „Glühlampenschraubfassungen mit Berührungschutz und Gewinde E 14, E 27 und E 40" sowie DIN VDE 9031 „Abzweigdosen für Isolierrohr mit gefalztem Mantel" bekanntgegeben.

Einsprüche sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 8. April 1928 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Glühlampenschraubfassungen mit Berührungschutz und Gewinde E 14, E 27 und E 40 — Lehren — Elektrotechnik — DIN Entwurf 1 VDE 9616 Blatt 1

Maße in mm

Tiefenlehren mit Gewinde E 14 und E 27

Mit Edison-Lampensockel	D	t
A 14	50 + 0,5	48 — 0,5
A 27	67 + 0,5	63 — 0,5

Isolierstoff — Anschluß für Stecker nach DIN VDE 9401

Weitenlehren mit Gewinde E 14 und E 27

Mit Edison-Lampensockel	D	α
C 14	38 + 0,5	60 °
B 27	50 + 0,5	45 °

Tiefen- und Weitenlehre mit Gewinde E 40

Isolierstoff — Anschluß für Stecker nach DIN VDE 9401 — 58 + 0,5 — 45° — 65

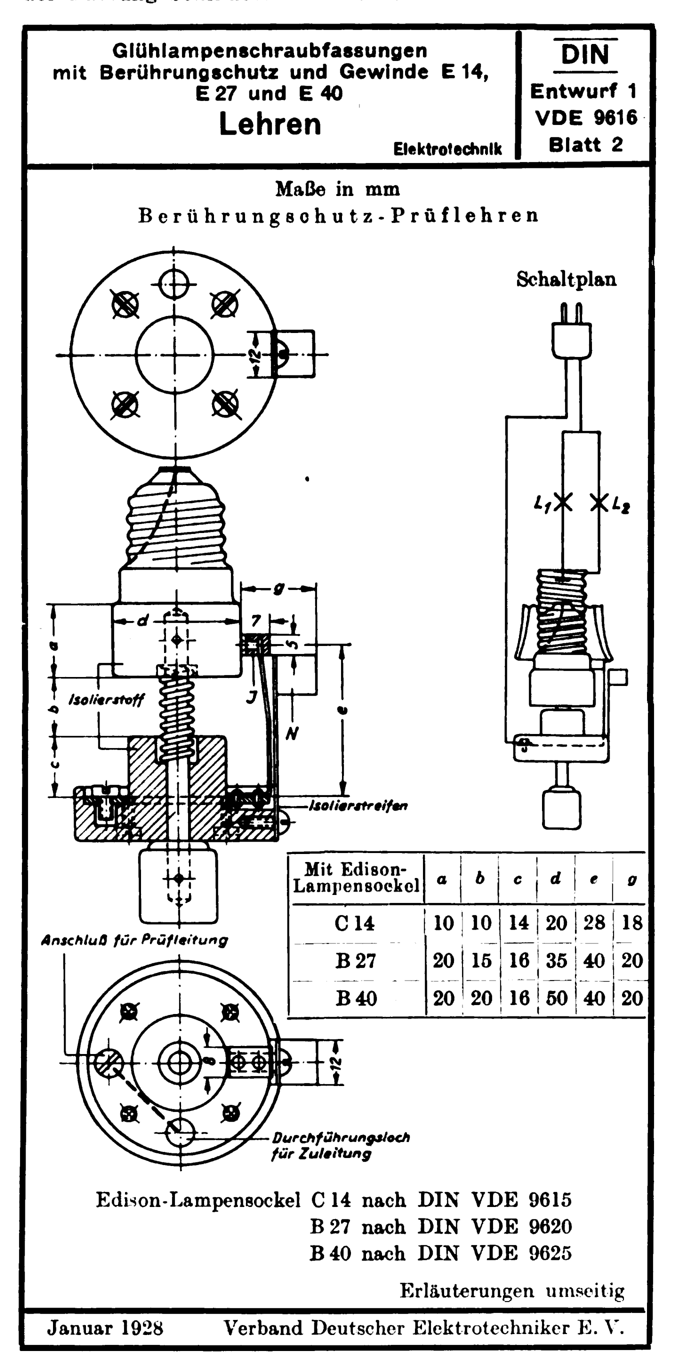
Edison-Lampensockel A 14 und C 14 nach DIN VDE 9615
A 27 und B 27 nach DIN VDE 9620
B 40 nach DIN VDE 9625

Erläuterungen umseitig.

Januar 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Erläuterungen zu den Lehren für Glühlampenschraubfassungen mit Berührungschutz DIN VDE 9616 Bl. 1.

Mit den Tiefenlehren mit Gewinde E 14 und E 27 wird untersucht, ob die Fassungen so bemessen sind, daß alle Lampen, für die sie bestimmt sind, zum Brennen gebracht werden können, d. h. sie müssen sich bis zum Stromschluß einschrauben lassen, ohne hieran durch den Rand der Fassung behindert zu werden.



Glühlampenschraubfassungen mit Berührungschutz und Gewinde E 14, E 27 und E 40 — Lehren — Elektrotechnik — DIN Entwurf 1 VDE 9616 Blatt 2

Maße in mm

Berührungschutz-Prüflehren

Mit Edison-Lampensockel	a	b	c	d	e	g
C 14	10	10	14	20	28	18
B 27	20	15	16	35	40	20
B 40	20	20	16	50	40	20

Edison-Lampensockel C 14 nach DIN VDE 9615
B 27 nach DIN VDE 9620
B 40 nach DIN VDE 9625

Erläuterungen umseitig

Januar 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Die Lehren sind zur Prüfung von nackten Fassungen bestimmt, da in diesen alle Lampentypen verwendbar sein müssen, also auch Lampen in Kugelform oder mit weitem Hals bis zu 100 W bzw. 200 W. Mit den Weitenlehren mit Gewinde E 14 und E 27 ist festzustellen, ob auch Lampen mit weitem Hals zum Brennen gebracht werden können, ohne daß der Lampenhals beim Einschrauben der Lampe durch den Fassungskragen eingeritzt wird. Die Benutzung dieser Lehren ist besonders geboten bei Fassungen mit hohem Kragen, insbesondere solchen für Glühlampenarmaturen und Handleuchter, bei denen ein tiefer starrer Kragen vorgesehen ist.

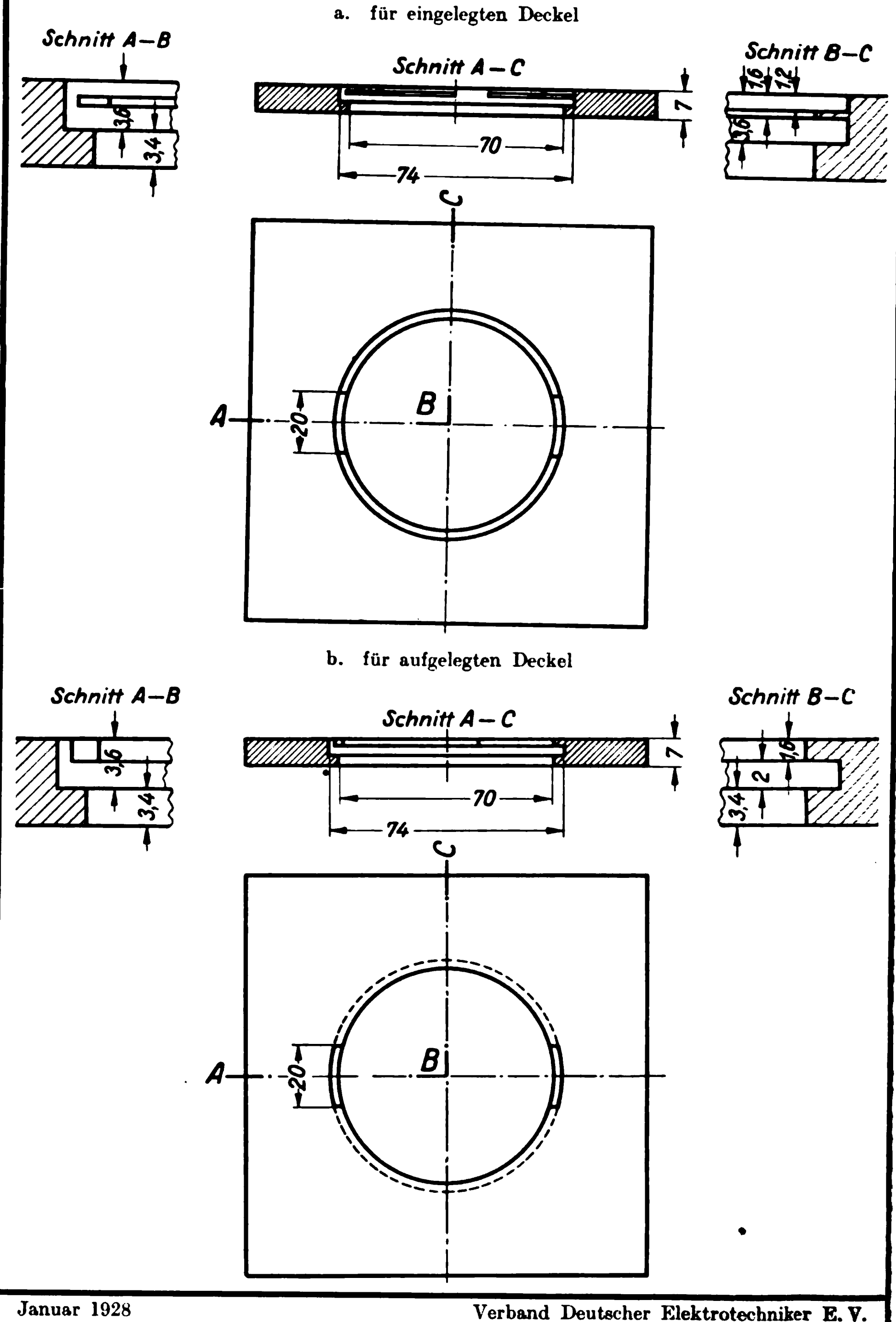
Die Tiefen- und Weitenlehre mit Gewinde E 40 dient zur Prüfung auf Tiefe und Weite zugleich. Die Tiefe wird gemessen, um festzustellen, ob die Lampe durch Aufsitzen auf dem Fassungskragen am Brennen behindert wird und ob die Fassung dem Halsdurchmesser der Lampe entsprechend weit gehalten ist.

Erläuterungen zu den Lehren für Glühlampenschraubfassungen mit Berührungschutz DIN VDE 9616 Bl. 2.

Mit den Berührungschutz-Prüflehren wird festgestellt, ob eine zufällige Berührung spannungführender Teile beim Ein- und Ausschrauben der Lampe und im eingeschraubten Zustande verhindert wird.

Die Prüfung erfolgt mit Hilfe des an der Lehre verschiebbaren Tastfingers J wie folgt:

Mittelkontaktstück und Gewindekorb der Fassung werden unter Zwischenschaltung je einer Glühlampe an den einen Stift des Steckers angeschlossen, der Tastfinger an den andern Stift des Steckers. Sobald der Stecker an eine Stromquelle angeschlossen ist, darf, wenn der Tastfinger soweit wie möglich gegen die Fassung verschoben ist, keine der beiden Lampen brennen, wenn der Tastfinger die Lampensockelhülse berührt, was je nach der Konstruktion der Fassung während des Einschraubens der Lampe an sich zulässig ist. — Brennt eine der beiden Lampen, so ist der Berührungschutz ungenügend. — Die Lampe L 1 kommt zum Brennen, wenn das Mittelkontaktstück zu weit nach vorn angeordnet ist (beispielsweise bei federndem Mittelkontakt). Die Lampe L 2 kommt zum Brennen, wenn die äußerste Kontaktstelle des Außenkontaktstückes (Gewindekorb, Kontaktring, Kontaktseitenzunge) zu weit nach vorn gesetzt wurde. Der Nocken *N* verhindert den Eintritt des Kontaktfingers bei Anwendung von sehr hohen und sehr weiten Schutzkragen, die einen großen Teil des Lampenhalses umschließen (beispielsweise bei Fassungen mit Gewinde E 40). In diesem Falle behindert der Nocken da-



Abzweigdosen für Isolierrohr mit gefalztem Mantel

Lehren für Deckelbefestigung

DIN Entwurf 1 VDE 9031

Maße in mm

Kleinstmaße für Deckel

	Zungenlänge	Zungenbreite	Deckeldurchmesser
für eingelegten Deckel	73	15	73
für aufgelegten Deckel	73	15	—

Lehre für Deckelbefestigung

Die Deckel müssen in die Lehre eingelegt werden können

a. für eingelegten Deckel

b. für aufgelegten Deckel

Januar 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Einschieben des Tastfingers in den Schutzkragen und das Berühren der Gewindehülse; in gleicher Weise wird auch der Finger der Hand durch den hohen Kragen behindert, die Gewindehülse zufällig zu berühren.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Lesesaal für technische Zeitschriften und Bücher.

Die vom Elektrotechnischen Verein beschafften Fachzeitschriften — darunter auch viele ausländische — liegen aus im Lesesaal der Bücherei des VDI, Ingenieurhaus, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27 II.

Dieser Lesesaal ist geöffnet:
Montags, Dienstags und Donnerstags von 9 Uhr vorm. bis 7 Uhr nachm.
Mittwochs und Freitags von 9 Uhr vorm. bis 9 Uhr nachm.
Sonnabends von 9 Uhr vorm. bis 1 Uhr mittags.
Sonntags nicht.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg i. Pr. 12. III. 1928, abends 8 h, Physikal. Inst. d. Universität, Steindamm 6: Filmvortrag Obering. Czygan, „Hohlseile und ihre Verlegung als Höchstspannungsfreileitungen".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 9. III. 1928, abends 8 h, Vortragsaal der SSW A. G., Frauentorgraben 35: Vortrag Dr. Böhm, „Sog. okkulte Erscheinungen im Alltag und im Mediumismus, im bes. Eleonore Zugen, Therese Neumann; künstlerisches und mediumistisches Malen".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 14. III. 1928, abds. 8¼ h, Saal des Bierhauses Engelhardt, Bernburger Straße: Vortrag Dr.-Ing. Schmitz, „Theorie u. Praxis d. Wärmeschutzes f. el. Leitungen, Masch. u. Transf." (m. Lichtb. u. Modellvorführ.).

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 16. III. 1928, abds. 8 h, Konzerthaus: Lichtbildervortrag Oberstleutn. Pleger, „Das techn. Nachrichtenwesen in der Reichswehr".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin u. Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 9. III. 1928, abds. 7½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: a) Vortrag C. Ramsauer, „Über den reflektierenden Querschnitt neutraler Gasmoleküle gegenüber langsamen Elektronen" (n. Versuchen v. R. Kollath). b) „Hydrodynamische Erscheinungen bei gr. Geschwindigkeiten".

Deutsche Gesellschaft für techn. Physik, Berlin. 16. III. 1928, abds. 7½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: a) Vortrag A. Meißner, „Untersuchung und Theorie der Pyroelektrizität". b) W. Burstyn, „Die Bedeutung des Luftwiderstandes für den Gang der Uhren. — Die Entzündbarkeit der Kinofilme. — Ein el. Kleinmotor. — Einige einfache Versuche auf dem Gebiete der Mechanik, Optik und Akustik".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

R. Pfeil †.

Am 18. II. d. J. starb nach kurzer Krankheit Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. Robert Pfeil, Mitglied des Vorstandes der Siemens & Halske A. G., im 64. Lebensjahre. Geboren am 18. VI. 1864 in Wiesbaden, besuchte der Verstorbene das Realgymnasium seiner Vaterstadt und die Technischen Hochschulen in Karlsruhe und Braunschweig. Nach Ablegung der ersten und zweiten Staatsprüfung, die er beide mit Auszeichnung bestand, trat er am 18. VII. 1892 in die Dienste der Firma Siemens & Halske in Berlin.

Hier fand er für seinen vorwärtsstrebenden rastlosen Tatendrang ein Feld zur Betätigung vor, auf dem sich seine reiche Begabung voll entfalten konnte. Pfeil erkannte in der Elektrizität das geeignete Mittel zur Lösung auch der schwierigsten Aufgaben des Sicherungswesens der Eisenbahnen in einfachster einwandfreier Form. Er machte sich nach kurzer Prüfung des Vorhandenen von jedem Vorbild frei und schuf ganz aus Eigenem. Mit ungewöhnlicher Erfindungs- und Gestaltungskraft begabt löste er die vorliegenden Aufgaben mit dem sicheren Blick des genialen Konstrukteurs. Seine klare Darstellungskraft und seine überzeugende Beredsamkeit verschafften den auch Fachleute damals noch befremdenden Ideen rasch Eingang. Unter seiner Führung begann der Siegeslauf der Elektrizität im gesamten Eisenbahnsicherungswesen. Heutigen Tages dürfte es keinen großen Bahnhof geben, bei dessen Stellwerkanlagen für den Betrieb etwas anderes als der elektrische Strom verwendet wird. Zielweiser und Wegbereiter war hier Pfeil. Er stellte mit einfachen Linien und charakteristischen Symbolen für die Apparate und Kontakte auch die verwickeltsten Schaltungen in einer Form dar, die auch dem Ungeschulten ihr Verfolgen ohne Schwierigkeiten ermöglicht. Diese neuerdings als Kurzschaltung bezeichnete Pfeilsche Schaltungsdarstellung wird jetzt auch auf anderen Gebieten angewendet. Sie verhindert Fehler beim Aufstellen der Schaltpläne und bei erforderlichen Abänderungen, ermöglicht ein rasches Prüfen und erleichtert das Auffinden von Störungsursachen.

Neben der Neuschöpfung des elektrischen Stellwerkes vernachlässigte er nicht die Ausbildung und Weiterentwicklung aller sonstigen der Sicherheit des Eisenbahnverkehrs dienenden elektrischen Einrichtungen. Dem Siemensschen Wechselstromblock zur Sicherung der Zugfahrten auf Bahnhöfen und der freien Strecke, wie er heute auf Tausenden von Kilometern im In- und Ausland in Betrieb



R. Pfeil †.

ist, gab er seine jetzige Form. Viele Nebeneinrichtungen — erwähnt mögen nur der allbekannte noch nicht übertroffene Schienendurchbiegungskontakt mit Quecksilberfüllung, die elektrische Flügelkuppelung, die elektrische Tastensperre werden — führte er ein oder machte er betriebsbrauchbar.

Die Übertragung der Signale auf die fahrenden Züge beschäftigte ihn lebhaft. Er verwarf von vornherein mechanische Ausführungsformen und suchte die Lösung dieser sehr schwierigen Frage auf rein elektrischem Wege. Die seit dem Jahre 1909 auf den Preußischen Staatsbahnen mit Einrichtungen nach seinen Angaben im Betrieb ausgeführten Versuche bewiesen die Richtigkeit seiner Anschauungen. Leider verhinderte der Ausbruch des Krieges die Erprobung der aussichtsreichsten seiner Ideen, eines induktiven Systems, bei dem der magnetische Schluß eines auf der Lokomotive angeordneten Stromkreises über die

Fahrschienen erfolgt und an denjenigen Stellen, an denen eine Signalübermittlung hervorgerufen werden sollte, dadurch unterbrochen wird, daß diamagnetische Schienenstücke aus Chrom-Nickelstahl in die Fahrschienen eingeschaltet sind.

In vielen seiner Ideen erlebte er das Los genialer Naturen. Er eilte seiner Zeit voraus und fand daher nicht die verdiente Anerkennung. Selbsttätige elektrische Ablaufanlagen, die in jüngster Zeit im In- und Ausland als unbedingt erforderlich für die rasche Erledigung des Betriebes von größeren Verschiebebahnhöfen anerkannt sind, wurden von ihm bereits im Jahre 1908 vorgeschlagen und ihre Brauchbarkeit in einer größeren Anlage im Ruhrgebiet nachgewiesen, ohne daß es seinerzeit gelang, das nötige Verständnis für ihre Zweckmäßigkeit zu erwecken und weitere Ausführungen zu erlangen. Ebenso erkannte er frühzeitig, daß für Gegenden, in denen häufig Nebel auftreten, zur Durchführung eines regelmäßigen Betriebes eine Verbesserung der Sichtbarkeit der Signale nur durch Hinzufügen besonderer Nebellichtsignale möglich und erforderlich ist. Die Aufstellung dieser Signale auf der Strecke Brüssel—Antwerpen im Jahre 1907 brachte einen vollen Erfolg. Aber erst in neuerer Zeit wird von dieser Idee umfangreicher Gebrauch gemacht. Auch die Benutzung längerer isolierter Schienenstrecken, bei denen über die Schienen zur Prüfung des Frei- oder Besetztseins der Strecke niedriggespannte Ströme geführt werden, wie sie heute fast als selbstverständlich gilt, ist von ihm schon vor vielen Jahren vorgeschlagen worden.

Neben seinen Arbeiten auf dem Gebiet des Eisenbahnsicherungswesens fand er noch Zeit, auf anderen Gebieten schöpferisch tätig zu sein. Der Bau von Benzinmotoren für Automobile und Flugzeuge, Benzindynamos für Ladung von Akkumulatoren, Lichterzeugung und sonstige Zwecke, Magnetzündapparaten, elektrischen Fahrkartendruckern und elektrischen Schriftmaschinen wurde von ihm aufgenommen und in dem von ihm geleiteten Werke zu einer allseitig anerkannten Höhe durchgeführt.

In seinen Mußestunden beschäftigte sich Pfeil am liebsten mit wissenschaftlichen Problemen aus Mathematik, Physik und verwandten Gebieten. Es war stets eine Freude, ihn darüber berichten zu hören. Niemand konnte sich dabei dem Eindruck entziehen, daß ein Mann von großen geistigen Fähigkeiten, weitumfassendem Wissen und glänzender Darstellungsgabe seine Anschauungen vorbrachte, auch wenn sie nicht immer mit den allgemein verbreiteten übereinstimmten.

Pfeil hatte ein weiches, warmes Herz für alle, für die er zu sorgen hatte, und für die vielen, die an ihn mit Bitten und Gesuchen herantraten. Eine tiefinnerliche Zurückhaltung hinderte ihn aber, seine Gefühle zu zeigen, daher ist es auch erklärlich, daß er oft falsch beurteilt wurde. Nur wer ihm ganz nahe stand, konnte ihn ganz verstehen.

Schwere Verluste in seiner Familie — der Tod seiner ersten inniggeliebten Frau und seines jüngsten Sohnes —, der Krieg und die darauffolgenden schweren Jahre zehrten an dem bis dahin kerngesunden Mann. Er konnte sich mit den geänderten Verhältnissen, die auch ihn in seinem Tatendrange einengten, nicht abfinden. Eine Lungenentzündung — die Folge von schwerer Erkältung —, der der schon geschwächte Körper nicht mehr standhalten konnte, setzte in wenigen Tagen seinem Leben ein Ziel. Er wird in der Geschichte des Eisenbahnsicherungswesens in seinen Werken weiterleben. Schwerin.

P. Rauschert. Am 11. III. d. J. begeht Herr Paul Rauschert sen., Präsident des Rauschert-Konzerns, seinen 70. Geburtstag. Er gründete in Hüttengrund bei Hüttensteinach 1897 eine Porzellanfabrik, die er mit eisernem Fleiß und praktischem Blick zu ihrer heutigen Größe entwickelte. Herr Rauschert steht noch heute im Mittelpunkt seines großen Unternehmens, welches sieben Fabriken mit 25 Brennöfen und Belegschaften von etwa 2000 Köpfen umfaßt und elektrotechnische Porzellane und Fayencen herstellt.

Hochschulnachrichten. — Dem Direktor der Hochbahngesellschaft in Berlin, Herrn Baurat E. Pavel, ist in Anerkennung seiner Verdienste um die technische Ausgestaltung und Entwicklung der Einrichtungen und Betriebsmittel der Berliner Hoch- und Untergrundbahnen die Würde eines Doktor-Ingenieurs E. h. von der T. H. Breslau verliehen worden. Herr Pavel ist seit über 25 Jahren Direktor der Hochbahngesellschaft und leitet von Anfang an und auch heute noch den Betrieb der Hoch- und Untergrundbahnen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Metalldetektoren.

Auf S. 150 der ETZ 1928 findet sich ein Bericht über Metalldetektoren, wobei eingangs bemerkt ist: „Die Gleichrichtung elektrischer Schwingungen gelingt nach H. Pelabon bei jedem schlechten Kontakt zweier verschiedener Metalle ...." Diese von einem Franzosen festgestellte Tatsache ist bereits von mir im Jahre 1913 im Juniheft der Zeitschrift für technische Physik, S. 10, beschrieben worden, unter dem Titel: „Die Theorie des Kontaktdetektors". Desgleichen findet sich ein ausführlicher Aufsatz von mir in der Physikalischen Zeitschrift 1916[1], welcher ebenfalls auf die Tatsache der Wirkung von Metalldetektoren ausführlich eingeht und dabei die von mir gemachten Beobachtungen mitteilt.

Berlin, 3. II. 1928. Dr. Thieme.

Massivkontakte für starken Druck.

In der ETZ 1928, S. 183 ist eine Besprechung von Massivkontakten veröffentlicht. In dieser Besprechung wird zum Ausdruck gebracht, daß derartige Kontakte in Deutschland nicht üblich seien und daß hauptsächlich Bürstenkontakte verwendet werden. Wir gestatten uns, darauf aufmerksam zu machen, daß die Bergmann Elektricitäts-Werke A. G. seit dem Jahre 1915 Apparate mit Massivkontakten laufend ausführen, und zwar für Nennstromstärken bis 14 000 A, und mit denen wir ähnliche Erfahrungen gemacht haben, wie in obigem Artikel angegeben. In H. 6 der Bergmann-Mitt. 1926 ist diese Konstruktion näher beschrieben.

Berlin, 8. II. 1928.

Bergmann Elektricitäts-Werke A. G.

LITERATUR.

Besprechungen.

Schalterbau. 2. Bd: Schaltlehre (Wege zum Schaltplan). Von Prof. Ing. R. Edler. 2. Aufl. Mit 346 Textabb., XV u. 407 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1927. Preis geh. 18,50, geb. 19,75 RM.

Die Ausmittlung von Schaltungen für elektrische Apparate ist eine geistig ebenso anregende Arbeit wie die Lösung einer gewissen Art von Rätseln. Aber seit Erfindung der Schalttheorie, jetzt Schaltlehre genannt, braucht man beim Entwerfen von Schaltungen nicht mehr zu raten, sondern man kann aus den Schaltbedingungen den endgültigen Schaltplan berechnen. Dem Verfasser der Schaltlehre gebührt das große Verdienst, sowohl beim Aufbau der Schaltlehre als auch bei der Einführung derselben in die Starkstromtechnik Pionierarbeit geleistet zu haben. Sein Buch über die Schaltlehre liegt nunmehr in der zweiten Auflage vor. Diese Auflage hat eine wertvolle Bereicherung erfahren durch die Aufnahme der wichtigsten Schaltungen aus der Installationstechnik und der Schaltungen für Block- und Stellwerke. Wenn auch nur eine relativ geringe Zahl von Ingenieuren in die Lage kommen wird, sich mit Installationsschaltungen zu beschäftigen, und wenn auch diese Schaltungen in allen Preislisten zu finden sind, so bedeutet dieses Gebiet doch einen wertvollen Zuwachs der Schaltlehre, weil hier neue Wege und Gesetze gefunden werden mußten, um von den Schaltbedingungen zum Schaltplan zu gelangen. Nach meiner Meinung stellt dieses Kapitel der Schaltlehre eine höhere Stufe der Schaltungen dar als beispielsweise die Ermittlung des Schaltplanes für Kontroller. Vielleicht darf ich für die nächste Auflage noch folgende Anregung geben. Es gibt eine Reihe von Schaltungen, z. B. die Fahrschalter zum Verfahren eines Kranes mit mittlerer Nachlaufbremsstellung oder die Schaltungen für Druckknopfsteuerungen: bei derartigen Schaltungen werden während eines Schaltvorganges gewisse Schaltungen für den folgenden Schaltvorgang vorbereitet. Auch diese Schaltungen lassen sich durch die Schaltlehre erfassen.

Das ganze Buch ist streng logisch aufgebaut und klar geschrieben, so daß es sich nicht nur für den Unterricht, sondern auch als Führer zum Selbststudium eignet und auf das beste empfohlen werden kann. Schwaiger.

[1] B. Thieme, Über die Wirkung von Kristalldetektoren Phys. Z. Bd. 17, S. 615.



Funkschaltungen. Ein Leitfaden d. wichtigsten Empfangs- u. Sendeschaltungen. Von Dr.-Ing. K. Mühlbrett. Mit 198 Textabb., VIII u. 97 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 4,20 RM.

Dieses mit zahlreichen Abbildungen versehene Büchlein unterscheidet sich vorteilhaft von der üblichen Radioliteratur. Es bereichert nicht die zahlreichen „Schaltungszusammenstellungen" um eine weitere, sondern versucht in ernsthafter Weise, das Wesen und die Wirkungsweise der Grundschaltungen und deren Abwandlungen klarzulegen. Ein besonderes Kapitel befaßt sich eingehend mit den Methoden der Erzeugung von Schwingungen, so daß der strebsame Amateur reiche Belehrung findet. Wer dagegen rein Schaltungstechnisches zum gedankenlosen Nachbasteln sucht, wird in dem vorliegenden Buch nicht viel „Neues" finden. Die Einteilung des Stoffes ist übersichtlich und für die leichte Orientierung geeignet. Bei der drucktechnischen Ausstattung wäre es jedoch dringend zu wünschen, daß man für die Abbildungen endlich die normierten Bildzeichen anwendet; die Normung ist erfreulicherweise durchgeführt, und man sollte sie überall anwenden, wenn sie auch in einzelnen Punkten nicht ganz ideal ist. Außerdem sollte darauf geachtet werden, daß für die 1 und für das l unterschiedliche und nicht wie hier gleiche Typen verwendet werden, wenn es im Formelsatz Schwierigkeiten geben kann.

Mendelsohn.

Der neue Haushalt. Ein Wegweiser zu wirtschaftlicher Hausführung. Von Dr. Erna Meyer. 24. verb. Aufl. mit 203 Textabb., 12 Taf. u. 192 S. in 8°. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1927. Preis kart. 5 RM, geb. 6,50 RM.

Bei Besprechung der ersten Auflage dieses Buches[1] ist auf die Bedeutung, welche ein planmäßiges Zusammenarbeiten der Hausfrauen mit den Technikern sowohl für die Hauswirtschaft wie für die Industrie besitzt, eingehend hingewiesen worden. Diese Gemeinschaftsarbeit wurde inzwischen kräftig gefördert. So haben mehrfach Techniker in Hausfrauenzeitschriften und Hausfrauen in technischen Blättern[2] für die Mechanisierung und Rationalisierung der Hauswirtschaft geworben; auch sei bei dieser Gelegenheit an den in Tübingen vom Reichsverband deutscher Hausfrauenvereine einstimmig gefaßten Beschluß erinnert, daß die Einführung des elektrischen Betriebes in den Haushalt aus hygienischen, kulturellen und volkswirtschaftlichen Gründen mit allen Mitteln zu fördern sei und vor allem das wirksamste Mittel sei, um den deutschen Hausfrauen ihren schweren Beruf zu erleichtern und ihnen Zeit und Kräfte freizumachen für Betätigung neben der eigentlichen Arbeit für das Volkswohl.

Auf Einzelheiten der neuen Auflage des Meyerschen Buches näher einzugehen, erübrigt sich an dieser Stelle, da die Elektrotechnik im verflossenen Jahre bei den hauswirtschaftlichen Geräten wesentliche Neuheiten von Bedeutung nicht herausgebracht hat. Erwähnt sei nur als nützliche Ergänzung eine kurzgefaßte Zusammenstellung von Bezugsquellen mit Angabe der Seitenzahlen, auf denen die betreffenden Geräte besprochen sind. Die Tatsache, daß das Buch in einem Jahre 24 Auflagen erleben konnte, spricht am besten für seinen Wert, beweist aber auch, ein wie starkes Interesse heute von den Hausfrauen der Mechanisierung der Wirtschaft entgegengebracht wird.

Thierbach.

Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft E. V. 6. Bd., 1925. Mit 73 S. in 8°. Preis geh. 4 RM. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. S., 1927.

Das Jahrbuch 1925 gewinnt besondere Bedeutung durch einen Bericht von Direktor Helbig über „Die Brennstaubfeuerung, ihre technische Entwicklung, Anwendungsmöglichkeiten und wirtschaftliche Bedeutung nach dem Stande Anfang 1926", der sich besonders angelegen sein läßt, die reichen Erfahrungen der Amerikaner auf diesem Gebiet dem deutschen Feuerungsbau nutzbar zu machen; wie die Folgezeit gelehrt hat, nicht ohne Erfolg. — Über mechanische Feuerungen für Dampfkessel berichtet Direktor Baurichter.

Bei dem in mancher Beziehung vielseitigeren Jahrbuch 1926 steht das Problem der Ölgewinnung aus Kohle im Vordergrund des Interesses, und zwar behandeln Dr.-Ing. Dolch und Professor Dipl.-Ing. Seidenschnur die Schwelverfahren nach der technischen und wirtschaftlichen Seite. Die Verflüssigung der Kohle durch Hydrierung wird als Ergänzung der Schwelverfahren angesprochen. Über zeitgemäße Kraft- und Wärmeanlagen in Textil- und Papierfabriken berichtet Dipl.-Ing. Biener, über elektrische Anlagen in Textil- und Papierfabriken Oberingenieur Schultz bzw. Ingenieur Otto Keßler. Ferner ist der sehr lesenswerte Vortrag von Direktor Lest „Wärme-, Kraft-, Gesamtwirtschaft" abgedruckt.

Beide Jahrbücher gewinnen durch die folgenden Aussprachen, die noch manchen neuen Gesichtspunkt bringen, an Wert.

Dipl.-Ing. Rüter.

[1] ETZ 1926, S. 1246.
[2] Vgl. z. B. die Ausführungen von H. Margis in Heft 11, 1927, der Siemens-Z.

Höhere Mathematik für Mathemat., Phys. u. Ing. Von Prof. Dr. E. Rothe. 2. Aufl. I. Teil: Differentialrechnung u. Grundformeln d. Integralrechnung nebst Anwendungen. (Bd. 21 aus „Teubners Techn. Leitfäden".) Mit 155 Textabb., VII u. 186 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1927. Preis kart. 5 RM.

Das Buch enthält 5 Abschnitte: 1. Zahlen, Veränderliche und Funktionen. 2. Hauptsätze der Differentialrechnung und Grundformeln der Integralrechnung. 3. Funktionen von zwei und mehr Veränderlichen. 4. Differentialgeometrie ebener Kurven. 5. Komplexe Zahlen, Veränderliche und Funktionen.

Dieser Stoff, der nur 180 Seiten in Anspruch nimmt, wird natürlich in sehr komprimierter Form gegeben. Das Buch soll nach der Absicht des Verfassers ein sehr knapp gehaltener Leitfaden sein mit Beispielen, Anwendungen und Übungen. Wie der Stoff auf dem knappen Raum gemeistert ist, unter Wahrung der Strenge der Beweisführungen und Deduktionen, verdient unbedingte Anerkennung. Versetzt man sich jedoch in Gedanken in die Lage eines Studierenden der ersten Semester, so möchte man wünschen, daß die Behandlung des Stoffes weniger knapp wie insbesondere Abschnitt 5 ausgefallen wäre, dann würde die wertvolle Arbeit sich besser zum Selbststudium eignen und die „eigene kräftige Mitarbeit des Lesers" würde mit mehr Behagen geleistet als der Verfasser andeutet und fürchtet. — Wer den gebotenen Stoff gründlich bewältigt hat, ist im Besitz einer sicheren Grundlage für weitere Forschungen und Anwendungen.

Von den Abbildungen wäre bei einer Neuauflage Abb. 8 und die zugehörige Formel zu modifizieren: Das Kurbelgetriebe in schematischen Linien (ohne Zylinder und Kolben), Einzeichnung des Kurbelwinkels von einer Totlage gemessen. Auch Abb. 39 enthält unnötiges Beiwerk (vgl. Grashof, Theoretische Maschinenlehre Bd. 2, Fig. 47 und 56). Diese Kleinigkeiten sind rein äußerlicher Natur und können dem großen inneren Werte des Buches keinen Abbruch tun, das eine wesentliche Bereicherung der mathematischen Literatur trotz des schon von vielen Seiten vorher behandelten Inhaltes darstellt. Es bleibt zu hoffen, daß die beiden letzten Bände des Werkes bald folgen. Das Ganze wird sich sicher viele Freunde sowohl unter Mathematikern als Technikern erwerben.

Duffing.

Begrenzung des Rechts an technischen Schöpfungen. Von Dipl.-Ing. Dr. W. Hensel. Mit 56 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1927. Preis geh. 3 RM.

Der Verfasser behandelt die Frage der Nachbildung ungeschützter Maschinen unter weitgehender Berücksichtigung der einschlägigen Literatur und Rechtsprechung und kommt zu im wesentlichen ähnlichen Ergebnissen wie Julius L. Seligsohn, über dessen Vortrag hier bereits berichtet wurde[1]. Die leicht verständliche Darstellung wird es den Ingenieuren ermöglichen, sich über die in letzter Zeit heißumstrittenen Fragen zu orientieren, inwieweit das UWG., der Ausstattungsschutz und Kunstschutz die Fabrikation ungeschützter Maschinen berühren.

Dipl.-Ing. H. Herzfeld.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Kellner, Die Lehrlings-Beschaffung und -Auslese in der Berliner Metallindustrie. T. H. Berlin 1927.

Otto Köhler, Über den Gruppenwirkungsgrad der menschlichen Körperarbeit und die Bedingung optimaler Kollektivkraftreaktion. T. H. Berlin. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927.

[1] ETZ 1926, S. 1366.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der russischen Elektroindustrie[1]. — Obgleich die russische Elektroindustrie sich schnell entwickelt, ist infolge größeren Bedarfs an elektrotechnischen Erzeugnissen deren Einfuhr im Wirtschaftsjahr 1926/27 beträchtlich gestiegen. Die nachstehende Zahlentafel gibt eine Übersicht des Imports im Vergleich mit dem Jahr 1925/26 zu Gegenwartspreisen in Tschervonzen[2]:

Erzeugnisse	1925/26		1926/27	
	Menge t	Wert 1000 Rbl	Menge t	Wert 1000 Rbl
Maschinen, Transformatoren und Einzelteile	3 603	5 353	8 877	12 815
Apparate	1 454	4 981	2 515	6 766
Elektromedizinische Artikel			41	338
Kabel und Drähte	311,6	713,4	306	656
Glühlampen	145,6	1 916,8	16	179
Montagematerial	1 373,6	1 570	283	364
Isolatoren			933	740
Kohlenerzeugnisse	453,6	172,5	488	221
Verschiedenes	400,8	406,9	122	204
Schwachstromvorrichtungen	31,3	482	37	748
Meßapparate	146	871,4	98	1 295
Akkumulatoren	74	302,7	71	325
Elektrische Lokomotiven usw.	167	259	243	469
	8 160,5	17 028,7	14 030	25 121

Der Zuwachs beträgt dem Wert nach 48 % und mengenmäßig 72 %, während die Gesamteinfuhr der UdSSR. im Berichtsjahr wertlich um 9 % gefallen und der Menge nach nur um 20 % gestiegen ist. Bemerkenswert ist hierbei die lebhafte Entwicklung des Imports elektrischer Maschinen und Transformatoren, der die Hälfte der elektrotechnischen Einfuhr ausmacht. Was die einzelnen Artikel des Zolltarifs betrifft, so ist der Import von Maschinen von mehr als 100 kg um 200 %, von Transformatoren um 50 % gewachsen, während die Einfuhr von Einzelteilen sich wie im Vorjahr beträchtlich verringert hat. Die Durchschnittspreise je 1 t zeigen einen neuen Rückgang. Ungefähr ein Drittel des Imports bilden die Apparate und besonders diejenigen für Schalteinrichtungen. Weiter folgen Meßapparate, unter welchen Präzisionsmeßinstrumente eine besonders große Rolle spielen; die Zählereinfuhr ist trotz wertlicher Erhöhung mengenmäßig stark gesunken; dieses läßt sich durch den Beginn der Herstellung einfacher Energiezähler in den inländischen Fabriken erklären. Der im ganzen unbeträchtliche Import von elektrischen Lokomotiven, Gießöfen und Elektrokarren hat sich beinahe verdoppelt. Eine Abnahme der Einfuhr weisen Montagematerial und „verschiedene elektrotechnische Erzeugnisse" auf, unter denen besonders Isolierröhren zurückgegangen sind; dagegen hat der Import von Hochspannungsisolatoren und Heizapparaten (wegen der mangelhaften und unzulänglichen heimischen Erzeugung) beträchtlich zugenommen. Die stärkste Verringerung ergibt sich für Glühlampen als Folge der erfolgreichen Entwicklung der inländischen Produktion; Glühlampen werden sogar aus der Union nach Persien und

	1925/26		1926/27	
	Menge t	Wert 1000 Rbl	Menge t	Wert 1000 Rbl
Deutschland	4 106	7 300	9 557	15 950
%	54,0	51,0	70,0	65,7
England	896	2 048	1 063	2 573
%	11,8	14,4	7,7	19,5
Schweden	1 336	2 213	1 418	2 347
%	16,8	15,6	10,0	9,6
V. S. Amerika	498	1 491	524	1 311
%	6,6	10,0	3,8	5,4
Frankreich	39	156	323	816
%	0,5	1,1	2,4	3,4
Übrige Länder	717	1 187	823	1 289
%	10,3	7,9	6,1	5,4
Insgesamt	7 592	14 395	13 708	24 286

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 987.
[2] Nach „Der Außenhandel der UdSSR. über die europäische Grenze", N 7 bis 12 (36).

in die Türkei exportiert. Die Verteilung der Einfuhr (abgesehen von Glühlampen, Kabeln und Drähten) nach Herkunftsländern ist aus vorstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Die Bedeutung Deutschlands nimmt auf Kosten der übrigen Herkunftsländer mit Ausnahme von Frankreich zu und nähert sich ihrem Vorkriegsniveau. N. Dehn.

Wie die „Torgowo Promyschlennaja Gaseta" berichtet, soll die Elektroindustrie der UdSSR. nach dem Produktionsplan für das laufende Wirtschaftsjahr Erzeugnisse im Wert von 165,3 Mill. Rbl auf den Markt werfen. Das bedeutet gegenüber dem abgelaufenen Wirtschaftsjahr eine weitere Produktionszunahme um nicht weniger als 41 %. In der Maschinenfabrikation will man vor allem die Erzeugung von Wechselstrommaschinen forcieren (um 102 % mehr), die von Gleichstrommaschinen aber um 5 % einschränken. Weiter sollen 41 Generatoren für Dampfturbinen fertiggestellt werden (21 i. V.). Im Transformatorenbau wird eine Produktionssteigerung um 71 % erwartet; die Preise bewegen sich auf dem Niveau des Jahres 1914. An Glühlampen werden etwa 14 Mill. Stück hergestellt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß den technischen Möglichkeiten nach die Produktion ohne Schwierigkeiten auf das Doppelte gebracht werden könnte. Gleichfalls von Bedeutung ist, daß in der Glühlampenfabrikation die höherwertigen Erzeugnisse weitaus an erster Stelle stehen. In der Telephonfabrikation wird die Fertigung automatischer Anlagen sehr stark gefördert, die Produktion gewöhnlicher Fernsprechapparate hingegen um 33 % eingeschränkt. Die Herstellung elektrischer Zähler soll gegen das Vorjahr um 40 % steigen. An Artikeln, welche bisher nicht erzeugt wurden, sind in erster Linie Teile der Anlagen für die großen automatischen Telephonämter in Moskau und Rostow a. Don, die sich im Bau befinden, zu nennen.

Für Erweiterungsbauten, Wiederherstellungen und Neubauten sollen im laufenden Wirtschaftsjahr 18,8 Mill. Rbl aufgewandt werden, darunter über 1 Mill. Rbl für den Bau eines Zentral-Schwachstromlaboratoriums des Trust „Elektroswjas". Die Fabrikpreise will man um durchschnittlich 4,25 % senken; die Arbeitsproduktivität dürfte sich nach den Berechnungen im Durchschnitt für die gesamte Elektroindustrie um 18,8 % heben.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Im November 1927 betrug die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile wertlich 10 048 385 $, d. s. 2 083 411 $ oder 26 % mehr als im Vormonat (7 964 974 $) und 894 800 $ bzw. nahezu 10 % mehr als in demselben Monat von 1926 (9 153 585 $). Im Vergleich zu diesem ist der Export von großen Gleichstromgeneratoren, Starkstromschalttafeln, größeren Schaltern und Sicherungen, Motoren unter 1 PS, elektrischen Industrielokomotiven, Taschenlampen, Radioempfängern, Waschmaschinen für den Haushalt und isoliertem Leitungsmaterial aus Kupfer z. T. beträchtlich gestiegen. Dagegen ergibt sich u. a. für Dampfturbinensätze, Transformatoren, Scheinwerfer, Wärmevorrichtungen des Haushalts, Fernsprecheinrichtungen, nicht näher bezeichnete Apparate und Kohlenerzeugnisse mit Ausnahme von Elektroden eine merkliche Abnahme des Wertes. Die Lieferungen der Union nach Europa betrugen im Berichtsmonat 1 810 445 $ (darunter für 122 926 $ nach Deutschland), 5 975 542 $ nach der westlichen Halbkugel und 2 262 398 $ nach Asien, Afrika und Ozeanien.

[1] Nach El. World, Bd. 91, 1928, S. 382. Vgl. ETZ 1927, S. 260; 1928, S. 196.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 192: Wer baut Kabelkästen (Hydrantenform), welche gestatten, an unterirdisch verlegte Kabel ortsveränderliche Stromverbraucher mit Gummischlauchleitungen, Spezialschnüren NSGK oder Leitungstrassen anzuschließen?

Frage 193: Wer baut dreifache Regelschalter für elektrische Koch- und Heizapparate von 500 ÷ 600 W?

Frage 194: Wer stellt Schrauben und Nieten aus Aluminium oder Leichtmetall nach den DIN-Normen von 1 bis 15 mm Gewinde her?

Frage 194: Wer stellt Gloria-Regelfassungen für 110 V, 40 W her?

Abschluß des Heftes: 3. März 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 100 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

…HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 15. MÄRZ 1928
…–452)

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang Berlin, 15. März 1928 Heft 11

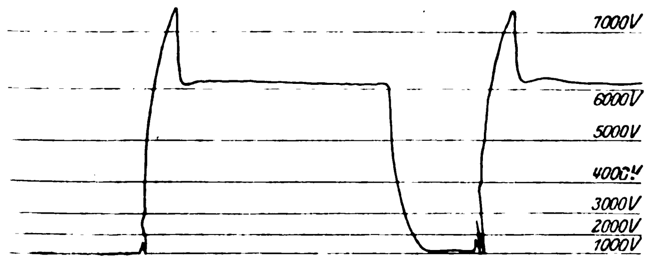
Schwebungserscheinungen und Relaisversager in Kraftübertragungsnetzen.

Von Hans Thoma, Karlsruhe.

Übersicht. Bei Kurzschlüssen in Kraftübertragungsnetzen kommen unter dem Einfluß der stoßartig bremsenden Kurzschlußkräfte parallel arbeitende Synchronmaschinen oder ganze Werksgruppen, welche derartige Maschinen umfassen, sehr leicht außer Tritt. Infolgedessen treten während und auch oft noch nach der Abschaltung des Kurzschlusses Schwebungen der Betriebspannung, der Ströme und namentlich auch des Kurzschlußstromes auf. In der Nähe der Schwebungsknoten sinken die Ströme, insbesondere auch der Kurzschlußstrom, oft auf Werte herab, die ebenso groß oder kleiner als der entsprechende normale Betriebstrom sind. Daher schnappen in diesem Moment bei den üblichen Schutzrelais die Auslöseorgane in die Nullage zurück, und die Verzögerungsmechanismen (Zeitrelais) beginnen bei jeder Schwebung neu zu laufen, so daß dann die Relais den Kurzschluß nicht abschalten. Diese Schwebungserscheinungen werden in der vorliegenden Arbeit näher untersucht und Abhilfemaßregeln besprochen.

Es ist bekannt, daß bei Kurzschlüssen und anderen Störungen in Kraftübertragungsnetzen die selbsttätigen Schutzeinrichtungen oftmals unnötige, über den Herd der eigentlichen Störung weit hinausgehende Abschaltungen vornehmen, ohne daß eigentliche Fehler der Einstellung oder Mängel der Bauweise der Schutzrelais vorliegen. Derartige Beobachtungen macht man auch bei einfachen offenen und nicht mehrfach zusammenhängend ausgeführten Leitungsnetzen, bei denen die Relaisfrage nicht durch die besonderen Schwierigkeiten, wie sie geschlossene und Ringnetze mit sich bringen, belastet wird und ein sicher und fehlerfrei arbeitender Schutz auf den ersten Blick sogar als eine besonders einfach zu lösende Aufgabe erscheint. In einer früheren Veröffentlichung[1] habe ich versucht, die Gründe auseinanderzusetzen, die dafür maßgebend sind, daß schon beim Betrieb einer einfachen, aus einem Synchrongenerator und mehreren Asynchronmotoren bestehenden Kraftübertragungsanlage vorübergehende Kurzschlüsse leicht zu einer weitgehenden Betriebstörung des ganzen Systems führen können, wie dies auch tatsächlich vielfach beobachtet wird.

Die naheliegende Ausdehnung ähnlicher Überlegungen auf Netze mit mehreren Synchronmaschinen führt zu der Betrachtung wesentlich verwickelterer Erscheinungen. Während nämlich bei einer Drehstrom-Kraftübertragung, bei der ein einziger Synchrongenerator eine beliebige Zahl von Asynchronmotoren speist, die Frage der selbsttätigen und schnellen Wiederherstellung des normalen Betriebes nach vorübergehenden Kurzschlüssen oder vorübergehenden Spannungsenkungen im wesentlichen nur die Untersuchung des Verhaltens der Synchronmaschine, ihrer Belastung durch die beim Spannungsrückgang ihren Schlupf vermehrenden Asynchronmaschinen und damit die Untersuchung der Betriebspannung in dem ganzen System erfordert, ergeben sich bei einer Anlage mit zwei und mehr Synchronmaschinen neuartige Erscheinungen aus der Tatsache, daß diese Synchronmaschinen, veranlaßt durch die stoßartige Leistungsentnahme, wie sie ein Kurzschluß mit sich bringt, verbunden mit dem unvermeidlichen Spannungsrückgang, sehr leicht außer Tritt geraten. Soll der Normalbetrieb möglichst schnell und ohne dauernde Störung wiederhergestellt werden, so ist man darauf angewiesen, die Gesamtbedingungen des Netzes so zu wählen, daß die vorübergehend durch den Kurzschlußstoß und die Spannungsenke außer Tritt geratenen Synchronmaschinen sich möglichst schnell wieder fangen oder ihren synchronen Zustand wiederherstellen. Im Jahre 1925 habe ich bereits in einem Fachvortrag vor dem VDE in Danzig auseinandergesetzt, daß zwei derartige außer Tritt geratene Synchronmaschinen oder, kurz gesagt, zwei asynchron arbeitende Synchronmaschinen Schwebungen des Stromes und der Spannung in ihrem Netze verursachen.



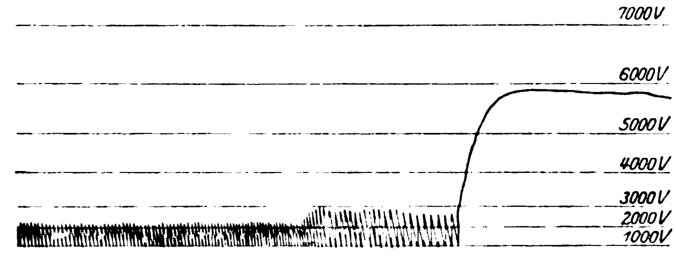


Abb. 1 u. 2. Synchronisierversuche bei 2 Drehstromgeneratoren von rd. 7000 kVA-Leistung mit und ohne selbsttätige Strom- und Spannungsregler.

Mit zwei mit kräftiger Dämpferwicklung ausgerüsteten Generatoren von rd. 7000 kVA Leistung im Kraftwerk Finsing der Mittleren Isar A. G. hatte ich seinerzeit entsprechende Versuche über das Wiedereintrittkommen oder, kurz gesagt, „Fangen" derartiger asynchron laufender Synchronmaschinen angestellt und insbesondere die Bedingungen zu erforschen versucht, unter denen dieses selbsttätige Fangen erleichtert wird. Es zeigte sich damals, daß selbsttätige Strom- und Spannungsregler im allgemeinen das Fangen der Maschine erleichtern, da diese in dem Augenblick, in welchem die Generatoren in Phase sind, schnell die Erregung verstärken. Da wegen Raummangels die in Finsing aufgenommenen Kurven seinerzeit nur in einem erweiterten Sonderdruck veröffentlicht wurden, sind dieselben hier unter Abb. 1 und 2 erneut wiedergegeben. Sie zeigen die mit einem schnellregistrierenden Voltmeter aufgenommene Klemmenspannung der vorerwähnten Wasserkraftgeneratoren, wenn diese in unerregtem Zustand, oder besser bei ganz schwacher Erregung, über je einen Maschinentransformator aufeinander geschaltet werden und man versucht, einmal von Hand und das andre Mal unter Einfluß der selbsttätigen Regler die Maschinen in Tritt zu bringen. Die Schwebungen der Spannung stellen den Schlupf der Maschine dar, der erst

[1] ETZ 1917, S. 17 u. 35.

aufhört, wenn die Maschinen sich fangen, was aus dem raschen Ansteigen der Klemmenspannung ersichtlich ist. Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß bei Handregelung die Schlupffrequenz nur wesentlich kleinere Werte besitzen darf als beim Vorhandensein selbsttätiger Strom- und Spannungsregler, wie aus der Frequenz der vorerwähnten Schwebungen auf den beiden Diagrammen ersichtlich ist. Diese Frequenz wurde bei den Versuchen so gewählt, daß sowohl bei Handregelung als auch bei selbsttätiger Strom- und Spannungsregelung gerade noch ein Intrittkommen der Generatoren erzielbar war.

Abb. 3. Schaltbild der Versuchsanordnung.

Zahlreiche Beobachtungen in den verschiedenen Kraftübertragungsnetzen haben nun gezeigt, daß diese Schwebungserscheinungen bei Kurzschlüssen und anderen Störungen auch im praktischen Betrieb sehr häufig vorkommen. Ihre Erforschung ist aber mit einer befriedigenden Lösung der Relais- oder Überstromschutzfrage deswegen unlösbar verknüpft, weil bei den Schwebungen der Spannung des Kurzschlußstromes ebenso wie des Ausgleichstromes zwischen den Maschinen- oder Werkgruppen die üblichen Relais zu versagen pflegen, ganz gleichgültig, ob es sich um abhängige oder unabhängige Überstromrelais oder um die meist bekannten Bauarten von Selektivrelais handelt. Die Schwebungen der Ströme und Spannungen in einem Netze, in welchem eine oder mehrere Maschinen außer Tritt geraten sind, haben in der Regel eine Dauer von $1 \div 2$ s, manchmal wohl auch $3 \div 4$ s, und während dieser Zeit pflegen die gewöhnlichen Relais noch nicht auszulösen. Zwei Maschinen, welche außer Tritt gekommen sind, muß man daher im allgemeinen von Hand trennen, und es ist selbstverständlich, daß diese Abtrennung häufig viel zu spät erfolgt.

Kurzschlußstelle fließt, wurden in einem mit fünf Schleifen ausgerüsteten Oszillographen aufgenommen. Abb. 4 zeigt ein mit dieser Anordnung aufgenommenes Oszillogramm. Bei dieser Abbildung und bei den Abb. 5 bis 8 sind, der besseren Wiedergabe wegen, aus den Oszillogrammen einzelne Stücke herausgeschnitten worden, die keine bemerkenswerten Veränderungen enthielten. Die beiden oberen, teilweise übereinanderliegenden Kurven sind Strom und Spannung der Maschine *1*, die beiden unteren, ebenfalls übereinanderliegenden Kurven dieselben Größen für die Maschine *2*, während die mittlere Kurve der Kurzschlußstrom I_k ist. Der Anfang des Oszillogrammes auf der linken Seite stellt zunächst den normalen Betrieb dar, bei welchem die Maschine *1* als Generator eine mäßige Leistung an die Maschine *2* abgab, die als Synchronmotor lief. Angetrieben wurden die Maschinen durch Gleichstrom-Nebenschlußmotoren, die an einem gemeinsamen, genügend großen Gleichstromnetz lagen.

Das Modell dieses Kraftübertragungssystems kann natürlich nicht in jeder Hinsicht die Betriebsverhältnisse einer größeren Anlage darstellen, bei welcher meistens die Synchronmaschinen als Generatoren verwendet werden, während in der Hauptsache Asynchronmaschinen neben Verbrauchern, die die Eigenschaft eines konstanten Wechselstromwiderstandes haben, als Strombezieher auftreten. Welche Abweichungen gegenüber den vereinfachten Versuchen hierdurch bedingt werden, soll zum Schluß erörtert werden, es ist aber nötig, zunächst diese einfachsten Versuche zu betrachten, da auch bei dieser besonders einfachen Anordnung bereits ziemlich verwickelte Vorgänge elektrischer und mechanischer Natur auftreten, welche gewissermaßen den Grundstein für eine Theorie der Störungserscheinungen in Kraftübertragungsnetzen und den Schlüssel für viele Relaisstörungen liefern.

In dem Oszillogramm Abb. 4 wird nun an der mit „Kurzschluß" bezeichneten Stelle durch Einlegen des Schalters *S* ein Kurzschluß über die vorgeschaltete Reaktanz hergestellt. Unter dem Einfluß dieses Kurzschlusses sinkt die Betriebspannung der Leitungsanlage erheblich ab, namentlich in demjenigen Teil, welcher der Maschine *2* und dem Abzweig zur Kurzschlußstelle naheliegt. Der Kurzschlußstrom selbst verteilt sich auf beide Maschinen, der größere Anteil wird jedoch schon im ersten Moment von der Maschine *2* geliefert, weil die Reaktanz R_1 die Maschine *1* wenigstens teilweise gegen die Wirkung des Kurzschlusses abschirmt. Infolgedessen wird die Maschine *2* wesentlich stärker abgebremst als die Maschine *1*. Die infolge Erniedrigung der Netzspannung wesentlich re-

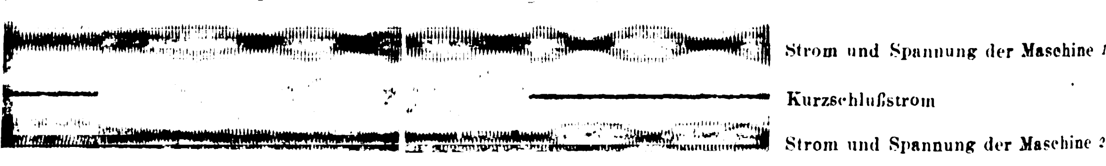


Abb. 4. Schwebungen aller Betriebswerte während des Kurzschlusses und nach Abschaltung desselben.

Die Überlegungen, welche hier zunächst für zwei oder auch mehrere Maschinen angestellt werden, lassen sich in ganz derselben Weise für zwei oder mehrere Werkgruppen, die selbst zahlreiche Synchronmaschinen umfassen können, anstellen. Tatsächlich ist der Fall, bei welchem innerhalb zweier oder mehrerer Werkgruppen der Synchronismus unter dem Einfluß einer doch noch in ausreichendem Maße vorhandenen eigenen Betriebspannung aufrecht erhalten bleibt, während die Werkgruppen selber außer Tritt geraten und asynchron werden, ein sehr häufiger. Bevor ich jedoch an die Diskussion der Bedingungen, welche für diese Vorgänge und ihre Beurteilung maßgebend sind, gehen möchte, halte ich es für zweckmäßig, einige einfache Versuche zu beschreiben, welche mit zwei kleinen Synchronmaschinen mit zwischengeschalteten Reaktanzen angestellt wurden, die gewissermaßen das Modell einer möglichst einfachen Kraftübertragungsanlage mit Synchronmaschinen darstellen. Die Abb. 3 zeigt das einphasige Schaltbild der untersuchten Anordnung. Zwei Drehstrom-Synchronmaschinen M_1 und M_2 sind über eine Reaktanz R_1 zusammengeschaltet. Zwischen dieser Reaktanz R_1 und der Maschine M_2 zweigt eine Leitung ab, die über eine Reaktanz und einen Schalter *S* zu einem Kurzschluß führt. Die in dieser Anordnung auftretenden Ströme und Spannungen der beiden Maschinen sowie der Kurzschlußstrom, welcher in dem Abzweig zur

duzierten synchronisierenden Kräfte zwischen den beiden Maschinen reichen nicht mehr aus, um diese in Tritt zu halten, so daß die Maschinen außer Tritt geraten und asynchron werden. Hierdurch werden die nach dem Kurzschluß sehr deutlich in Erscheinung tretenden, mit nahezu konstanter Periode verlaufenden Schwebungen aller Betriebsgrößen verursacht. Der in der mittleren Kurve ersichtliche Kurzschlußstrom schwebt synchron mit der Betriebspannung der Maschine *2*, da die vor der Kurzschlußstelle liegende Reaktanz R_k nahezu unmittelbar von der Spannung der Maschine *2* gespeist wird. Die Schwebungen der Spannung der Maschine *1* zeigen dagegen eine gewisse Phasenverschiebung gegen die Schwebungen der Spannung der Maschine *2*. Diese Phasenverschiebung wird hervorgerufen durch den zwischen den Maschinen laufenden Ausgleichstrom bzw. den von diesem Ausgleichstrom in der Reaktanz R_1 verursachten Spannungsabfall. Den durch diese Reaktanz laufenden Gesamtstrom kann man sich zusammengesetzt denken aus einem Anteil des Kurzschlußstromes I_k und einem durch die Verdrehung der Spannungsvektoren verursachten Ausgleichstrom. Bei dem vorliegenden Versuch beträgt die Dauer einer Schwebung etwa 32 Per. der Betriebsfrequenz von 50 Hz oder rd. 0,6 s. Sofern man von der Periodizität mit der Betriebsfrequenz absieht und nur die Schwebungsperioden betrachtet, kann man auch für diese Erscheinungen die

in der Elektrotechnik allgemein gebräuchlicheren Betrachtungen, wie sie zur Aufstellung von Vektordiagrammen führen, mit unwesentlichen Veränderungen anwenden, und beispielsweise läßt sich von dem Kurzschlußstrom I_k aussagen, daß er in Phase mit der Betriebspannung der Maschine *2* ist, sofern die Zeitkonstante des Kurzschlußkreises, d. h. der Quotient aus der für die Schwebungsfrequenz gerechneten Reaktanz und dem Ohmschen Widerstande der zum Kurzschluß führenden Leitungen klein ist gegen die Dauer einer Schwebung. Ähnliche Überlegungen lassen sich für die übrigen während solcher Schwebungsvorgänge auftretenden Betriebsgrößen aufstellen, jedoch ist beispielsweise bei den Maschinen selbst die magnetische Zeitkonstante meist von ähnlicher Größe wie die Zeitdauer der Schwebungen, so daß hier das Feld der Maschine hinter dem meistens entmagnetisierenden Kurzschlußstrom nachhinkt.

Kurzschlußversuch bei einer geringeren, vorher eingestellten Übertragungsleistung vornimmt. Die Auslösezeiten der Relais werden aber wohl immer die Größenordnung von 2 s behalten müssen, wenigstens für die Stammleitung größerer Kraftübertragungssysteme, weil schon die Ausschaltzeiten größerer Ölschalter an 1 s heranreichen und man eine gewisse Staffelung nicht aufgeben kann.

Bei dem Versuch, wie er in dem Oszillogramm Abb. 4 dargestellt ist, wurde nun, da eine selbsttätige Abschaltung mit den gewöhnlichen Mitteln nicht erzielbar war, an der durch den Vermerk „Kurzschluß abgeschaltet" bezeichneten Stelle der Kurzschluß von Hand abgeschaltet. Leider zeigt sich nun häufig, daß auch nach Abschaltung des Kurzschlusses die Schwebungserscheinungen bestehen bleiben, sie erstrecken sich jetzt natürlich nur auf die beiden Maschinen und ihre Verbindungsleitung. Um ein

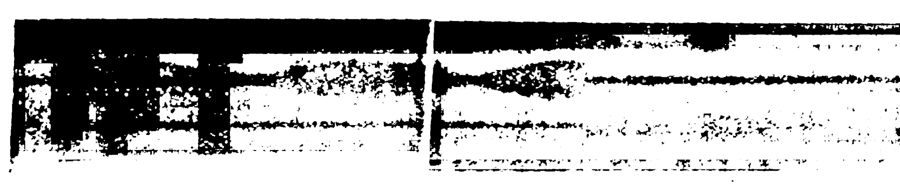


Abb. 5. Schwebungen während des Kurzschlusses, schnelles Fangen der Maschinen nach Abschaltung desselben.

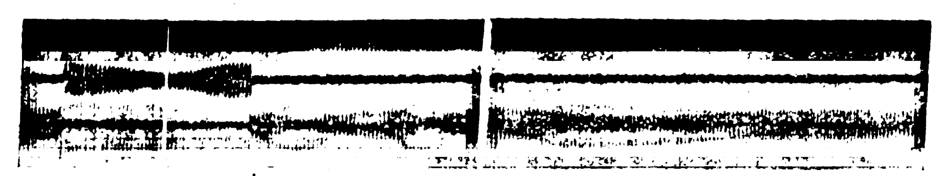


Abb. 6. Langsames Fangen der Maschinen nach Abschaltung des Kurzschlusses.

Für den Einfluß dieser Schwebungserscheinungen auf den Relaisschutz ist nun die Tatsache wesentlich, daß die Frequenz der Schwebungen hauptsächlich von den mechanischen Verhältnissen der Antriebsmaschinen der Stromerzeuger M_1 und M_2 abhängt. Wird durch den Kurzschluß die Netzspannung bis auf einen unbedeutenden Rest vernichtet, so wird in dem ganzen System praktisch keine Wirkleistung mehr übertragen oder umgewälzt bis auf die geringen Kupferverluste in Leitungen und Wicklungen. Es ist klar, daß in diesem Falle die Antriebmaschinen der Synchrongeneratoren *1* und *2* ihre Leerlaufdrehzahlen annehmen. Bei dem im Oszillogramm Abb. 4 dargestellten Versuch waren diese Antriebmaschinen Gleichstrom-Nebenschlußmaschinen an einem gemeinsamen Gleichstromnetz. Ihre Leerlaufdrehzahl und namentlich die Differenz aus ihrer Leerlaufdrehzahl, aus welcher sich die Frequenz dieser Schwebungen berechnen läßt, hängt von der Einstellung ihrer Erregung oder von der im Normalbetrieb gewählten Leistungsübertragung zwischen den Maschinen *1* und *2* ab. Die Vorausbeurteilung dieser Schwebungsfrequenz ist von außerordentlicher Bedeutung. Erfolgen diese Schwebungen mit ähnlicher Frequenz wie bei dem vorliegenden Versuch, so werden die üblichen Relais offenbar versagen. Der Kurzschlußstrom unterliegt nämlich während jeder Schwebung so weitgehenden Veränderungen, daß er vorübergehend weit unter den Normalwert sinkt, den man als normalen Belastungstrom des entsprechenden Abzweigs annehmen möchte. Ein Relais der üblichen Bauart, z. B. ein unabhängiges Überstrom-Zeitrelais, wird also bei jedem Schwebungsknoten des Kurzschlußstromes zurückschnappen und bei jeder Schwebung neu zu laufen beginnen. Da die Dauer einer Schwebung mit beispielsweise 0,5 s während des Versuchs so kurz ist, daß bei der üblichen Einstellung der Relais noch keine Abschaltung eintritt, so ergibt sich hieraus, daß diese Relais nicht imstande sind, einen derartigen Kurzschluß abzuschalten.

Nun sind zwar bei großen Maschinen die Schwebungen oft erheblich länger; auch bei den kleinen Maschinen, wie sie für diesen Versuch verwendet wurden, kann man noch längere Schwebungsdauer erzielen, wenn man den

selbsttätiges Fangen der Maschinen nach Abschaltung des Kurzschlusses zu erreichen, muß man ihre Drehzahleinstellung so wählen, daß insbesondere die Leerlaufdrehzahl möglichst gleich ist; außerdem ist es günstig, ihre Regelungseinrichtungen so zu wählen, daß sie recht weich arbeiten, d. h. einer geringen Drehzahlveränderung, wie sie beim Fangen meist notwendigerweise auftritt, keinen zu großen Widerstand entgegensetzen. Unter diesen Umständen kann nach Abschalten des Kurzschlusses gegebenenfalls ein schnelles Fangen der Maschine eintreten, vgl. Abb. 5. Wird die Einstellung der Regelungseinrichtung so gewählt, daß gerade noch dieses Fangen eintritt, so erfolgt das Fangen langsam und mit langsam abklingenden Schwebungen (Abb. 6).

Leider bedingt in manchen Fällen auch die Einwirkung der bei wirklichen Kraftübertragungsanlagen gegenüber dem Gleichstrom-Nebenschlußmotor mit seiner nahezu momentan wirkenden Drehzahlregelung verschleppt in Wirksamkeit tretenden Regelungsvorrichtungen eine nachträgliche Beschleunigung der Schwebungen und damit eine Erschwerung des selbsttätigen Fangens der Maschine nach Kurzschlüssen. Abb. 7 gibt beispielsweise ein derartiges Oszillogramm, in welchem durch einen einfachen verzögert wirkenden Drehzahlregler die zunächst auftretenden Schwebungen verlangsamt wurden, die Auswirkung des Reglers ging jedoch zu weit, so daß durch Umkehrung der Relativgeschwindigkeit der Maschinen gegeneinander neuerdings beschleunigte Schwebungen in Erscheinung treten. Ebenso kann die Einwirkung selbsttätiger Drehzahlregler nachträglich Maschinen, die während des Kurzschluß-Stromstoßes noch nicht außer Tritt geworfen wurden, zum Asynchronismus veranlassen, vgl. Abb. 8. Schwebungserscheinungen dieser Art muß man möglichst vermeiden oder mindestens das selbsttätige, möglichst beschleunigte Fangen der Maschinen zu erreichen trachten, weil derartige Schwebungen für den Betrieb unerträglich sind und sehr leicht eine allgemeine Netzstörung verursachen.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß die Schwebungserscheinungen von den Eigenschaften der Antriebmaschinen abhängig sind. Sie sind ferner von der Art

der Belastung, wie sie vor Eintritt des Kurzschlusses vorlag, abhängig, und bei der Versuchsmaschinen-Schaltung, wie sie in Abb. 3 dargestellt ist, treten z. B. leichter Schwebungserscheinungen auf, wenn die Maschine *2* als Synchronmotor Leistung von der Maschine *1* bezieht, als wenn umgekehrt die Maschine *1* als Synchronmotor arbeitet und die Maschine *2* als Synchrongenerator betrieben wird. Die Erklärung hierfür ist sehr einfach: bei Eintritt des Kurzschlusses wird insbesondere die Maschine *2* stark abgebremst, während die Bremswirkung auf die Maschine *1*, welche von der Kurzschlußstelle außer durch die im Kurzschlußzweig gelegene Reaktanz R_k noch durch die Reaktanz R_1 abgeschirmt wird, weniger stark ist. Wenn nun schon vor dem Kurzschluß die Maschine *2* als Synchronmotor Leistung von der Maschine *1* bezog, so wird im Kurzschlußfalle dieser Leistungsbezug der Maschine *2*, solange sie mit der Maschine *1* synchron bleibt, noch verstärkt, weil ja die Maschine *2* an sich stärker als die Maschine *1* durch den Kurzschluß abgebremst wird. Die bei dem Spannungsrückgang noch verfügbaren und schon erheblich geschwächten synchronisierenden Kräfte werden daher, sonst gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, in weit stärkerem Ausmaße zur Aufrechterhaltung des Synchronismus herangezogen, wenn bereits vor dem Kurzschluß die Maschine *2* als Motor Leistung bezog, als wenn umgekehrt die Maschine *1* vorher als Generator betrieben wurde.

diesem Außertrittwerfen der schwächstbelasteten und der Kurzschluß nächstgelegenen Maschine, welcher durch Zurückbleiben ihrer Drehzahl oder Frequenz hinter der allgemeinen Netzfrequenz hervorgerufen wird, werden neben der belastenden Wirkung der Kurzschlußströme auch noch die Belastungswirkungen der bereits vor dem Kurzschluß vorhandenen Stromverbraucher mithelfen, und zwar auch dann, wenn sie nur die Eigenschaften konstanter Widerstände haben. Die Wirkung wird natürlich vervielfacht, wenn die Verbraucher ganz oder teilweise Asynchronmaschinen mit konstanter Drehmomentbelastung sind, welche infolge ihrer früher auseinandergesetzten Eigenschaften[2] bei Spannungsrückgang sogar ihre Stromentnahme aus dem Netz steigern und gleichzeitig den außer Tritt fallenden Synchrongenerator abbremsen und entmagnetisieren. Geht diese Entmagnetisierung sehr weit, oder ist der Spannungsrückgang im Netze sehr groß, was im wesentlichen auf dasselbe hinauskommt, so wird bekanntermaßen die in dem Netz umgewälzte Wirkleistung auf jeden Fall sehr klein, und sämtliche Kraftmaschinen nehmen dann unter dem Einfluß ihrer selbsttätigen Regler nahezu ihre Leerlaufdrehzahl an, obwohl bekanntermaßen im ersten Moment des Kurzschlusses eine Mehrbelastung der Maschinen und ein Drehzahlabfall eintreten. Diese Leerlaufdrehzahl der Kraftmaschine liegt bekanntermaßen bei den üblichen Kraftmaschinen, und zwar im allgemeinen schon aus regelungstechnischen Gründen und aus Gründen

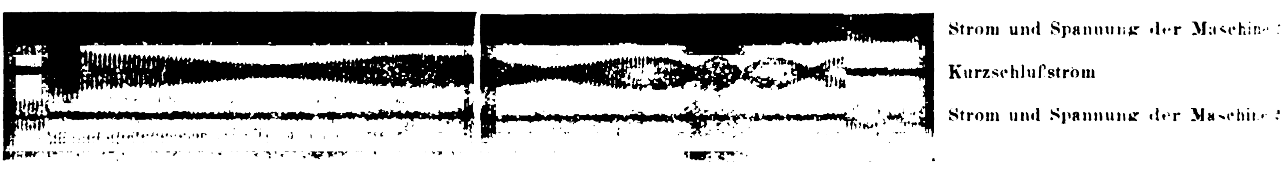


Abb. 7. Schwebungen im Kurzschluß, nachträgliche Einwirkung der Drehzahlregelung auf die Schwebungserscheinungen.

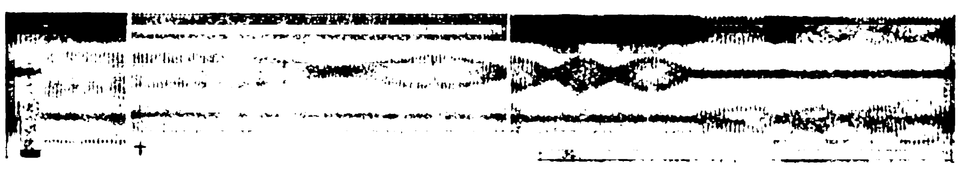


Abb. 8. Kurzschluß zunächst ohne Schwebungserscheinungen, sodann Auftreten der Schwebungserscheinungen durch die Wirkung der Drehzahlregler.

Man wird hiergegen einwenden, daß im praktischen Betrieb die Synchronmaschinen meist nur als Generator laufen, deren Leistung dann hauptsächlich von Asynchronmotoren oder anderen Verbrauchsapparaten, die nicht ohne weiteres außer Tritt fallen, verbraucht wird. Sehen wir nun einmal von den besonderen Eigenschaften der Asynchronmotoren ab, welche bei länger dauerndem Spannungsrückgang ihren Schlupf vermehren und daher ihre wirksame Impedanz vergrößern, und ersetzen wir die gesamten Verbraucher, welche am Kraftübertragungsnetz angeschlossen sind, durch unveränderliche Echt- und Blindwiderstände, so ist zu beachten, daß diese Belastungswiderstände auch nach Eintritt des Kurzschlusses weiter Leistung beziehen und die Synchronmaschinen abzubremsen trachten. Insbesondere im ersten Moment des Kurzschlusses, solange noch die großen Stoßkurzschlußströme laufen und die feldschwächende Wirkung der Kurzschlußströme auf die Maschine noch nicht im vollen Umfange eingetreten ist, bleibt die Betriebsspannung verhältnismäßig hoch und die Bremswirkung der Belastungswiderstände bleibt, wenn auch in vermindertem und infolge der zunehmenden Feldschwächung stetig sinkendem Maße bestehen. Diejenigen Synchronmaschinen, welche vor dem Kurzschluß die kleinste Wirkleistung aufwiesen, werden daher leicht unter dem Einfluß der bremsenden Kurzschlußerscheinungen gegen die übrigen weniger belasteten Synchronmaschinen zurückbleiben und damit außer Tritt fallen, und zwar dann besonders leicht, wenn der Kurzschluß an einer den schwach belasteten Werken oder Maschinen nahegelegenen Stelle auftritt. Bei

des gewöhnlichen Parellelbetriebes, um etwa 5 % höher als die Vollastdrehzahl. Die Drehzahlerhöhung, welche die Maschinen nach dem Kurzschluß aufweisen, wird daher um so bedeutender sein, je größer ihre Wirkbelastung im vorhergehenden Betriebszustande war.

Die bei Kurzschluß eines Netzes auftretende Gefahr des mehr oder weniger weitgehenden Auseinanderfallens der einzelnen Synchronmaschinen oder der einzelnen synchron laufenden Werkgruppen ist daher um so größer, je größer die Verschiedenheit der Belastung der einzelnen Maschinen war, und je ungleichartiger überhaupt die Kurzschlußerscheinungen auf die einzelnen Maschinen oder Werkgruppen einwirken. Beschränken wir jetzt wieder unsere Betrachtung auf zwei einzelne Synchronmaschinen mit den daran hängenden Belastungen, welche Asynchronmaschinen oder konstante Widerstände sein mögen, so ist klar, daß bei vollständiger Symmetrie der ganzen Anlage auch ein symmetrisch gelegener Kurzschluß, d. h. beispielsweise ein Kurzschluß, welcher in der Mitte der Verbindungsleitung zwischen beiden Werken und Maschinen auftritt, gar keinen Anlaß hat, die Werke oder Maschinen außer Tritt zu werfen oder die störenden Schwingungserscheinungen zu verursachen. Er bremst nämlich beide Maschinen- oder Werkgruppen ganz gleichzeitig ab, so daß selbst sehr kleine synchronisierende Momente ausreichen, um den Synchronismus aufrecht zu erhalten. Die hierzu erforderliche Symmetrie darf sich aber nicht auf die elektrischen Konstanten der Maschine oder An-

[2] Vgl. ETZ 1917, S. 17 u. 35.



lage beschränken, sondern sie muß auch ihre mechanischen Eigenschaften umfassen, wozu die Schwungmasse oder besser die auf Einheit der Leistung und Drehzahl reduzierte Schwungmasse, die man meist mit „Schwungziffer" bezeichnet, gehört, ferner die Eigenschaften der Turbinenregler, wie etwa die Empfindlichkeit, Genauigkeit und Schnelligkeit dieser Regler. Bei Wasserturbinenanlagen möge nur kurz darauf hingewiesen werden, daß sich in solchen Fällen Turbinenanlagen mit langen Rohrleitungen anders verhalten müssen als Niederdruckturbinen ohne Rohrleitungen und mit üblicherweise entsprechend kleineren Schwungmassen.

Es ist ganz selbstverständlich, daß ein in diesem Sinne symmetrischer Aufbau der ganzen Anlage schlechthin unmöglich ist, denn er müßte ja für alle möglichen oder gedachten Lagen des Kurzschlusses symmetrisch sein oder eine gleichartige oder gleichweit reichende Abbremsung der Synchronmaschine durch Kurzschlußströme bewirken. Immerhin ist ersichtlich, daß in dieser Richtung doch wesentliche Verbesserungen geschaffen werden können, z. B. sollte man es aus diesem Grunde vermeiden, in einem Werke Maschinen aufzustellen, die verschiedenartige Schwungmassen bei sonst gleichen elektrischen Eigenschaften aufweisen. Bei Werken mit Dampf-Turbomaschinen ist dies beispielsweise der Fall, wenn man neben normalen Kondensationsturbinen der früher allgemein üblichen Bauart eine Abdampfturbine aufstellt oder eine mehrzylindrige Maschine für besonders hohe Dampfausnutzung. Letztere hat nämlich in der Regel eine relativ viel größere Schwungmasse als die normale Kondensationsturbine, und diese wieder hat eine größere Schwungmasse als die Abdampfturbine, bei welcher der schwere Niederdruckteil mit seinen Schwungmassen fehlt. Die nähere Untersuchung der Bedingungen, welche für das Auseinanderfallen der Maschinen im Kurzschlußfalle maßgebend sind, zeigt nun aber, daß es keineswegs nötig ist, in diesem Sinne in einem Werke lauter gleichartige Maschinen aufzustellen, was ja auch undurchführbar wäre, sondern es genügt, wenn man die mechanischen und elektrischen Eigenschaften der Maschinen so abstimmt, daß ihr dynamisches Verhalten bei Kurzschlüssen ein ähnliches wird. Beispielsweise genügt es, in erster Annäherung und bei Kurzschlüssen, die nicht allzu nahe an den Sammelschienen eines Kraftwerkes auftreten, die Schwungziffern der Maschinen umgekehrt proportional ihrem Streuspannungsabfall auszuführen, gegebenenfalls kann man durch nachträglichen Einbau von Drosselspulen diese Bedingungen verwirklichen.

Die Erforschung der Schwebungserscheinungen muß also in diesem Sinne zum Ziele haben, zunächst einmal diejenigen Bedingungen aufzufinden, welche bei eintretenden Kurzschlüssen möglichst das Auseinanderfallen der Maschinen verhindern, zweitens müssen, da dieses Auseinanderfallen nicht immer verhütet werden kann, Einrichtungen erdacht und erprobt werden, welche das selbsttätige und beschleunigte Fangen der Maschine erleichtern, endlich müssen die Relais und sonstigen Schutzvorrichtungen so ausgebildet werden, daß auch beim Eintreten schwebender Kurzschlußströme die Abschaltungen sicher und an der richtigen Stelle erfolgen.

Um zunächst zu beweisen, daß das Außertrittfallen der Synchronmaschinen bei auftretenden Kurzschlüssen nicht immer vermieden werden kann, sei daran erinnert, daß unter dem Einfluß eines direkten Kurzschlusses eine Synchronmaschine einen sehr plötzlichen und in der Regel auch sehr weitgehenden Drehzahlabfall aufweist. Daß die synchronisierenden Kräfte in solchen Fällen nicht imstande sind, zumal bei dem unvermeidlicherweise in Erscheinung tretenden Spannungsabfall, den synchronen Parallelbetrieb mit anderen Maschinen und Werken, welche durch größere Reaktanzen von der Kurzschlußstelle getrennt sind, aufrecht zu erhalten, ergibt sich ohne weiteres, wenn man an die großen Drehmomente denkt, die ein solcher mehr oder weniger direkter Kurzschluß in einer Maschine auslöst. Die Berechnung von Rüdenberg[3], wonach sich der Drehmomentstoß, wie er im Kurzschluß auftritt, zum normalen Drehmoment der Maschine genau so wie der Stoßkurzschlußstrom zum normalen Strom verhält, beruht allerdings auf einem Irrtum. Diese Beziehungen wären nämlich nur dann erfüllt, wenn die im Kurzschluß stromführenden Leiter des Stators der Synchronmaschine in einer für die Drehmomententwicklung genau so günstigen räumlichen Lage unter den Polen des Magnetrades oder der Magnetwalze liegen würden wie beim Normalbetrieb mit dem normalen, meist sehr guten Leistungsfaktor. Für die Abschätzung des Drehmomentstoßes im Kurzschluß ist nämlich noch sehr wesentlich die Kenntnis des Verhältnisses der Streureaktanz der Maschine zu dem Echtwiderstand des Kurzschlußstromkreises, oder mit andern Worten, es kommt auch im Kurzschluß sehr auf den Leistungsfaktor an, wenn man das Drehmoment berechnen will. Uns interessiert hier weniger das beim Kurzschluß auftretende und am Stator haftende Gleichstromglied des Kurzschlußstromes, welches nur hin- und hergehende Kräfte auf den Rotor ergibt, als vielmehr die über mehrere Perioden dauernde und erst allmählich abklingende Bremswirkung des Wechselstromanteils des Kurzschlußstromes. Während man nun auch die Amplituden dieser Kurzschlußströme richtig aus den verschiedenen in Betracht kommenden Streureaktanzen berechnen kann, ohne daß man unter der Voraussetzung, daß diese Streureaktanzen wesentlich größer als die Echtwiderstände sind, diese überhaupt zu kennen braucht, muß man bedenken, daß die Bremswirkung auch unter derselben Voraussetzung dem Echtwiderstand proportional ist, da von dem gesamten Kurzschlußstrom für die Berechnung des Drehzahlabfalles oder der Bremsmomente nicht die entmagnetisierende Blindkomponente, sondern nur die bremsende Wirkkomponente in Frage kommt. Durch Vermehrung der Echtwiderstände des Kurzschlußstromkreises kann daher sogar eine Vermehrung der Bremswiderstände entstehen, und zwar ist dies innerhalb des Gebietes der Fall, in dem eine Vermehrung der Echtwiderstände noch keinen wesentlichen Abfall der Kurzschlußstromstärke bedingt. Die bremsende Wirkung der Kurzschlußströme kann daher auch noch recht erheblich sein, wenn die Kurzschlußstromstärken an sich bei weiter vom Werke gelegenen Kurzschlüssen nicht mehr so bedeutend sind, und zwar ist dies insbesondere dann der Fall, wenn in der Leitungstrecke, die die Synchronmaschine oder das Werk mit der Kurzschlußstelle verbindet, das Verhältnis der Echtwiderstände zu den Blindwiderständen wesentlich günstiger ist als das Verhältnis des Echtwiderstandes der Maschine selbst zu ihrer Streureaktanz. Hätte die Leitung zur Kurzschlußstelle überhaupt keine Reaktanz, so würde man, wie eine einfache Rechnung ergibt, überhaupt sogar das Maximum der Bremsung bei sattem Kurzschluß erst dann erreichen, wenn der Echtwiderstand der Leitung zusätzlich des Echtwiderstandes der Maschine und gegebenenfalls des Maschinentransformators ebenso groß ist wie der Blindwiderstand von Maschine und Transformator.

Eigene Beobachtungen, welche sich hauptsächlich auf Wasserkraftgeneratoren beziehen, haben gezeigt, daß man bei Kurzschlüssen an den Sammelschienen eines Werkes oder in der Nähe desselben mit bremsenden Drehmomenten zu rechnen hat, welche das 5÷10fache des Normaldrehmomentes betragen. Diese Drehmomente sind so groß, daß sie selbst bei erheblicher Betriebspannung nicht mehr durch die synchronisierenden Kräfte anderer Maschinen aufgebracht werden können, so daß im allgemeinen bei derartigen Kurzschlüssen die betreffende Maschine oder das Werk außer Tritt geworfen wird, wenn die übrigen, parallel arbeitenden Werke bzw. ihre Maschinen infolge ihrer entfernteren Lage nicht in ähnlicher Weise verzögert werden. Diese stoßartigen Drehmomente im Kurzschluß klingen allerdings rasch ab, immerhin pflegen sie während der Zeit ihrer Wirkung, welche auch bei größeren Maschinen kaum 1 s übersteigt, eine Drehzahlerniedrigung der Maschine von vielleicht 10 % zu bewirken. Durch Versuche, welche unterdessen von Rickli veröffentlicht wurden[4], wird dies bestätigt.

Die Methoden, welche für die Berechnung der Schwungmasse der Kraftmaschine oder ihrer Regler maßgebend sind, zeigen ebenfalls, daß solche Drehzahlabweichungen in diesem Fallle unvermeidlicherweise zu erwarten sind. Die Schwungziffer normaler Wasserkraftgeneratoren[5], bei welchen nicht besondere Rücksichten auf Rohrleitungen zu nehmen sind, wird in der Größenordnung von 1÷2 gewählt, woraus sich eine Anlaufzeit unter normalem Drehmoment von 3,7÷7,4 s ergibt. Ein bremsendes Drehmoment, welches nur doppelt so groß ist als das normale Moment, und welches 1 s lang in voller Stärke wirken kann, ergibt daher bereits Drehzahlerniedrigungen, die zwischen 50 und 25 % liegen. Andere Maschinen, z. B. Wasserturbinen mit langen Rohrleitun-

[3] Rüdenberg, Elektrische Schaltvorgänge, 1. Aufl., S. 102. Verlag von Julius Springer, Berlin.

[4] Bull. SEV Bd. 16, S. 217.

[5] Unter Schwungziffer γ versteht man im Reglerbau

$$\gamma = \frac{G D^2 n^2}{N} \cdot 10^{6},$$

worin GD^2 das sog. Schwungmoment in kgm², n die minutl. Drehzahl, N die Kraftmaschinenleistung in PS sind.

gen, Kondensationsdampfturbinen, haben zwar viel größere Schwungmassen, aber auch hier genügen diese Drehzahlerniedrigungen, um das selbsttätige Fangen der Maschine unmittelbar nach dem Kurzschluß unmöglich zu machen, vorausgesetzt, daß der Kurzschluß an den Sammelschienen oder in der Nähe des Werkes erfolgt.

Die Dauer derjenigen Schwebungen, bei welchen sich zwei Maschinen gerade nicht mehr fangen, ist im übrigen um so größer, je größer die Schwungmassen der Maschinen sind. Wenn daher auch bei Generatoren, welche mit ihren Kraftmaschinen zusammen über große Schwungmassen verfügen, im Kurzschlußfalle die Drehzahlerniedrigung weniger weit geht, und die Dauer einer Schwebung, welche beim Außertrittgeraten eines Maschinensatzes gegenüber der unverändert gedachten Netzfrequenz in Erscheinung tritt, länger ausfällt, so ist damit keineswegs gesagt, daß sich diese Maschine entsprechend der Erniedrigung der Schwebungsfrequenz leichter fangen würde. Daß kräftige Dämpferwicklungen für das selbsttätige Fangen sehr erwünscht sind, möge hier bemerkt werden.

Großversuche, welche bei einer Schweizer und bei einer amerikanischen Werkgruppe angestellt wurden — allerdings zunächst zum Zwecke der Ölschalter-Erprobung — zeigen, daß auch bei großen Maschinen und großen Leistungen genau dieselben Erscheinungen auftreten. Bei einem in der Schweiz angestellten Versuch ergab sich insbesondere, daß heftige Schwebungen der parallel arbeitenden Werke auch dann zurückbleiben können, wenn der Kurzschluß sofort, d. h. nach wenigen Perioden, abgeschaltet wird. Außerdem ergeben zahlreiche praktische Beobachtungen, welche in dankenswerter Weise von verschiedenen Werken angestellt wurden, die Tatsache, daß auch im praktischen Betriebe Schwebungserscheinungen, Relaisversager und ihre Folgen in ähnlicher Weise auftreten wie bei den von mir benutzten Versuchsmaschinen. Die Drehzahlerniedrigungen gehen demnach in vielen Fällen so weit, daß man nicht mehr unter allen Umständen die Schwebungserscheinungen überhaupt vermeiden kann. Will man bei Kurzschlüssen, welche noch durch Reaktanzen oder sonstige Widerstände von einem Kraftwerk getrennt sind, nach Möglichkeit das Auseinanderfallen der Maschinen verhüten, so muß man offenbar die kinetische Energie, welche in den Schwungmassen jeder Maschine aufgespeichert ist, umgekehrt proportional den Reaktanzen machen, welche die Maschinen von der gemeinsamen Sammelschiene trennen, wozu auch die eigene Streureaktanz der Maschine gehört. Sofern man darüber hinaus auch noch versuchen will, bei Kurzschlüssen, welche dem Werke sehr nahegelegen sind und bei denen die Betriebspannung beinahe ganz verschwindet, das gleiche Ziel zu erreichen, so muß man darüber hinaus auch noch die gleiche Bedingung für die Echtwiderstände der Maschinen und Maschinentransformatoren einhalten. Besonders von Interesse ist die Einhaltung dieser Bedingung beispielsweise bei mehrzylindrigen Dampfturbomaschinen, bei denen jeder Zylinder von einem eigenen Generator angetrieben wird, die ohne weitere Schaltvorrichtung über Trennschalter zusammengeschaltet werden. Hier ist es besonders störend, wenn bei Kurzschlüssen die beiden Teile der Dampfturbinen asynchron werden, so daß es sehr empfehlenswert ist, durch passende Reaktanzen die Maschinen in dem oben angegebenen Sinne dynamisch aufeinander abzustimmen.

Die vielfach übliche, schon durch die Rücksicht auf die Kurzschlußströme und ihre Wirkung angewandte Unterteilung der Sammelschienen eines Kraftwerkes in mehrere durch Reaktanzen getrennte Gruppen ist in diesem Sinne nicht gerade günstig, sofern es sich um die Frage des Außertrittfallens der einzelnen Gruppen bei heftigen Kurzschlüssen handelt. Diejenige Gruppe nämlich, welche dem Kurzschluß nächstgelegen ist, wird am stärksten gebremst, die übrigen entsprechend den gewählten Werten der Schutzreaktanz minder kräftig. Die Schutzreaktanzen begünstigen also hier das Auseinanderfallen der Einzelgruppen des Kraftwerkes. Anderseits darf nicht vergessen werden, daß diese Gruppeneinteilung, besonders wenn jede Gruppe nicht allzuviele Maschinen enthält, das selbsttätige Synchronisieren des Kraftwerkes nach vorübergehender Störung des Synchronismus durch einen bald abgeschalteten Kurzschluß erleichtert. Im allgemeinen wird bei dieser Schaltungsweise selbst bei einem Kurzschluß, der dem einen Teile der Sammelschiene sehr nahegelegen ist, nur in diesem Teile der Sammelschiene bzw. der dazugehörigen Maschinengruppe die Betriebspannung so klein, daß die sychronisierenden Kräfte für diese Maschinen praktisch verschwinden und die Maschinen gänzlich außer Tritt geraten. In den übrigen Gruppen des Kraftwerks wird dagegen unter dem Einfluß der Schutzreaktanzen noch eine gewisse mit der Größe der Schutzreaktanz wachsende Spannung übrig bleiben, die besonders dann, wenn die Maschinen in dem oben angegebenen Sinne aufeinander abgestimmt werden, sehr wohl ausreichend sein kann, um die Maschinen jeder Gruppe für sich im Tritt zu halten. Im allgemeinen wird daher auch bei heftigen Kurzschlüssen in einem derartig aufgebauten Werk innerhalb jeder Gruppe der Synchronismus für sich aufrechterhalten, und es ist klar, daß die selbsttätige Wiedersynchronisierung des ganzen Werkes viel leichter und schneller vonstatten geht, wenn bereits die Maschinen gruppenweise für sich synchronisiert sind.

Das selbsttätige Synchronisieren mehrerer Maschinen, die alle in gleichartiger Weise durch eine Sammelschiene miteinander verbunden sind, hängt offenbar davon ab, daß sich zu einer gegebenen Zeit eine gewisse genügende Majorität der Maschinen innerhalb eines mäßig engen Phasenwinkels zufällig zusammenfindet, wodurch eine größere resultierende EMK in der Sammelschiene entsteht, die diese Maschinen zusammenhält und sie vollständig synchron macht und allmählich auch noch einzelne der noch nicht synchron gewordenen Maschinen mit der gemeinsamen Spannung einfängt und festhält. Es bedarf kaum einer Erläuterung, um darzutun, daß diese Art des Fangens der Maschinen mit sehr schnell wachsenden Schwierigkeiten verbunden ist oder im Sinne der Wahrscheinlichkeitsrechnung um so unwahrscheinlicher wird, je größer die Zahl der gleichartigen Maschinen ist, von denen eine gewisse Majorität sich unter einigermaßen gleichem Phasenwinkel durch Zufall zusammenfinden soll.

Die Untersuchung der Kraftwerke und ganzer Netze führt also wohl zu Bedingungen, die in vielen, aber nicht in allen Fällen das Außertrittfallen der Maschinen bei Kurzschlüssen verhindern oder wenigstens einschränken werden. Um das selbsttätige Wiedersynchronisieren zu erleichtern, würde sich anderseits eine Gruppeneinteilung des Netzes als vorteilhaft erweisen. In diesem Sinne sind für die Kurzschlußvorgänge auch offene Leitungsanlagen den Ringanlagen vorzuziehen, weil sich bei der offenen Anlage eine zweckentsprechende Gruppeneinteilung von selbst ergibt und die Einfügung der Umspannstellen, die schon zufolge der gewöhnlichen wirtschaftlichen Erwägungen angezeigt ist, hierfür selbst diejenigen Bedingungen schafft, wie sie auch für die Störungserscheinungen bei Kurzschlüssen vorteilhaft sind. Beim Bau von Ringanlagen oder weitgehend vermaschten Netzen ist man, um solche Ringe zu bilden, häufig genötigt, eine größere Zahl verschiedener Stromerzeuger und -verbraucher mit einer Anlage einheitlicher Spannung zusammenzufassen, wobei noch häufig die dynamischen Eigenschaften dieser Verbrauchstellen, wie ihre Maschinengrößen, Regelungseinrichtungen und Schwungmassen, außerordentlich verschieden ausfallen. Daß in diesem Sinne die Ringanlage ungünstig ist, bedarf wohl keiner näheren Erläuterung.

Außer den Mitteln, welche durch zweckentsprechenden Aufbau des Netzes das selbsttätige Wiedersynchronisieren gestatten, gibt es noch andere naheliegende Mittel, welche unabhängig von dem Netzaufbau das selbsttätige Wiedersynchronisieren erleichtern oder gegebenen Falles auch zu einem zwangläufigen Vorgang zu machen gestatten. Geht bei Kurzschluß die Netzspannung erheblich zurück, so sinkt auch der gesamte Leistungsverbrauch des Netzes, so daß weder Leistungen beansprucht werden, noch mangels genügender Betriebspannung überhaupt umgewälzt werden können. Das Wiedersynchronisieren der Maschinen und die selbsttätige Herstellung des normalen Betriebes in einem möglichst ausgedehnten Bereich des Netzes, zu welchem die unbedingt abzuschaltende Kurzschlußstelle, sofern der Fehler nicht von selbst verschwunden ist, nicht gehören darf, wird nun offenbar erleichtert, wenn man in einem solchen Falle die Turbinenregler der Kraftmaschinen selbsttätig und schleunigst auf einen gewissen Normalzustand einstellt. Bei weitgehender Spannungserniedrigung ist ja die Drehzahl der Maschine gleich der Leerlaufdrehzahl der Kraftmaschine, und wenn man in einem Störungsfalle durch eine selbsttätige Einrichtung bei allen Kraftmaschinen schleunigst auf denselben Wert einstellen läßt, so wird offenbar das Wiedersynchronisieren erleichtert. Man braucht nicht zu befürchten, daß eine derartige Einrichtung die Drehzahl der Maschinen so genau aufeinander abstimmen könnte, daß ihre Spannungsvektoren nicht noch langsame Bewegungen ausführen könnten, wie dies nötig ist, damit sie sich in der früher erläuterten Weise zufällig wenigstens in einer gewissen Mehrheit in annähernd synchroner Lage zusammenfinden. Die Regelungseinrichtungen werden wohl immer so unvollkommen bleiben, daß auch bei möglichst genauer Einstellung eines einheitlich



gleichen Leerlaufzustandes die Maschinen bzw. ihre Spannungsvektoren Gelegenheit finden, sich langsam gegeneinander zu verdrehen und sich in dieser Weise zu fangen. Gegebenenfalls besteht natürlich auch die Möglichkeit, die Leerlaufdrehzahl um gewisse Beträge absichtlich zu verstimmen, um passende Relativdrehgeschwindigkeiten der Spannungsvektoren zu erreichen. Anderseits ist es aber ganz klar, daß diejenigen Relativgeschwindigkeiten, welche bei gänzlichem Weglassen der in Störungsfällen eingreifenden Hilfsvorrichtungen sich einstellen würden, und die je nach der Verschiedenheit der Belastung und der Eigenschaften der Regler und Kraftmaschinen 5 % und mehr der Normalfrequenz oder Normaldrehgeschwindigkeit betragen, viel größer sind, als dies im allgemeinen für das Fangen der Maschine zweckmäßig ist.

Eine derartige Einrichtung, die im Störungsfalle eingreift, wäre beispielsweise ein Nullspannungsmagnet, der bei erheblichem Rückgang der Spannung die Drehzahleinstellung der Turbinenregler auf einen gewissen normalen Wert bringt, im großen ganzen also eine Einrichtung, die mit den einfachsten Hilfsmitteln herstellbar ist, und die auf die Eigenschaften des Turbinenreglers im normalen Betriebe gar keinen Einfluß hat. Sobald die Netzspannung wiederkehrt, kann diese Einrichtung selbsttätig wirkungslos werden, wobei sämtliche Maschinen bei Wiederkehr des Normalzustandes auf ihre vorhergehende Leistungseinstellung gebracht werden. Im übrigen lassen sich noch vollkommenere Einrichtungen schaffen, welche die Schwebungserscheinungen als solche erfassen und selbsttätig und mit größter Beschleunigung den Synchronismus wiederherstellen. Hierüber will ich, wenn die Einrichtungen praktisch erprobt sind, bei späterer Gelegenheit berichten.

Durch alle diese Vorkehrungen wird jedoch die Notwendigkeit, die üblichen Schutzrelais so umzubauen, daß sie bei derartigen Schwebungserscheinungen nicht gänzlich versagen, keineswegs aus der Welt geschafft. Zunächst einmal ist es nötig, daß Abzweige des Leitungsnetzes, in denen ein Kurzschluß, womöglich gar ein dauernder Kurzschluß vorliegt, unbedingt abgeschaltet werden, und zwar auch dann, wenn der Kurzschlußstrom die oben erklärten Schwebungserscheinungen zeigt. Eine derartige Einrichtung läßt sich in einfachster Form wohl an allen Relais ohne Schwierigkeit in Form einer Zeitrücklaufsperre anbringen. Bei den gewöhnlichen unabhängigen Überstromzeitrelais wäre dies ein Sperrad und eine Sperrklinke, die das Zurückschnappen des Zeitrelais verhindert, wenn vorübergehend der Kurzschlußstrom unter den eingestellten Wert des Überstroms fällt, bei dem das Zeitrelais zu laufen beginnt. Eine zweite Einrichtung, etwa ein besonderes Zeitrelais, oder ein von einer zentralen Uhrenanlage vielleicht alle 10÷20 s ausgehender Stromstoß müßte dann mit angemessener Verzögerung etwa nach 10÷20 s oder auch nach etwas längerer Zeit diese Klinke der Rücklaufsperre herausheben, so daß für einen neuen Störungsfall der ursprüngliche Zustand der Schutzeinrichtung wieder hergestellt wird. Diese Verzögerung der Zeitrückstellung ist so groß zu wählen, daß sie größer ist als die Zeit, in welcher ordnungsgemäß Abschaltvorgänge vor sich gehen, d. h. größer als die Verzögerungszeit der auf längste Zeiten eingestellten Relais, wieder versehen mit einem gewissen Zuschlag, der die Verschleppung der ganzen Abschaltung bei etwaigen Schwebungserscheinungen berücksichtigen würde. An Stelle dieser gewissermaßen unabhängigen Verzögerung der Zeitrückstellung lassen sich auch Rückstelleinrichtungen angeben, deren Verzögerung abhängig von irgendeiner anderen Größe ist, etwa von der Betriebspannung oder dem schon zurückgelegten Wege des Zeitrelais usw. Beispielsweise wird es in vielen Fällen schon genügen, wenn man den Rücklauf des Zeitrelais mit einer starken, nur für den Rückweg wirksamen Dämpfung versieht.

Mit einer derartigen Verzögerung der Zeitrückstellung sollte man nun nicht nur abzweigende Leitungen ausrüsten, sondern sie müssen m. E., vielleicht in sinngemäß veränderter Form, auch bei den Relais, welche die Hauptverbindungsleitungen der Anlage, etwa Fernleitungen zwischen Kraftwerken schützen, angeordnet werden. Wenn infolge des Versagens derjenigen Mittel, die das Wiedersynchronisieren der Anlage ermöglichen, zwei Werke in Schwebungserscheinungen verharren, so ist es außerordentlich mißlich, wenn man es dem Personal der Schalthäuser überlassen muß, in solchen Fällen Abschaltungen von Hand vorzunehmen. Schwebungserscheinungen dieser Art verlaufen im Betrieb in so vielgestaltiger Form, daß normales Personal sich schwer von den Vorgängen ein richtiges Bild zu machen vermag und daher die Abschaltung meist viel zu spät, oftmals erst nach Minuten vornimmt. Auf Grund von Erfahrungen steht fest, daß durch derartige verspätete Abschaltungen leicht außerordentlich weitgehende Beschädigungen hervorgerufen werden können. Selbstverständlich sind übrigens Einrichtungen zur Verzögerung der Zeitrückstellung in den Stammleitungen derartiger Anlagen auch schon deswegen nötig, weil ja auch bei diesen Stammleitungen satte Kurzschlüsse eintreten können, die die unmittelbar benachbarten Werke zu Schwebungen veranlassen können, so daß auch in diesen Stammleitungen häufig der Kurzschlußstrom so stark schwebt, daß bei jeder Schwebung die Relaiseinrichtungen zurückschnappen und die Abschaltung daher versagt.

Selektivrelais der bekannten Art werden ebenfalls durch diese Überlegungen betroffen, und offenbar ist es nötig, die Betrachtungen über Selektivrelais, die ohne Berücksichtigung der hier gezeigten neuen Erscheinungen sehr weitgehend verfeinert würden, auch auf die hier vorliegenden Fragen auszudehnen, wodurch allerdings Schwierigkeit und Umfang der Aufgabe, welche die Schaffung eines wenigstens in der Mehrzahl der Fälle brauchbaren Selektivschutzes stellt, außerordentlich erweitert werden. Um darzutun, daß auch der Selektivschutz tatsächlich derartigen Schwebungserscheinungen unterworfen sein muß, weise ich auf folgenden einfachen Fall hin: An den Enden einer Fernleitung F (Abb. 9) seien zwei Maschinen M_1 und M_2 für den normalen Parallelbetrieb eingeschaltet. Wird nun infolge eines vorübergehenden Kurzschlusses der Synchronismus gestört und werden die beiden Maschinen dementsprechend asynchron, so ist es im allgemeinen für keines der an den Enden der Leitungsanlage eingeschalteten Selektivrelais möglich, diesen Zustand oder wenigstens alle einzelnen Phasen dieses Zustandes von einem wirklichen Kurzschluß auf der Leitung zu unterscheiden. Befinden sich nämlich M_1 und M_2 vorübergehend in Phasenopposition, so würde, gleiche Größe der Maschinen und vollständige Symmetrie der Anlage vorausgesetzt, die Betriebspannung längs der Leitung nach Abb. 9 verlaufen. Am linken Ende wäre beispielsweise unter dem Einfluß von M_1 positive Betriebspannung, am rechten Ende bei genauer Phasenopposition dieselbe Betriebspannung, aber negativ. In der Mitte der Leitung hätten wir in diesem Falle die Spannung Null und an den zwischenliegenden Teilen würde sich die Spannung, wie in der Abbildung dargestellt, nach einer geraden Linie ändern. Diesen Betriebszustand von einem satten Kurzschluß in der Mitte der Leitung zu unterscheiden, ist offenbar grundsätzlich unmöglich, denn würden wir uns in der Mitte der Leitung bei diesem Betriebszustand wirklich eine metallische Verbindung zwischen den einzelnen Phasen denken, so würde diese, wenigstens in dem betrachteten Augenblick, keinen Strom führen. Ein Relais, welches auf einen Kurzschluß einer Leitungstrecke anspricht, muß daher auch in diesem Falle ansprechen, obwohl der Kurzschluß nur ein scheinbarer ist.

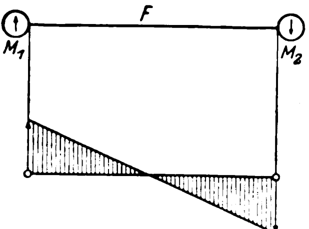


Abb. 9. Betriebspannung einer Fernleitung bei Phasenopposition der Maschinen.

Das Problem des Überstromschutzes wird durch die vorliegenden Betrachtungen erweitert und ausgedehnt auf Fragen der Kraftmaschinenregelung, also auf mechanische Fragen. Es liegt hier wieder ein Fall vor, in dem sich herausstellt, daß es nicht angeht, auf die Dauer scharfe Trennstriche zwischen einzelnen Arbeitsgebieten aufrecht zu erhalten, sondern man muß, wie es in diesem Falle nötig ist, sich ungescheut über solche Grenzen hinwegsetzen und als Elektroingenieur versuchen, in die mechanischen Fragen einzudringen, oder umgekehrt als Maschinenbauer danach trachten, die hier auftretenden elektrischen Probleme zu untersuchen. Die vorliegenden Schwierigkeiten sind daher nur zum Teil in der Sache begründet, und um den Raum für ein gemeinsames Arbeiten der Maschinen- und Elektroingenieure vorzubereiten, schien es mir richtig, diese vorläufigen Versuche und Überlegungen bereits jetzt bekanntzugeben, obwohl aus vorbereiteten Modell- und Großversuchen noch wesentliche Aufschlüsse zu erwarten sind.

Die Verwendung von Kältemaschinen im Rohrpostwesen.

Von **August Ecke,** Augsburg-Göggingen.

Übersicht. Bei Rohrpostanlagen tritt häufig die Bildung von Kondenswasser in den Fahrrohren auf. Die dadurch auftretenden Betriebstörungen wurden bisher durch den Einbau von Kondenstöpfen beseitigt, während man jetzt dazu übergegangen ist, die künstliche Kälte nutzbar zu machen. Die Treibluft wird, bevor sie in die Fahrrohre gelangt, getrocknet, wodurch die Kondenswasserbildung in den Fahrrohren verhindert wird.

Bei Rohrpostanlagen treten vielfach Betriebstörungen infolge der Bildung von Kondenswasser in den Fahrrohren auf, was darauf zurückzuführen ist, daß die Wände der Rohre kälter sind als die Förderluft. Um nun diesen Betriebstörungen vorzubeugen bzw. diese zu beseitigen, hat man den Einbau von Kondenstöpfen vorgenommen, der sich jedoch nicht bewährt hat, denn dann müssen ständig Arbeiterkolonnen unterwegs sein, wobei es sich aber trotzdem nicht vermeiden läßt, daß die Töpfe überlaufen oder im Winter einfrieren und so dennoch Anlaß zu Betriebstörungen bilden. Man ist daher dazu geschritten, die Kältetechnik dienstbar zu machen und dem Übel durch Trocknung der Luft, bevor sie in die Fahrrohre gelangt, vorzubeugen.

Es handelt sich somit darum, die Förderluft durch Abkühlung zu entfeuchten, um eine Anpassung der Temperatur der Förderluft an die des Bodens zu erzielen. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist abhängig von der Temperatur, denn die Luft ist um so trockener, je tiefer die Temperatur liegt. Man kühlt deshalb so tief ab, daß die niedrigste vorkommende Temperatur der Fahrrohre erreicht wird. Nimmt man nun an, daß die Fahrrohre etwa 1,6 m tief im Boden liegen, so ist die niedrigste vorkommende Bodentemperatur + 1° und man nimmt daher praktisch eine Abkühlung auf 0° vor. Sind dagegen die Fahrrohre in geringerer Tiefe verlegt oder wird ein Wasserlauf überquert, so muß die Abkühlung der Fahrrohre auf — 2° bis — 4° erfolgen, um mit Sicherheit eine Kondenswasserbildung zu verhüten und einen trockenen Betrieb zu gewährleisten. Mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes wird man daher die Kühlung nicht tiefer vornehmen, als unbedingt notwendig ist. Das Minimum der Förderlufttemperatur hängt ganz von den örtlichen Verhältnissen ab, auch von der Jahreszeit. Während in den Sommermonaten die Temperatur im Boden verhältnismäßig hoch ist, so daß man, wenn nicht besondere örtliche Verhältnisse vorliegen, eine genügende Entfeuchtung der Förderluft allein durch Wasserkühlung erreichen kann, verschieben sich die Verhältnisse in der Zeit vom September bis Mai so, daß die Bodentemperatur weit unter der durch Wasserkühlung erzielbaren Temperatur der Förderluft liegt. Hier muß nun die Tieferkühlung durch Kälteerzeugungsanlagen vorgenommen werden. Zur Bestimmung der erforderlichen Leistung der Kältemaschine müssen die vorkommenden ungünstigen Verhältnisse zugrunde gelegt werden, die im Spätherbst und Frühjahr auftreten, wo der Boden noch häufig Temperaturen von — 2° aufweist, während die Luft tagsüber bereits + 15 ÷ + 20° hat. Für die Berechnung der Kälteleistung ist auch zu berücksichtigen, ob mit Druckluft oder mit Saugluft gearbeitet wird. Bei einer Druckluftförderung ergibt sich nun beim Winterbetrieb folgende Berechnung:

Angenommen sei eine Bodentemperatur von — 2°, die erforderliche Temperatur der Förderluft mit — 4°, die der Luft beim Ansaugen mit + 15°, nach der Kompression mit + 80°. Es zeigt sich nun, daß eine Entfeuchtung bei Kühlung von + 80° auf — 4° vorzunehmen ist. Es wäre nun höchst unwirtschaftlich, die Entfeuchtung nur durch maschinelle Kühlung vorzunehmen. Man nimmt daher zunächst eine Vorentfeuchtung durch Wasserkühlung vor. Die Vorentfeuchtung der angesaugten und auf 2 at komprimierten Luft erfolgt in einem Luftkühlapparat, in dem die Luft eingebaute Rohrspiralen durchströmt und sich an den Kühlflächen auf eine Temperatur von rd. + 12° bei mit Wasser gesättigtem Zustand abkühlt. Die Kühlung von rd. + 80° auf + 12° erfolgt also lediglich durch frisches Brunnenwasser, und die maschinelle Kühlung erstreckt sich somit auf die weitere Abkühlung der abströmenden Kompressionsluft von einer Temperatur von + 12° auf — 4°.

Der Dampfgehalt der Luft von 1 ata ist 12,84 g/m^3, der doppelte Dampfgehalt der auf 2 ata verdichteten Kompressionsluft demnach 25,68 g/m^3. Der Dampfgehalt der auf + 12° durch Wasser vorgekühlten Förderluft von 2 ata ist 10,6 g/m^3 und der Dampfgehalt der auf — 4° maschinell gekühlten Förderluft von 2 ata 3,6 g/m^3. Die spezifische Wärme von 1 m^3 atmosphärischer Luft beträgt 0,307 kcal, die Verdampfungswärme von 1 g Wasser 0,61 kcal.

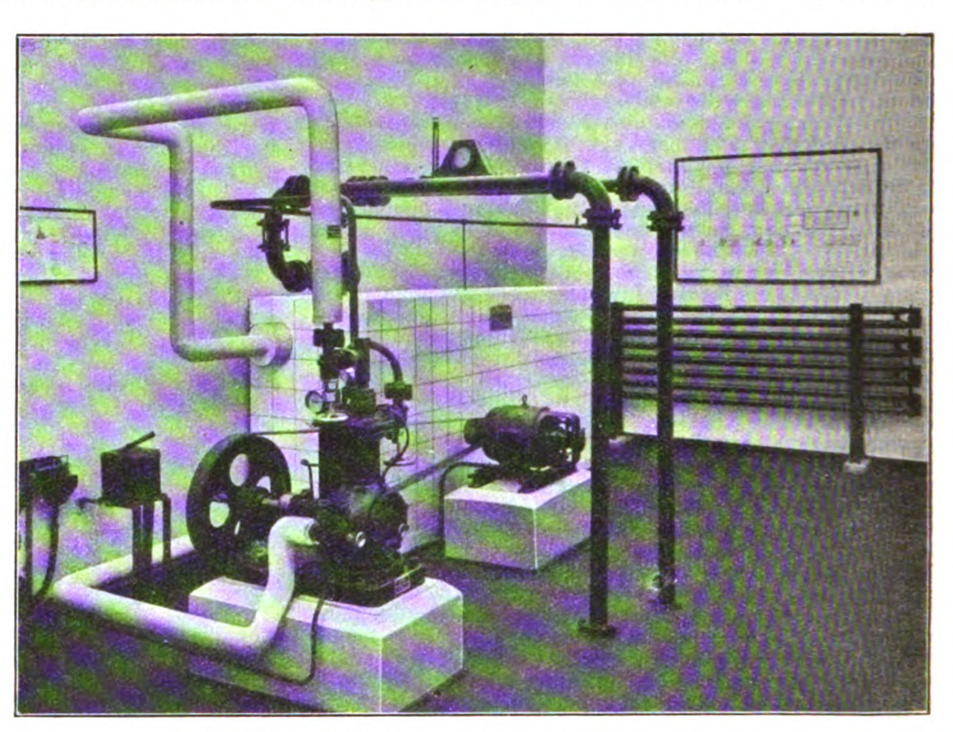


Abb. 1. Ammoniakkompressor für eine Rohrpostanlage.

Es zeigt sich somit folgendes: durch *Wasserkühlung* sind der Förderluft zu entziehen:

a) zur Trocknung
$(25{,}68 - 10{,}6) \cdot 0{,}61 = 15{,}08 \cdot 0{,}61 = 9{,}2$ kcal/m^3,

b) zur Abkühlung von + 80° auf + 12°
$(80 - 12) \cdot 0{,}307 = 68 \cdot 0{,}307 = 20{,}9$ „

ferner durch *maschinelle* Kühlung:

a) zur Trocknung
$(10{,}6 - 3{,}6) \cdot 0{,}61 = 7 \cdot 0{,}61 = 4{,}27$ „

b) zur Abkühlung von + 12° auf — 4°
$(12 + 4) \cdot 0{,}307 = 16 \cdot 0{,}307 = 4{,}9$ „

Insgesamt ist zur Abkühlung und Entfeuchtung der Druckluft eine Wärmemenge zu entziehen von 30,1 kcal/m^3 durch Wasserkühlung, 9,1 kcal/m^3 durch Kältemaschine.

Während der Sommermonate kann man eine Bodentemperatur von niedrigst + 12° annehmen, so daß die Abkühlung der Kompressionsluft durch Wasserkühlung allein zu erreichen ist. Eine Zusatzkühlung der Förder-

luft durch Kältemaschine kommt im Sommer daher nur in besonders ungünstigen Fällen in Betracht.

Bei einem Saugluft-Betrieb hingegen ergibt sich beim Winterbetrieb folgende Berechnung:

Angenommen sei wiederum eine Bodentemperatur von — 2 °, die erforderliche Förderlufttemperatur mit — 4 °, die Ansaugtemperatur mit + 15 °. Der Dampfgehalt der Luft von 1 ata ist 12,68 g/m³, der Dampfgehalt der gesättigten Luft von atmosphärischer Spannung ist bei + 12 ° rd. 10,6 g/m³ und bei — 4 ° rd. 3,6 g/m³.

Es zeigt sich somit nachstehende Folgerung:

Durch Wasserkühlung sind abzuführen:

a) zur Trocknung
$$(12,8 - 10,6) \cdot 0,61 = 2,2 \cdot 0,61 = 1,34 \text{ kcal/m}^3,$$

b) zur Abkühlung von + 15 ° auf + 12 °
$$(15 - 12) \cdot 0,307 = 3 \cdot 0,307 = 0,9 \quad „$$

ferner durch maschinelle Kühlung:

a) zur Trocknung
$$(10,6 - 3,6) \cdot 0,61 = 7 \cdot 0,61 = 4,27 \quad „$$

b) zur Abkühlung von + 12 ° auf — 4 °
$$(12 + 4) \cdot 0,307 = 16 \cdot 0,307 = 4,09 \quad „$$

Insgesamt ist zur Abkühlung und Entfeuchtung der Saugluft eine Wärmemenge zu entziehen von 2,24 kcal/m³ durch Wasserkühlung, 9,17 kcal/m³ durch maschinelle Kühlung. Zieht man nun einen Vergleich zwischen dem Druckluftbetrieb und dem Saugluftbetrieb, so zeigt sich, daß sich lediglich die Leistung des Wasserkühlers verschiebt, die erforderliche Leistung der Kältemaschine die gleiche bleibt.

Bei Rohrpostanlagen handelt es sich nun meistens um einen Ansaugluft- bzw. Druckluftbedarf von rd. 4,5 m³/min, somit um eine Stundenleistung von rd. 270 m³. Die Kältemaschine hat demnach maximal zu leisten
$$270 \cdot 9,17 \approx 2500 \text{ kcal/h}.$$

Berücksichtigt man den Umstand, daß die Luft meist höchstens 80 % relative Feuchtigkeit hat, so reicht für die angegebene Saugluft- bzw. Druckluftmenge eine Kältemaschine von 2500 kcal Stundenleistung vollkommen aus, selbst wenn man noch den unvermeidlichen Verlust durch Wärmeausstrahlung mit etwa 10 % in Betracht zieht.

An die Luftkühler lassen sich natürlich mehrere Gebläse anschließen, nur muß naheliegenderweise bei Erhöhung der Luftansaug- bzw. Druckmenge die Kältemaschine in der Leistung entsprechend größer bemessen werden.

In der Praxis hat sich die Förderlufttrocknung durch Kältemaschinen bestens bewährt. Die bei der Stadtrohrpost in München verwendete Anlage besteht aus einem Ammoniakkompressor, einem Doppelrohr-Gegenstromkondensator und einem Verdampfer-Luftkühler. Für eine Leistung, wie sie in den angeführten Beispielen vorgesehen ist, d. i. ausreichend zur Trocknung und Kühlung von stündlich 270 m³ Luft von + 12 ° auf maximal — 4 ° wäre ein Ammoniakkompressor stehender Bauart, einfach wirkender Konstruktion (Abb. 1) anzuordnen.

Zum Schluß sei noch eine Berechnung vorgenommen, um annähernd die Betriebskosten einschließlich Verzinsung und Amortisation zu erfahren, die sich für die beschriebene kältemaschinelle Förderlufttrocknung ergeben. Setzt man eine achtstündige tägliche Arbeit der Kältemaschine bei voller Leistung und eine Betriebsdauer von 100 Tagen im Jahr voraus und legt man einen Strompreis von 0,20 RM/kWh, einen Wasserpreis von 0,15 RM/m³ und einen Ölpreis von 0,60 RM/kg sowie die nebenamtliche Bedienung der Anlage mit 400 RM zugrunde, so stellen sich die Betriebskosten wie folgt:

a) Strompreis 800 · 0,8 · 1,1 · 0,2	141,00 RM
b) Wasserkosten 800 · 0,15 · 0,32	38,40 „
c) Ölverbrauch 5 kg = 5 · 0,6	3,00 „
d) Ammoniakverbrauch 2 kg	5,60 „
e) Bedienung	400,00 „
zusammen	588,00 RM.

Die ungefähren Kosten der betriebsfertig aufgestellten Anlage betragen 3300 RM. Rechnet man für die Verzinsung 10 % des mittleren Buchwertes, für Amortisation 10 % des Anlagewertes, so sind jährlich aufzuwenden: $S_1 = 0,1 \cdot 3300 \cdot 0,1 \cdot 3300 = 165 \cdot 330 = 495$ RM. Die Gesamtkosten einschließlich Verzinsung und Amortisation betragen demnach jährlich 1083 RM. Die Betriebstunde stellt sich auf 1,35 RM.

Die Ausführungen lassen die Überlegenheit der Kältemaschinenanlage gegenüber der Verwendung von Kondenstöpfen genau erkennen. Ganz abgesehen von dem Lohnaufwand, der für die ständige Entleerung der Kondenstöpfe während der Wintermonate notwendig ist, läßt sich bei Verwendung der Wassersammler nur ein ungenügendes Freihalten der Fahrrohre von Wasser und Eis erreichen und daher waren Betriebschwierigkeiten und damit ein Ausfall in der Gebühreneinnahme und eine Unterhaltungsverteuerung ständig gegeben. Schließlich ist es wirtschaftlich und betriebstechnisch zweckmäßiger, Mängeln vorzubeugen statt diese beseitigen zu müssen.

Meßbereich und Nennlast bei Elektrizitätszählern*.

Von **F. Bergtold**, München.

Übersicht. Die neueste Entwicklung der Elektrizitätszähler-Technik gibt Anlaß, den Begriff des Zählermeßbereiches einer näheren Betrachtung zu unterziehen. In vorliegender Abhandlung sollen die Verhältnisse besprochen und die Betrachtung der Möglichkeiten für eine Entwirrung angeregt werden. Vielleicht können so diese Zeilen den Anstoß zu einer klärenden Aussprache geben.

Charakterisierungsgrundlagen für den Zählermeßbereich.

Zweck der Elektrizitätszähler ist es, durch ihre Angaben eine wichtige Grundlage für die Verrechnung der elektrischen Arbeit zu geben. Die (zusammenhängende) Gesamtheit aller derjenigen Belastungen, die mit dem Zähler gemessen werden können, ohne daß vorgegebene Fehlergrenzwerte überschritten werden, ist unter dem Begriff des Zählermeßbereiches zusammengefaßt. Der Begriff „Zählermeßbereich" steht demnach für Käufer und Benutzer von Zählern im Vordergrund des Interesses.

In vielen Fällen — z. B. bei den elektrischen Zeigerinstrumenten — hat es Berechtigung, die Fehlergrenzen in Prozenten des Belastungshöchstwertes anzugeben. Hierbei ist zur Charakterisierung des Meßbereiches die Angabe einer oberen Belastungsgrenze hinreichend. In anderen Fällen läßt die Natur der Meßmittel es zu, die Fehlergrenzen in Prozenten vom Soll- oder Istwert der jeweiligen Angaben auszudrücken. Hier ist es eine Forderung der Logik, den Meßbereich durch zwei Grenzen, eine Höchst- und eine Mindestbelastung, anzugeben.

Die Elektrizitätszähler gehören zu den letzteren Meßmitteln, deren Fehler — innerhalb eines größeren Belastungsbereiches — einen vorgegebenen Prozentsatz vom jeweiligen Sollwert der Angaben nicht übersteigen. Hier ist also eine zweiseitige Eingrenzung des Meßbereiches am Platze. Die Beglaubigungsvorschriften setzen — in Übereinstimmung damit — die Fehlergrenzen nur innerhalb eines nach oben und unten abgeschlossenen Belastungsbereiches fest. Die untere Grenze liegt bei dem 0,05fachen der Nennlast, während die obere Grenze durch den Höchststrom vom 1,25fachen des Nennstromes gegeben ist.

Zeitliche Wandlung der Begriffe Nennlast und Meßbereich.

In früheren Zeiten war man zufrieden, wenn die Elektrizitätszähler innerhalb des durch die Beglaubigungsvorschriften abgegrenzten Belastungsbereiches hinreichend geringe Fehler aufwiesen. Die normale Fehlerkurve für Wechselstromzähler hatte demgemäß einen Verlauf, wie Abb. 1 ihn zeigt. Wenn auch die damaligen Zähler meßtechnisch nicht weit über das 1,25fache des Nennstromes hinaus brauchbar waren, so gab man ihnen doch aus Gründen der Betriebsicherheit Stromwicklungen, die über den eigentlichen Meßbereich hinaus (d. i. also passiv) überlastet werden konnten.

* Die vorliegenden Ausführungen beziehen sich insbesondere auf Wechselstromzähler.

Nach Kriegsende steigerte sich die Verwendung der Elektrizität im Haushalt, und zwar insbesondere für Anordnungen mit verhältnismäßig hoher Leistungsaufnahme (Bügeleisen, Kocher, Wärmestrahler, Heißluftduschen usw.). Die Fortschritte der Beleuchtungstechnik bewirkten anderseits eine steigende Lichtausbeute in den elektrischen Lampen und damit, wenn auch nicht für alle Haushaltungen, eine kleinere Mindestbelastung. So entstand das Bedürfnis nach Zählern, die bei betriebsmäßig möglichen Überlastungen hinreichend kleine Fehler aufweisen und trotzdem bei sehr geringen Belastungen noch sicher anlaufen. Mit den bisherigen Zählern war eine gleichzeitige Befriedigung beider Bedingungen ausgeschlossen. Zur Erfüllung der Forderungen wurde daher ein meßtechnisch über die Nennstromstärke verwendbarer (schlechtweg: „überlastbarer") Zähler geschaffen. Dieser weist gegenüber den früheren Zählern nicht nur in dem Bereich zwischen dem 0,05fachen und dem 1,25fachen der Nennlast, sondern noch über das 1,25fache der Nennlast hinaus hinreichend geringe Fehler auf. Zunächst begnügte man sich mit einer Erweiterung des Meßbereiches bis auf das 1,5fache der Nennlast (Abb. 2 und 3). Später folgten Zähler mit Meßbereichen bis zum 2fachen, sogar bis zum 3fachen der Nennlast (Abb. 4 und 5). Es wurde so die meßtechnische Ausnutzung des Zählers bis nahe an diejenige Belastungsgrenze getrieben, welche durch die Erwärmung der Stromspulen gezogen war.

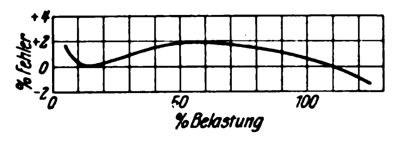


Abb. 1. Fehlerkurve eines Vorkriegs-(Induktions-) Zählers.

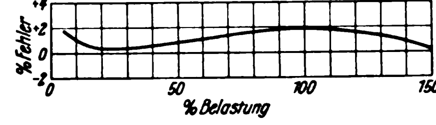


Abb. 2. Fehlerkurve des Zählers Form L der Isaria-Zählerwerke (1922).

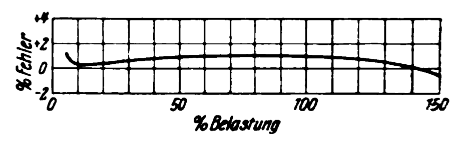


Abb. 3. Fehlerkurve des Zählers Form LJg der AEG (1925).

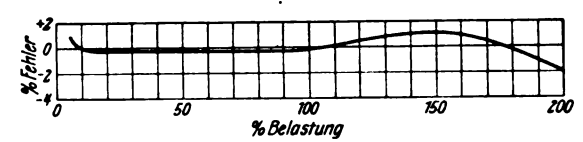


Abb. 4. Fehlerkurve des Zählers Form W 8* der SSW (1926).

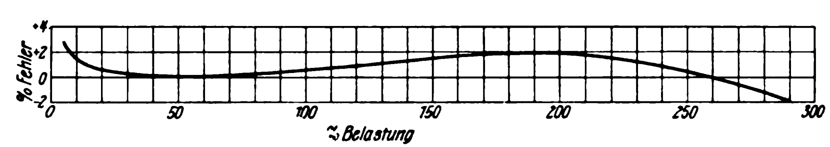


Abb. 5. Fehlerkurve des Zählers Form L4g der Isaria-Zählerwerke (1927).

Im weiteren Verlauf der Entwicklung sind Zähler, die meßtechnisch bis auf das Zweifache überlastbar waren, mit stärker bemessenen Hauptstromwicklungen ausgestattet worden. Dies ergab eine Belastbarkeit wieder über die Grenze hinaus, welche durch die Forderung nach hinreichender Meßgenauigkeit gezogen ist. Den so ausgebildeten Zählern wurde nun — mit Rücksicht auf die weitergehende, passive Belastbarkeit — als Nennlast diejenige Belastung zugeschrieben, welche beim meßtechnisch überlastbaren Zähler einer 100prozentigen Überlast entspricht[1] (Zähler mit heraufgesetzter Nennlast). Die Fehlerkurve eines Zählers mit erhöhter Nennlast ist durch Abb. 6 gezeigt. Hierin ist der Maßstab für die prozentuale Belastung verdoppelt, um dem Gedanken Ausdruck zu verleihen, daß die zugehörigen Zähler rein meßtechnisch überlastbaren Zählern mit einer Nennlast von der Hälfte des angegebenen Wertes entsprechen. — Würde man die angegebene Nennlast selbst zugrunde legen, dann wäre die Verdoppelung des Abszissenmaßstabes nicht gerechtfertigt, und es ergäbe sich die Fehlerkurve eines meßtechnisch kaum überlastbaren Zählers, der — zum Unterschied gegenüber den anderen meßtechnisch nicht überlastbaren Zählern (Abb. 1) — statt erst beim 0,05fachen schon unter dem 0,025fachen der Nennlast hinreichend geringe Fehler aufweist (Abb. 7).

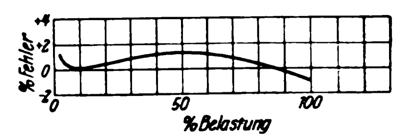


Abb. 7. Fehlerkurve des Zählers Form J E der AEG vom Standpunkt der angegebenen Nennlast aus gesehen.

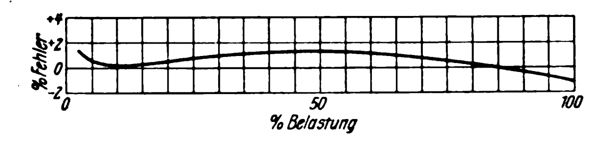


Abb. 6. Fehlerkurve des Zählers mit erhöhter Nennlast Form J E der AEG (1927) vom Standpunkt der meßtechnisch überlastbaren Zähler aus gesehen.

[1] Diese Zähler halten die auf die erhöhte Nennlast bezogenen Überlastungen noch vorschriftsmäßig aus (R.E.Z. 1927).

Kennzeichnung von Nennlast und Meßbereich.

Meßbereichgrenzen und Nennlast sind bestimmte Belastungswerte, d. h. Produkte aus Spannung und Strom und bei Wechselströmen noch aus einer Funktion des zeitlichen Verschiebungswinkels zwischen Spannung und Strom. Die Winkelfunktion wird hier außer acht gelassen. Dies hat insofern Berechtigung, als die Begriffe Nennlast und Meßbereich in der Regel nur auf solche Belastungen bezogen werden, für welche die Winkelfunktion den Wert 1 aufweist. Das Produkt aus Strom und Spannung muß — zur Kennzeichnung von Nennlast und Meßbereich — nach Größe **und** Aufbau festgelegt werden, da ja die Spannungswicklung der Spannungshöhe, die Stromwicklung der Stromstärke entsprechen muß. Die Festlegung ist auf dreierlei Weise möglich:

1. durch Angabe von Spannung und Strom,
2. durch Angabe von Spannung und Produkt aus Spannung und Strom,
3. durch Angabe von Strom und Produkt aus Spannung und Strom.

Die Formulierung 3. scheidet aus, weil sie die Nennspannung nicht direkt erkennen läßt. Die Nennspannung ist aber in den allgemein gebräuchlichen Parallelschaltungsanlagen ein für jedes Verteilungsnetz in erster Linie charakteristischer, absolut fest gegebener Wert.

Die Angabe des Stromes (gemäß 1.) ist dadurch gerechtfertigt, daß die Kupferquerschnitte von Leitungen und Stromwicklungen wie auch die Sicherungen vor und hinter dem Zähler, unabhängig von der Spannung und damit auch von der Leistung, nur für die in den Leitungen fließende Höchststromstärke zu bemessen sind.

Die Angabe des Produktes aus Strom und Spannung (gemäß 2.) wäre insofern begründet, als durch den Abnehmer in erster Linie nicht eine bestimmte Stromstärke und eine bestimmte Spannung, sondern eine bestimmte Leistung gefordert wird. Die verlangte Leistung ist aber nicht von der Spannungshöhe oder von der Stromstärke, sondern einzig von Art und Umfang der Elektrizitätsanwendung durch den Abnehmer abhängig. Die Angabe des Produktes aus Strom und Spannung an Stelle der Angabe der Stromstärke würde vor allem deutlich machen, daß es nicht angängig ist, für die gleiche Art von Abnehmern zu verschiedenen Nennspannungen verschiedene Grenzbelastungen vorzusehen. Da das Produkt aus Strom und Spannung sehr leicht zu bilden ist, so genügt immerhin zur Kennzeichnung von Nennlast und Meßbereich — wie heute auch üblich — die Angabe von Spannung und Strom.



Festlegungsgrundlagen für Nennlast und Meßbereich.

Es ist üblich, die Nennlast als Bezugswert für die Angabe der technischen Daten des Zählers (Ankerdrehzahl in der Minute, Triebmoment, Eigenverbrauch) und für die Eingrenzung des Zählermeßbereiches zugrunde zu legen. Da die Beziehung zwischen Meßbereichsgrenzen und Nennlast nicht einheitlich festgelegt ist (vgl. die Abb. 1 bis 7), wird der Meßbereich hierbei in Prozenten oder Teilen der Nennlast angegeben. Auf diese Weise ist eine eindeutige Festlegung aller interessierenden Werte wohl möglich. Trotzdem erscheint mir das übliche Bezugssystem nicht als restlos befriedigend. Der Hauptnachteil liegt m. E. darin, daß der zugrunde gelegte Begriff — d. i. die Nennlast — nicht genügend definiert ist. Für einen weiteren Nachteil sehe ich die nur indirekte Angabe des Meßbereiches, d. h. der meßtechnisch wichtigsten Größe an.

Als Definitionsgrundlage für den Begriff der Nennlast könnte man alle Größen nehmen, die mit irgendeinem bestimmten Belastungswert des Zählers in einem eindeutigen Zusammenhang stehen. Es sind dies: das Triebmoment, die Erwärmung der Stromwicklung, der Eigenverbrauch der Stromwicklung, die Ankerdrehzahl, die Meßbereichgrenzen. Erwärmung und Eigenverbrauch der Stromwicklung sind wegen der für verschiedene Strombereiche verschiedenen Ausführung der Wicklung, die Ankerdrehzahl wegen ihrer Abhängigkeit von der Zählwerksübersetzung nur bedingt eindeutig von dem Belastungswert abhängig. Es bleiben also nur Triebmoment und Meßbereichgrenzen. Das Triebmoment dürfte als Bezugsgröße für die Nennlast ebenfalls ausscheiden, da ja die Ansichten über die zweckmäßigste Höhe des Triebmomentes auseinandergehen.

So ergibt sich endlich als einzige Grundlage für den Begriff der Nennlast der Zählermeßbereich. Wenn aber, wie gezeigt, die Nennlast aus dem Meßbereich definiert werden muß, so steht dem nichts entgegen, daß der Zusammenhang möglichst einfach und vor allem einheitlich festgelegt wird. Der Meßbereich von Zählern muß, wie im ersten Abschnitt erwähnt, durch zwei Grenzen eingeschlossen werden. Da die gegenseitige Lage der Grenzen nicht für alle Ausführungsformen einer oder gar mehrerer Zählerarten die gleiche zu sein braucht, so muß zur Definition der Nennlast eine der beiden Grenzen ausgewählt werden. Für die obere Grenze spricht, daß man unter Nennlast allgemein einen nahe der oberen Meßbereichgrenze liegenden Belastungswert versteht. Der Einfachheit halber wird man m. E. wohl am zweckmäßigsten den oberen Meßbereichgrenzwert selbst als Nennlast bezeichnen. Die obere Meßbereichgrenze ist durch einen Fehlerhöchstwert bestimmt. Für Wechselstromzähler ließe sich etwa die obere Meßbereichgrenze als der Belastungswert festlegen, bei dem der Fehler gerade um einen bestimmten Wert, beispielsweise 2 %, unter die (im ersten Drittel der Fehlerkurve vorhandene) Einsenkung gesunken ist (Abb. 8), oder als diejenige Belastung, bei welcher der Abfall von der höchsten Erhebung (in der zweiten Hälfte der Fehlerkurve) gerade eine festgelegte Größe, beispielsweise 4 %, erreicht.

In Abb. 8 sind die Fehlerkurven dreier Zähler ohne Rücksicht auf die angegebene Nennlast, aber unter dem Gesichtspunkt des Meßbereiches vereinheitlicht worden. Man könnte annehmen, daß durch diese Vereinheitlichung der Vergleich der übrigen Zahlenwerte erschwert worden wäre. Daß das Gegenteil der Fall ist, zeigt nachstehende Übersicht:

Technische Daten.

	Bezogen auf die angegebene Nennlast	Bezogen auf den Meßbereichgrenzwert
Triebmoment	5 cmg	9,7 cmg
	4 „	11,5 „
	10 „	11,5 „
Nennlastdrehzahl	60 Umdr./min	115 Umdr./min
	30 „	87 „
	79 „	91 „
Anlauf in % der Nennlast	0,4 %	0,21 %
	0,5 „	0,17 „
	0,18 „	0,16 „
Verbrauch im Hauptschluß	1,4 W	5,2 W
	0,6 „	5,1 „
	2,3 „	3,0 „

Die gute Übereinstimmung der auf den oberen Meßbereichgrenzwert bezogenen Daten ist kein Zufall, sondern erklärt sich daraus, daß alle drei Zählertypen dem heutigen Stande der Technik in ungefähr ähnlicher Weise entsprechen.

Wir kommen nun zur Festlegung der unteren Meßbereichgrenze. Hierfür sind zwei Möglichkeiten vorhanden:

1. Festlegung mit Bezug auf die Anlaufleistung,
2. Festlegung durch einen Fehlergrenzwert.

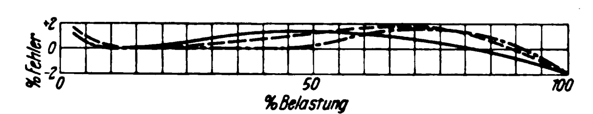


Abb. 8. Die Fehlerkurven aus den Abb. 4, 5 und 6 bezw. 7 in einer bezüglich der Nennlast vereinheitlichten Darstellung.

M. E. kommt praktisch schon der Einheitlichkeit halber nur die zweite Möglichkeit in Betracht. Es wäre also die untere Meßbereichgrenze etwa gegeben durch diejenige Belastung, bei welcher der Fehler gerade um 4 % höher liegt als für die obere Meßbereichgrenze. Die Verkehrsfehlergrenzen sind auf den Höchstwert der Belastung bezogen. Die obere Meßbereichgrenze stellt an sich einen derartigen Belastungshöchstwert dar. Es erscheint daher zweckmäßig, das Anwendungsgebiet einer Zählerform einheitlich durch zwei Höchstlastgrenzwerte einzuschließen. Der untere Höchstlastgrenzwert ergäbe sich dabei aus der unteren Meßbereichgrenze durch Vervielfachen des zugehörigen Belastungswertes etwa mit dem Faktor 10. (In diesem Falle würde die untere Meßbereichgrenze einer Belastung von 10 % des unteren Höchstlastgrenzwertes entsprechen.) Für die Faktoren 10 bzw. 20 lägen die unteren Höchstlastgrenzen gemäß Abb. 8 im Durchschnitt etwa bei 15 % bzw. 30 % der Nennlast.

Zahlenmäßige Festlegung von Nennlast und Meßbereich.

Das Bestreben einer Reihe von Zählerfabriken, die obere Meßbereichgrenze der durch die Erwärmung bedingten höchsten Dauerlast möglichst zu nähern, hat eine große Berechtigung, denn was nutzt es, wenn ein Zähler dauernd sehr hoch belastet werden darf, dabei aber seinen eigentlichen Zweck — richtig zu messen — nicht erfüllt? Betriebsmäßig darf die obere Meßbereichgrenze nur unwesentlich überschritten werden. Die betriebsmäßigen Belastungen werden ebenso wie die Überlastungen durch die stets vorhandenen Sicherungen eingegrenzt. Maßgebend für den oberen Grenzwert des Zählermeßbereiches und damit für die Nennlast erscheint demnach die Auslösestromstärke der Sicherung, d. h. die Nennstromstärken der Zähler müssen — gemäß der hier zugrunde gelegten Betrachtungsweise — den Auslösestromstärken der Sicherungen entsprechen. Die kleinste vorschriftsmäßige Sicherung hat eine Nennstromstärke von 6 A und muß innerhalb dem 1,5fachen und dem 2,1fachen dieser Stromstärke — d. i. zwischen 9 und 12,6 A — abschmelzen. Das ergäbe für die Zähler einen Mindestnennstrom von rd. 10 A und somit bei 220 V Nennspannung eine Nennlast von 2,2 kW. Erkennt man diesen Wert von 2,2 kW als zweckentsprechend an, so ergibt sich für 110 V ein Mindestnennstrom von 20 A, was m. E. etwas hoch erscheint.

Obwohl mit Rücksicht auf den weiten Meßbereich der heutigen Zähler die Stufung der Nennstromstärken nach einer geometrischen Reihe mit dem Faktor $3 \div 4$ leicht möglich wäre, so ist, entsprechend den bestehenden Normen, eine feinere Abstufung doch erwünscht. Die hierdurch größere Auswahl an Nennstromstärken hat mehr Unabhängigkeit der Nennlast von der Nennspannung zur Folge. Mit Rücksicht darauf, daß die Hauptverteilungspannungen 110 V und 220 V betragen, erscheint mir die Abstufung 1 : 2 für die Stromstufenreihe als vielleicht am meisten geeignet. Eine Übereinstimmung der Sicherungsauslöseströme mit diesen Stromstufen wäre auf alle Fälle wohl erwünscht.

Neues Verfahren zum Regeln von Asynchronmaschinen mit Mehrphasen-Kollektormaschinen.

Von **A. Heyland**, Brüssel.

(Schluß von S. 388.)

II. Neues Regelungs-Verfahren.

Das neue Verfahren zum Regeln von Asynchronmaschinen mit Mehrphasen-Kollektormaschinen hat zum Zweck, diese Regelung dadurch zu bewirken, daß die Phase der von der Kollektormaschine erzeugten Spannung gegenüber der Phase des Stromes geändert wird. Das Verfahren ist begründet auf der Wirkung einer schwachen zusätzlichen Belastung, bewirkt durch einen Ohmschen Widerstand, welcher an den Anker der Kollektormaschine angeschlossen ist und infolge einer Differentialwirkung auf die Werte der resultierenden Stromwindungen im Ständer und Anker der Kollektormaschine diese Änderung der Phase der Spannung bewirkt. Die erzielten Wirkungsweisen sind verschiedene. Wenn die Kollektormaschine lediglich als Erregermaschine benutzt wird, kann die Regelung der Erregung der Asynchronmaschine durch das Verfahren allein erzielt werden. Wenn die Kollektormaschine zum Regeln der Drehzahl einer Asynchronmaschine angewandt wird, kann das Verfahren in erster Linie zum Regeln der Phase und Frequenz der von ihr erzeugten Spannung dienen.

a) Selbsterregte Serien-Mehrphasen-Erregermaschine.

Die bekannte Wirkungsweise, z. B. einer solchen dreiphasigen Erregermaschine *N* (Abb. 7), angeschlossen an einen Motor *M*, ist zunächst erläutert im Vektor-Diagramm (Abb. 8). Die drei Phasen des Ständers der Erregermaschine sind zu ihrem Anker in Serie geschaltet durch ihren Kollektor, dessen Bürsten so eingestellt werden, daß (Abb. 8) die resultierenden Stromwindungen auf dem Anker, dargestellt durch Vektor *o—a*, und auf dem Ständer, *a—b*, mehr oder minder entgegengesetzt sind, zwischen ihnen jedoch ein Winkel x bleibt, im allgemeinen ungefähr 30° elektrisch, so daß sie sich nicht völlig annullieren und eine Komponente *o—b* bilden, die magnetisierenden Stromwindungen, welche das Feld der Maschine erzeugen. Die im Anker induzierte Spannung, Vektor *o—e*, liegt dann, unter Vernachlässigung der Streuung, um 90° verschoben zum Felde und zum Vektor *o—b*. Die Komponente dieser Spannung in Phase mit der Phase *o—i* des Stromes im Anker, der Vektor *o—e′*, bildet schließlich die nutzbare Spannung der Erregermaschine für Leerlauf des Motors, erzeugt dessen Magnetisierungstrom im Sekundärkreise und muß dem Ohmschen Spannungsabfall dieses Stromes im Sekundärkreise des Motors entsprechen.

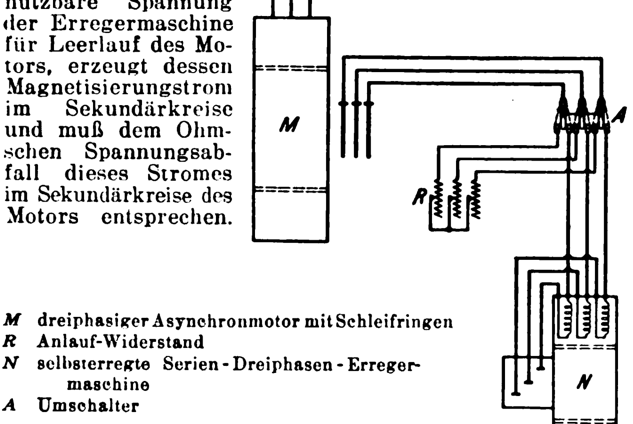
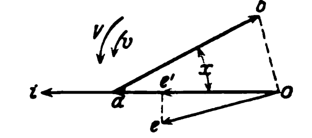


Abb. 7. Motor mit dreiphasiger Erregermaschine (bekannte Anordnung).

Wenn eine solche Maschine an einen Kreis rein Ohmschen Widerstandes angeschlossen wäre, so würde der Unterschied zwischen der Phase *o—i* des Stromes und der induzierten Spannung im Anker *o—e* eine relativ höhere Frequenz der erzeugten Spannung und des Stromes zur Folge haben, die abhängt von der Form des Diagrammes und von der Phase der dann auch im Ständer durch das Feld höherer Frequenz induzierten Spannung. Im Anschluß der Erregermaschine an den Sekundärkreis des Motors hingegen, welcher zunächst leer laufe, reduziert die Selbstinduktion dieses letzteren die Frequenz auf einen niedrigeren Wert, indem sie die Komponente *e—e′* erzeugt. Mit anderen Worten: die Komponente *e′—e* der an sich schon sehr niedrigen Spannung *o—e* hat eine ganz geringe Schlüpfung des Motors zur Folge, welche eine entgegengesetzte Spannung *e—e′* im Sekundärkreise induziert, so daß die bleibende Komponente, Spannung *o—e′*, mit der Phase *o—i* des Stromes zusammenfällt. Nimmt man als äußeren Stromkreis der Erregermaschine eine unendlich große Selbstinduktion an, so würde der Strom Gleichstrom, der sich in irgendeiner Weise auf die drei Phasen verteilt.

V Drehsinn des Ankers, *v* Drehsinn des Drehfeldes im Ständer (Schlüpfung des Motors normal untersynchron)
o—i Phase des Stromes im Anker
o—a Stromwindungen des Ankers
a—b Stromwindungen des Ständers
o—b magnetisierende Stromwindungen



o—e induzierte Spannung im Anker
o—e′ Erregerspannung des Motors bei Leerlauf

Abb. 8. Diagramm der Stromwindungen der Erregermaschine (ohne Regelung).

Die Wirkungsweise einer derartigen Erregermaschine hat somit eine sehr große Ähnlichkeit mit der einer Serien-Gleichstrommaschine mit dem Unterschiede, daß die Achsen des Feldes im Ständer nicht fest liegen sondern sich drehen, zunächst mit einer ganz geringen Frequenz und ausreichend, um im Sekundärkreise des Motors die genannte Komponente *e—e′* der induzierten Spannung *o—e* zu überlagern oder, wenn man den Motor belastet, mit einer Frequenz, die sich dann selbsttätig der durch die Belastung hervorgerufenen Frequenz der Schlüpfung anpaßt. Dieser Unterschied hat zur Folge, daß man nicht die gleichen Mittel zur Regelung der erzeugten Spannung benutzen kann wie in einer Serien-Gleichstrommaschine, wie Shuntung der Polwicklung hier durch die dreiphasige Wicklung des Ständers dargestellt. Denn, so niedrig auch die Frequenz des Feldes im Ständer sein mag, seine Wicklung wird hierdurch Sitz einer induzierten Spannung, die niedrig ist, aber ausreichend, um dann andere Wirkungen hervorzurufen. Die bekannten Verfahren zur Regelung solcher Erregermaschinen benutzen andere Mittel, die jedoch gleichfalls durch Regelung der Größe des Feldes wirken wie in einer Gleichstrommaschine.

o—b, *o—c* magnetisierende Stromwindungen
$o-e_1$, $o-e_2$ induzierte Spannungen im Anker
o—e′, *o—e″* Erregerspannungen des Motors bei Leerlauf

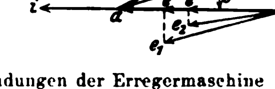
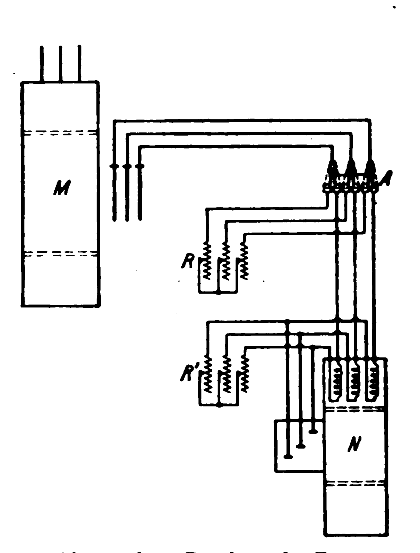


Abb. 9. Diagramm der Stromwindungen der Erregermaschine (bekannte Regelung).

Das im Prinzip einfachste bekannte Verfahren ist das durch Änderung der Bürstenstellung bewirkte. Man ändert hierdurch, wie Abb. 9 zeigt, den Winkel zwischen Stromwindungen im Ständer und Anker, indem man ihn z. B. von x auf y verringert. Dadurch fallen die magnetisierenden Stromwindungen von *o—b* auf *o—c*. Das Feld wird kleiner, die induzierte Spannung, um 90° verschoben, fällt von $o-e_1$ auf $o-e_2$ und die nutzbare Spannung von *o—e′* auf *o—e″*. Diese Regelung hat jedoch die zwei Nachteile, daß sie nicht erlaubt, Wendefelder zu benutzen, und daß sie nur eine relativ unstabile Wirkung hervorruft. Damit der Betrieb einer solchen selbsterregten Erregermaschine stabil wird, muß die magnetische Induktion im Eisen zum wenigsten in einem Teile der Bleche hoch sein. Dies erlaubt dann aber einerseits nicht mehr, das Feld noch viel zu verstärken; wenn man es aber fühlbar schwächt, so verliert die Maschine völlig ihre Stabilität. Es gibt andere Verfahren zur Regelung, welche diesen Nachteil vermeiden, die dann aber für diese Art an sich so einfacher Maschinen relativ kompliziert werden.

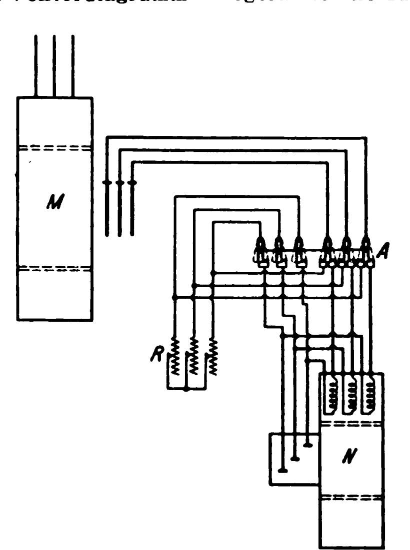
Das neue Verfahren hingegen bewirkt in seiner Anwendung für derartige Erregermaschinen die Regelung in einer völlig anderen Weise. Es bedient sich gerade des erläuterten Unterschiedes in der Wirkungsweise der mehrphasigen Erregermaschine mit einer Gleichstrommaschine. Es wäre übrigens in einer Gleichstrommaschine nicht anwendbar, in dieser mehrphasigen Maschine hingegen vermeidet es den genannten Nachteil, und dieses auch noch durch ein sehr einfaches Mittel.

Abb. 10 zeigt die gleiche Anordnung wie Abb. 7, wobei außerdem der zusätzliche Widerstand R' an den Anker angeschlossen ist. Abb. 11 zeigt ein Vektordiagramm der Stromwindungen analog der Abb. 8 und die Wirkung der zusätzlichen Belastung durch R'. Das Feld der Erregermaschine, vorerst in Phase mit den magnetisierenden Stromwindungen o—b, hat zunächst in dem Widerstande R' einen Wattstrom zur Folge, welcher unter einer Verschiebung von 90° gegen das Feld die Stromwindungen c—o bildet, die sich den Stromwindungen im Anker überlagern. Sie bewirken, daß die sich ergebenden magnetisierenden Stromwindungen und das Feld um den Winkel z in ihrer Phase abgelenkt werden. Da hierbei der Winkel zwischen c—o und c—b gleich 90° sein muß, so bewirkt diese zusätzliche Belastung bei Änderung von R', daß der Punkt c des Diagrammes sich auf einem Halbkreise über o—b bewegen muß. Die magnetisierenden Stromwindungen fallen gleichzeitig z. B. von o—b auf c—b, vor allem ändert sich aber ihre Phase stark mit dem Winkel z und desgleichen die Phase der induzierten Spannung o—e_2, die um 90° gegen das Feld verschoben ist.



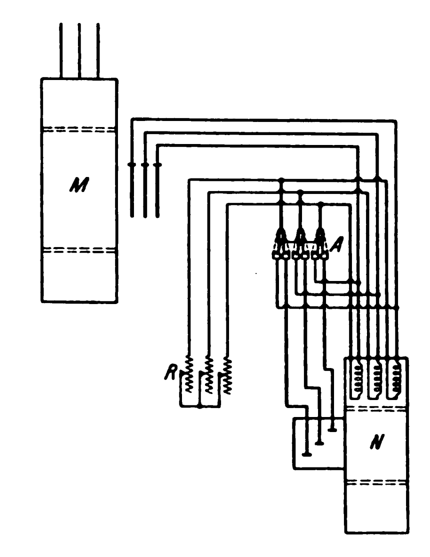
R' Widerstand zur Regelung der Erregung des Motors

Abb. 10. Motor mit dreiphasiger Erregermaschine (neue Anordnung).



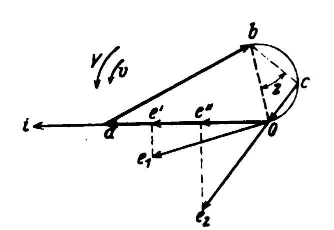
R Anlauf-Widerstand, im Betriebe zur Regelung dienend
A sechspoliger Umschalter

Abb. 12. Motor mit dreiphasiger Erregermaschine (neue Anordnung).



R Anlaufwiderstand, im Betriebe zur Regelung dienend
A dreipoliger Umschalter

Abb. 13. Motor mit dreiphasiger Erregermaschine (neue Anordnung).



$o-b$, $c-b$ magnetisierende Stromwindungen
$o-e_1$, $o-e_2$ induzierte Spannungen im Anker
$o-e'$, $o-e''$ Erregerspannungen des Motors bei Leerlauf

Abb. 11. Diagramm der Stromwindungen der Erregermaschine (neue Regelung).

Selbst unter der Annahme, daß die Erregermaschine mit einer sehr hohen Induktion arbeitet und nahe der Sättigung des Eisens in einem Teile des magnetischen Stromkreises, derart daß die Abnahme der magnetisierenden Stromwindungen c—b keine große Verminderung des Feldes und der Größe der induzierten Spannung o—e_2 zu o—e_1 zur Folge hat, so zeigt doch das Diagramm Abb. 11, daß die Komponenten dieser, die genannten nutzbaren Spannungen in Phase mit der Phase o—i des Stromes, stark fallen, z. B. hier von o—e' auf o—e''. Das Diagramm zeigt auch, daß die zusätzliche Belastung durch diesen Widerstand einen nur geringen Verlust darstellt im Verhältnis zur Leistung der Erregermaschine, welche selbst nur niedrig ist. Außerdem bewirkt sie eine Abnahme dieses Stromes, und ihr Einfluß auf den gesamten Sekundärkreis des Motors ist nur der eines Shunts.

Da die Stellung der Bürsten in diesen Maschinen eine solche ist, daß hierbei die Stromwindungen im Ständer und Anker annähernd entgegengesetzt werden, so ist die Wirkung, daß bereits eine relativ kleine Änderung im Verhältnis dieser Größen zueinander eine relativ starke Änderung der Phase der erzeugten Spannung hervorruft.

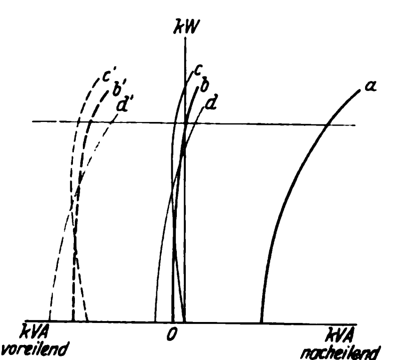
Eine andere gleichzeitig nützliche Wirkung ist, daß die Anordnung noch erlaubt, die Inbetriebsetzung der Erregermaschine zu vereinfachen. — Wenn man den Widerstand R' auf Null reduziert, also den Anker kurzschließt, zeigt das Diagramm (Abb. 11), daß der Punkt c nach b fällt und die Selbsterregung der Maschine Null wird. Man kann dann den Umschalter A, wie in Abb. 10 gezeichnet ist, so ausführen, daß er die Umschaltung von Anlauf zu normalem Betrieb ohne Unterbrechung des Stromes im Sekundärkreise des Motors M ausführt. Erst dann vergrößert man den Wert des Widerstandes R' und bewirkt so die Selbsterregung der Erregermaschine und Regelung der Kompensierung des Motors bis zur völligen Öffnung von R'.

Die Abb. 12 zeigt, daß man sich der Einfachheit halber auch eines und desselben Widerstandes R bedienen kann, indem man diesen zunächst als Anlaßwiderstand benutzt und dann im Betriebe zur Regelung der Erregung des Motors. In diesem Falle ist der Umschalter A so ausgeführt, daß in der Stellung nach links für den Anlauf der Widerstand R an die Schleifringe des Motors angeschlossen ist und in der Stellung nach rechts für den Betrieb. Bevor der Umschalter in diese Stellung kommt, schließt er zunächst den Widerstand R außerdem an die Bürsten des Kollektors an, stellt dann die Schaltung für den Betrieb her und schaltet schließlich R von den Schleifringen ab. Da der Widerstand R dann zunächst noch kurzgeschlossen ist, so bleibt die Selbsterregung noch Null. Indem man R dann vergrößert, bewirkt man in gleicher Weise, wie vorstehend erläutert, die Erregung und Regelung der Kompensierung des Motors bis zum völligen Öffnen von R.

In der Abb. 13 ist noch eine Ausführung gezeigt, die benutzt werden kann für weniger große Motoren, die meist weniger hohe Anlaufspannungen im Sekundärkreise haben, und die in gleicher Weise wirkt wie in Abb. 12, gleichfalls mit einem einzigen Widerstande R, wobei jedoch der Umschalter A noch einfacher wird. Die drei äußeren Klemmen der Erregermaschine und ihre drei Phasen auf dem Ständer bleiben hier dauernd an die Schleifringe des Motors angeschlossen. Im Anlauf des Motors M sind die drei Phasen des Ständers der Erregermaschine von den Bürsten des Kollektors abgeschaltet und einzeln in sich kurzgeschlossen. Im Betriebe werden sie in Serie zum Anker geschaltet, und alle Vorgänge in der Umschaltung bleiben dieselben. In der Zwischenstellung des Umschalters A, die ausgezogen gezeichnet ist, ist hier gleichfalls jede Unterbrechung des Stromes im Sekundärkreise des Motors vermieden.



Wenn in diesen Anordnungen die Erregermaschine für einen schon bestehenden Motor geliefert wird, kann der Umschalter auf ihr selbst angebracht sein, so daß es genügt, sie mit drei Klemmen an die Schleifringe des Motors und mit drei anderen Klemmen an seinen normalen Anlaßwiderstand anzuschließen.



a normaler Kreis (Motor ohne Kompensierung)
b konstante Charakteristik (wie beim selbstkompensierten Motor)
c steigende Charakteristik
d fallende Charakteristik
b', *c'*, *d'* entsprechende Überkompensierungen (z. B. durch Erhöhung der Drehzahl der Erregermaschine)

Abb. 14. Kompensierung von Motoren durch Erregermaschine (ohne Regelung).

Die Kurven (Abb. 14) zeigen die Formen für die Charakteristiken der Kompensierung von Asynchronmotoren, welche durch diese selbsterregten Serien-Dreiphasen-Erregermaschinen erzielt werden, und zwar bereits ohne Regelung. Diese Formen hängen ab von der gewählten Induktion im magnetischen Stromkreise und vor allem von dem gewählten Verhältnis der Stromwindungen im Ständer und im Anker der Erregermaschine. Sei *a* die Lage unseres Kreises für den normalen Motor, so kann man z. B. eine Kompensierung *b* des Motors erzielen, die für variable Belastung praktisch konstant bleibt, und ähnlich wird, wie bereits oben für den selbstkompensierten Motor erläutert war. Oder man kann eine Kompensierung *c* erzielen, die von Leerlauf bis zu einer bestimmten Belastung ansteigt, oder schließlich eine solche wie *d*, welche mit der Belastung abfällt. Man erhält eine fallende Charakteristik, wenn man die Stromwindungen im Ständer relativ größer wählt, und eine steigende Charakteristik bei relativ größerer Stromwindungszahl im Anker.

Außerdem kann man die Stärke der Kompensierung oder Überkompensierung des Motors einstellen, wenn man die Drehzahl der Erregermaschine ändert oder auch durch innere Vorrichtungen, welche erlauben, die Induktion im magnetischen Kreise zu ändern. Vergrößert man z. B. die Drehzahl der Erregermaschine in entsprechendem Verhältnis, so verschieben sich die ausgezogenen Kurven *b*, *c*, *d* und gehen in die punktierten Kurven *b'*, *c'*, *d'* über.

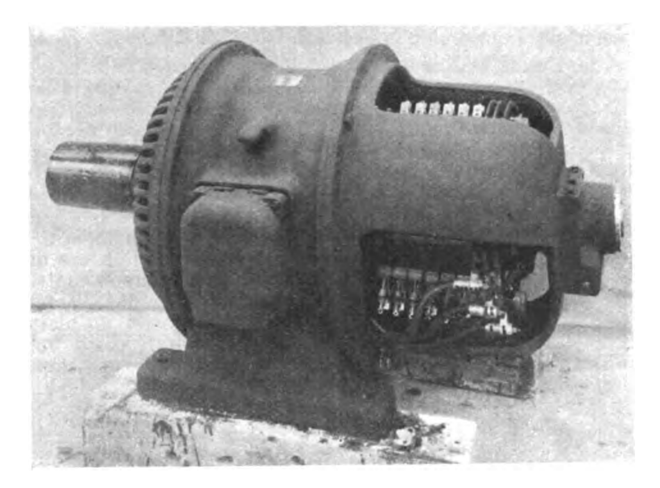


Abb. 15. Dreiphasen-Erregermaschine für Riemenantrieb, 750 Umdr/min, 16 V, 200 A bei Leerlauf, 400 bis 500 A bei Belastung des Motors. Geliefert für verschiedene Motoren von 400 bis 500 PS.

Man erhält eine entsprechende Überkompensierung, das letztere natürlich unter der Voraussetzung, daß der Querschnitt der Ankerzähne des Motors ausreichend ist, und auch daß der Kupferquerschnitt eine entsprechende Erhöhung des Stromes erlaubt. Die fallende Charakteristik *d* oder *d'* kann sich empfehlen, wenn man bei Leerlauf mehr wattlosen Voreilungstrom wünscht, oder auch wenn eine Asynchronmaschine abwechselnd als Motor und als Generator arbeiten soll. Als Generator ist die Kurve dann nach unten zu verlängern und behält ungefähr den analogen Verlauf. Die Kurven bleiben die gleichen bei einem Motor mit zusätzlichem äußeren Schlupfwiderstand, wenn man die Drehzahl der Erregermaschine im Verhältnis dieses Widerstandes erhöht.



Abb. 16. Dreiphasen-Erregermaschine, 300 und 330 Umdr/min, 15 und 17 V, 400 A bei Leerlauf, 900 und 1000 A bei Belastung des Motors, geliefert mit drei Motoren von 1700 und 2200 PS (Sté. belge de l'Azote-Ougrée).



Abb. 17. Ansicht der Wicklung der Dreiphasen-Erregermaschine Abb. 16.

Bei direkter Kuppelung der Erregermaschine mit der Achse des Motors können entsprechende Einstellungen durch genannte innere Vorrichtungen erhalten werden. Ein prinzipieller Vorteil der selbsterregten Erregermaschine und ihrer Unabhängigkeit vom Motor liegt vor allem darin, daß die Wahl ihrer Polzahl freisteht, und ihre Bemessung, Ausnutzung und Wirkungsweise am vollkommensten werden, bei relativ sehr niedrigen Polzahlen. So ist z. B. für die größte Leistung, die wir bisher mit Erregermaschinen ausgeführt haben (langsam laufender Motor von 2200 PS mit 125 Umdr/min), die Erregermaschine nur 8polig.

Abb. 15 zeigt die Ausführung einer derartigen Erregermaschine. Die Maschinen haben bis zu dieser Leistung immer das gleiche äußere Aussehen und unterscheiden sich nur durch ihre Größen. In den größten Maschinen sind die Bürsten überall breite, weiche Kohlen. Das Verhalten der Kollektoren ist, wie gesagt, infolge der überlagernden Wendefelder das denkbar vollkommenste und wie in den besten Gleichstrommaschinen.

Abb. 16 gibt eine der größten von den Constructions Electriques de Belgique bisher gelieferten Erregermaschinen des Systems wieder, und Abb. 17 zeigt diese Maschine geöffnet und sowohl die Ansicht auf ihren Anker mit Parallelwicklung, welcher genau dem einer Gleichstrommaschine mit demselben Gesamtstrom am Kollektor entspricht, wie auch die Ausführung der Stabwicklung des Ständers und deren geringen Platzbedarf.

Abb. 18 zeigt die Aufnahmen, wie sie bei den Abnahmeversuchen in der Fabrik festgestellt werden konnten, für einen größeren, mit Erregermaschine gelieferten, langsamlaufenden Motor von 2200 PS. Der elektrische Wirkungsgrad, einschließlich der Verluste in der Erregermaschine, liegt bei höheren Belastungen wesentlich oberhalb des Motorwirkungsgrades ohne Erregermaschine, und bleibt

selbst für niedere Belastung etwas oberhalb. Letzteres rührt daher, daß bei diesem Motor, bei großem Luftspalte von 3 mm einseitig, sehr niedrige Leerverluste vorgeschrieben waren, und deshalb der Querschnitt des Kupfers im Anker sehr reichlich bemessen war.

Aus den Kurven (Abb. 14) geht hervor, daß es für normale Motoren im allgemeinen ausreicht, eine gewisse Kompensierung oder Überkompensierung zu erzielen, und da man auch noch die Form der Kurven wählen kann, es nicht durchaus notwendig ist, die Kompensierung auch noch zu regeln. Jedoch auch in solchen Fällen, wo z. B. die Kompensierung eines größeren Motors oder Überkompensierung des letzteren so eingestellt ist, daß der mittlere Leistungsfaktor eines Anschlusses einen gewissen Wert hat, ist damit zu rechnen, daß infolge Abstellens anderer normaler Motoren usw. während längerer Zeit der Leistungsfaktor der von der Zentrale zugelassenen Minimalwert wesentlich übersteigen kann. In derartigen Fällen ist es dann vorteilhaft für den Abnehmer, die Kompensierung seiner Anlagen herabregeln zu können.

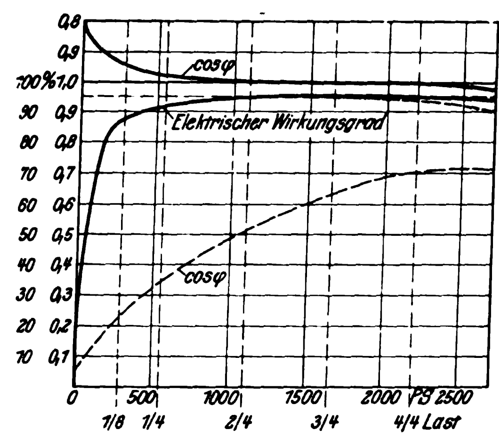


Abb. 18. Dreiphasen-Motor, 2200 PS, 125 Umdr./min, 6300 V, 50 Hz, geliefert mit Dreiphasen-Erregermaschine, zum Antriebe eines Kolbenkompressors (Sté. belge de l'Azote-Ougrée).

Die Möglichkeit einer genauen und einfachen Regelung der Erregung wird hingegen wichtig, wenn z. B. eine solche Asynchronmaschine als Generator arbeiten soll, und vor allem auch sehr wichtig in allen Fällen, in welchen solche leerlaufenden Motoren lediglich als Erzeuger wattloser Voreilungströme und zur Lieferung dieser an das Netz dienen.

Die Vorteile übererregter Asynchronmotoren für diese Zwecke gegenüber Synchronmotoren sind bekannt. Um bei Abgabe wattloser Ströme eine sinusoidale Spannungskurve zu erhalten, sind für Synchronmotoren besondere Ausführungen und große Luftspalte usw. erforderlich, für Asynchronmotoren ist dieses nicht der Fall. Außerdem haben sie einen relativ kleinen Kurzschlußstrom. Die Selbsterregung der hier beschriebenen Erregermaschinen macht gleichfalls wie bei Synchronmotoren die vom Asynchronmotor erzeugte Spannung unabhängig von Schwankungen der Spannung im Netz, so daß sie ebenso zur Regelung der Spannungskurve wie der Spannung des Netzes selbst dienen können. Ein Vorteil hingegen der Synchronmotoren war bekanntlich, daß die Regelung der Spannung durch ihre Gleichstrom-Erregermaschine sehr einfach ist. Das neue Regelungsverfahren für die Erregung dieser Asynchronmotoren erzielt erstens vor allem eine große Genauigkeit der Regelung für derart dauernd leerlaufende Motoren. Gleichzeitig wird es außerdem, wie die Anordnungen zeigen, auch noch offenbar ganz außerordentlich einfach.

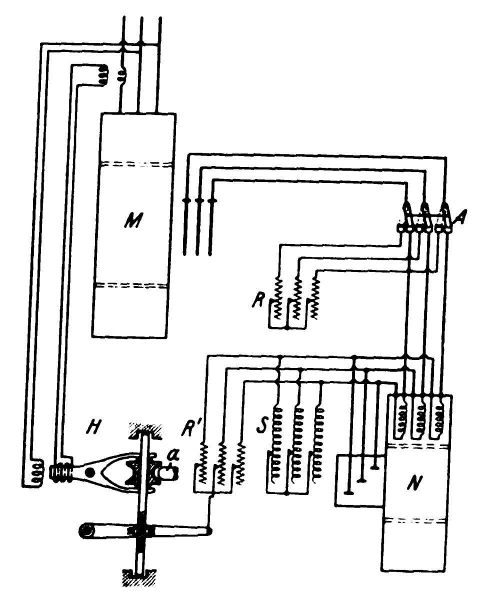
b) Unter- und übersynchrone Regelung.

Die in der Anwendung des Verfahrens für Asynchronmaschinen mit Erregermaschine erhaltenen Resultate ermöglichen, entsprechende Vorteile und Vereinfachungen in der Regelung der Drehzahl von Asynchronmotoren zu erzielen.

Für Regelung der Drehzahl eines Asynchronmotors wird die hauptsächliche Rolle der Kollektormaschine eine andere. In diesen Fällen muß sie, abgesehen von einer niederen Komponente der Spannung, welche gleichzeitig zur Kompensierung des Motors dienen kann, vor allem eine in weiteren Grenzen veränderliche und relativ höhere Spannung liefern. Diese Spannung muß in diesem Falle erzeugt und geregelt werden durch Regelung der Größe des magnetischen Feldes der Kollektormaschine. Für untersynchrone Regelung des Asynchronmotors muß hierbei die Kollektormaschine als Motor arbeiten und eine Spannung erzeugen, welche im Prinzip der dem Sekundärstrome des Motors entgegengesetzten Spannung IR entspricht, die an den Schleifringen auftritt, wenn man den Motor durch einen Widerstand R im Sekundärkreise bis zu dem gleichen Untersynchronismus regeln würde. Diese Regelung der Kollektormaschine als Motor bietet im Prinzip keine großen Schwierigkeiten.

Für übersynchrone Regelung des Asynchronmotors hingegen muß die Kollektormaschine als Generator arbeiten und eine Spannung im umgekehrten Sinne erzeugen, welche eine negative Schlüpfung des Asynchronmotors hervorruft. In diesem Falle ist die hauptsächliche Schwierigkeit, mit der Spannung gleichzeitig ihre Phase so zu regeln, daß sie sich der im Sekundäranker auftretenden Frequenz und Phase der Spannung in richtiger Weise anpaßt und desgleichen auch zunächst den Durchgang des Motors durch den Synchronismus zu bewirken, wo diese Frequenz Null wird. Die bekannte Lösung ist das Verfahren nach Scherbius-Milch, wo man für die Erregung der Kollektormaschine sich eines Stromes bedient, der mittels eines Transformators und eines mit dem Asynchronmotor mechanisch gekuppelten Frequenzwandlers, dem Netze entnommen wird, und eines eingestellten Kontrollers, welcher die Phase regelt.

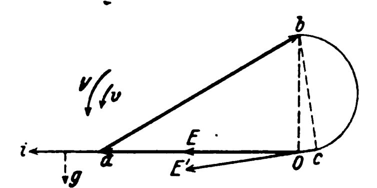
Das neue Verfahren ermöglicht eine andere Lösung durch direkte Regelung lediglich der Phasenlage der von der Kollektormaschine erzeugten veränderlichen und regelbaren Spannung gegen die Phase des von ihr gelieferten Stromes und in solchem Sinne, daß sie sich der resultierenden Frequenz der Schlüpfung des Asynchronmotors, welche durch die erzeugte Spannung bestimmt wird, anpaßt. Außerdem bietet der Durchgang des Asynchronmotors durch den Synchronismus bei Benutzung der selbsterregten Serien-Mehrphasen-Kollektormaschine keine Schwierigkeit, weil diese als Gleichstrom-Serienmaschine arbeitet im Moment, wo die Frequenz Null wird. Die Abb. 19 zeigt eine entsprechende Anordnung. Die Dreiphasen-Kollektormaschine N sei bemessen zur Erzeugung einer Spannung in ausreichend weiten und regelbaren Grenzen, und S sei irgendeine bekannte Vorrichtung zur Regelung des Feldes der Maschine N und der erzeugten Spannung. R' sei der Widerstand, welcher am Anker der Maschine N angeschlossen ist und die zusätzliche Belastung und Regelung der Phase der von ihr erzeugten Spannung bewirken soll. Er sei hier zunächst geregelt vermittels eines Selbstschalters H, welcher unter dem Einfluß der Phasenverschiebung des Stromes im Primärkreise des Asynchronmotors wirkt und eine von der Achse a der Kollektormaschine in dem einen oder anderen Sinne betätigte Reibungskuppelung einschaltet.



S Anordnung zur Regelung der Spannung der Kollektormaschine
R' Widerstand zur Regelung der Phase dieser Spannung

Abb. 19. Motor mit Kollektormaschine zur Regelung der Drehzahl (neue Anordnung mit genauer Regelung der Kompensierung).

In Abb. 20 sei *o—a—b* das Diagramm der Stromwindungen der Kollektormaschine mit den gleichen Beziehungen wie oben für die Erregermaschine. Sie arbeite als Generator, also für übersynchrone Regelung des Asynchronmotors. Der Vektor *o—E* sei die im Anker induzierte relativ höhere Spannung um 90° verschoben zu *o—b* und zu der Phase des Feldes. Die mit der Änderung der Drehzahl des Asynchronmotors zunehmende Frequenz des Feldes in der Kollektormaschine erzeugt dann auch noch in der Wicklung ihres Ständers Spannungen. Es genügt jedoch, für diese prinzipiellen Erläuterungen zu bemerken, daß ihr Einfluß auf die Phase der resultierenden Spannung an den Klemmen der Kollektormaschine nur ein geringer ist, und zwar so, als wenn die Phase von *o—E* etwas weniger als 90° gegen *o—b* verschoben wäre. Um sie zu berücksichtigen und um auch noch einen Magnetisierungstrom im Sekundärkreise des Asynchronmotors zu erzeugen und diesen zu kompensieren, muß die Phase der im Anker der Kollektormaschine induzierten Spannung etwas im voreilenden Sinne zur Phase *o—i* des Stromes verschoben sein, etwa *o—E'* entsprechend.



V Drehsinn des Ankers, *v* Drehsinn des Drehfeldes im Ständer (im Motor übersynchron)
o—E' Ablenkung der Phase der Spannung (*g* dem Strome voreilend)

Abb. 20. Diagramm der Stromwindungen der Kollektormaschine (übersynchrone Regelung).

Das Diagramm Abb. 20 zeigt, daß selbst wenn man die Stromwindungen im Ständer und Anker so wählt, daß die Phase der im Anker induzierten Spannung *o—E* ohne Regelung die gleiche wie die Phase *o—i* des Stromes wird, eine nur ganz geringe zusätzliche Belastung durch den Widerstand *R'* und z. B. den resultierenden Stromwindungen *c—o* entsprechend genügt, um die Phase *o—E'* zu erhalten oder diese mit jeder gewünschten Genauigkeit zu regeln. Man kann den dem Vektor *c—o* entsprechenden zusätzlichen Verlust im Widerstande *R'* weiter reduzieren, wenn man das Verhältnis der Stromwindungen im Ständer und im Anker, *a—b* zu *o—a*, kleiner wählt. Das Diagramm erhält dann annähernd die Form wie Abb. 8 für die Erregermaschine. Nur die Größe der Maschine ist verschieden.

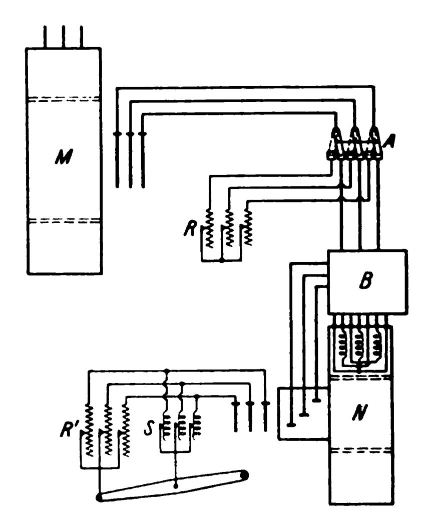
Der prinzipielle Unterschied in ihrer Wirkungsweise als Erregermaschine oder als Kollektormaschine zur Regelung der Drehzahl wird interessanterweise ausschließlich bewirkt durch den umgekehrten Sinn ihres Anschlusses an den Sekundärkreis des Motors. In beiden Fällen (Abb. 8 und 20) arbeitet die Kollektormaschine als Generator, und in beiden Fällen ist der Drehsinn *v* des Drehfeldes im Ständer derselbe wie der Drehsinn *V* des Ankers. Der Unterschied ist, daß der Drehsinn *v* in Abb. 8 der normalen untersynchronen Schlüpfung des Motors entspricht, in Abb. 20 dagegen der negativen übersynchronen Schlüpfung seiner Drehzahl.

Im Sinne der Erregermaschine angeschlossen, verschwindet ihr Einfluß auf die Drehzahl, weil sie als Motor geschaltet sein müßte, um dann untersynchron regeln zu können. Sie würde im Sinne einer Erregermaschine arbeiten und nur eine übermäßige Überkompensierung hervorrufen, weil der Motor-Sekundärkreis bei ihrer wesentlich höheren Spannung mehr oder weniger wie ein Kurzschluß wirken würde. Schließt man anderseits eine Erregermaschine falsch an, so bewirkt ihre geringe Spannung eine schwache Erhöhung der Drehzahl des Motors, während dessen Kompensierung dann mehr oder weniger verschwindet.

Ein Fall schließlich, wo der Sinn des Anschlusses als Erregermaschine ungefähr gleichgültig wird, ist der, wenn man das Verhältnis ihrer Stromwindungen im Ständer und im Anker so wählt, daß die induzierte Spannung im Anker in Phase mit dem Strom liegt, also z. B. der Form des Diagramms (Abb. 20) ohne Regelung entsprechend. In diesem Fall wird der von ihr erzeugte Strom, den sie, an einen rein Ohmschen Widerstand angeschlossen, liefern würde, praktisch Gleichstrom. Man erhält dann für die Kompensierung der Asynchronmaschine die fallende Charakteristik *d* bzw *d'* (Abb. 14), aus deren Form man bereits sieht, wenn man die Kurve nach unten verlängert, daß ihr Verlauf für beide Sinne ungefähr derselbe bleibt. Dieses ungefähre Verhältnis ist zweckmäßig, wenn z. B. eine Asynchronmaschine abwechselnd als Motor und als Generator arbeiten soll.

Wählt man also für die übersynchron regelnde Kollektormaschine (Abb. 20) die Verhältnisse geeignet, so wird zunächst für die größte gewünschte Drehzahl des Motors der zusätzliche Verlust im Widerstande *R'* klein. Regelt man dann die Drehzahl näher dem Synchronismus, so muß die Voreilung der Phase der Spannung zum Strome größer werden, der Widerstand *R'* ist zu verringern, gleichzeitig ist dann aber auch die Kollektormaschine auf niedere Spannung geregelt. Da bei richtiger Regelung der Frequenz und Phase der von der Kollektormaschine erzeugten Spannung der Leistungsfaktor im Primärkreise sich in gewissen Grenzen halten muß, besteht die Lösung der Regelung nach dem vorliegenden Verfahren dann darin, daß es diese Aufgabe auf umgekehrte Weise löst durch Regelung der Phase dieser Spannung, beispielsweise durch den Selbstschalter *H*, indem dieser so anzuschließen ist, daß der Widerstand *R'* größer wird, wenn die Kompensierung des Motors primär einen gewissen Wert übersteigt, und wenn sie unter einen gewissen Wert fällt, der Widerstand *R'* verringert wird.

Im allgemeinen arbeiten derartige zur Ausnutzung von Schwungmassen dienende Motoren mit nur wenig wechselndem Drehmoment. Im Prinzip sieht man dann, daß der Wert des Widerstandes *R'* relativ größer werden muß, wenn die Drehzahl des Asynchronmotors weiter entfernt vom Synchronismus liegt, und daß er relativ kleiner werden muß, wenn die Drehzahl des Motors dem Synchronismus näherkommt. Man kann deshalb auch, beispielsweise wenn eine sehr genaue Regelung der Kompensierung primär nicht erforderlich ist und lediglich der Leistungsfaktor nicht unter einen gewissen Wert fallen soll, der oberhalb dessen als normaler Motor liege, auch auf einen solchen Selbstschalter verzichten, indem man diesen Widerstand mechanisch abhängig von der Vorrichtung bestätigt, welche die Spannung regelt. Abb. 21 z. B. zeigt eine solche Anordnung. Der Widerstand *R'* ist hier mit der Vorrichtung zur Regelung der Spannung der Kollektormaschine durch einen Hebel mechanisch gekuppelt.



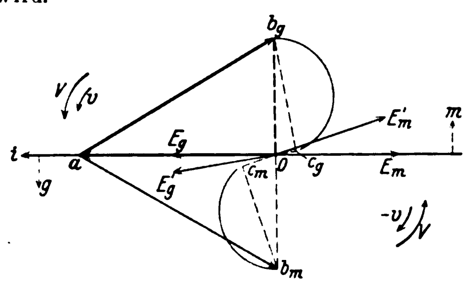
S Anordnung zur Regelung der Spannung der Kollektormaschine
R' Widerstand zur Regelung der Phase dieser Spannung

Abb. 21. Motor mit Kollektormaschine zur Regelung der Drehzahl (neue Anordnung mit annähernder Regelung der Kompensierung).

Die Spannung einer derartigen selbsterregten Kollektormaschine kann in verhältnismäßig einfacher Weise geregelt werden durch eine regelbare Selbstinduktion *S*, welche man direkt an drei Punkte der Wicklung des Ankers anschließt, welcher zu diesem Zwecke noch drei Schleifringe trägt. Der Widerstand *R'* kann ebensowohl an die Bürsten des Kollektors, wie hier z. B. gleichfalls an diese Schleifringe angeschlossen sein. Führt man eine derartige Selbstinduktion so aus, daß die magnetische Induktion in ihren Blechen relativ hoch wird, so bewirkt sie eine sehr stabile Regelung des Feldes, und ungefähr so, als wenn die Induktion im magnetischen Kreise der Kollektormaschine selbst für alle Regelungen diesen hohen Wert hätte. Das Diagramm der Stromwindungen, Abb. 22, zeigt noch für diese an sich einfache Ausführung, wie der Asynchronmotor *M* abwechselnd über- und untersynchron geregelt werden kann. Zunächst entspricht der Teil des Diagramms *o—a—*b_g genau dem Diagramm Abb. 20. Die Kollektormaschine arbeitet als Generator. *V* sei die Drehzahl ihres Ankers, *v* die Drehzahl ihres Drehfeldes im Ständer, und sie sei so an den Motor *M* angeschlossen, daß für

Übersynchronismus des Motors der Drehsinn von V und v derselbe ist.

In diesem Falle muß bei Untersynchronismus des Motors, da die Drehrichtung V der Kollektormaschine die gleiche bleibt, der Drehsinn des Drehfeldes in ihrem Ständer sich umkehren und $-v$ werden. Gleichfalls muß, da die Kollektormaschine als Motor eine Spannung in entgegengesetztem Sinne zum Strome erzeugen muß, die Phase des Feldes die umgekehrte werden, und die Phase der magnetisierenden Stromwindungen muß dem Vektor $o—b_m$ entsprechen. Der Widerstand R' bewirkt dann eine zusätzliche Belastung und einen Strom, dessen Stromwindungen dem Vektor $c_m—o$ entsprechen, d. h. eine Verminderung des Stromes im Anker. Der Punkt c_m bewegt sich, bei gegebener Erregung und Veränderung von R', auf dem eingezeichneten Halbkreise zu $o—b_m$ und bewirkt eine Ablenkung der Phase der magnetisierenden Stromwindungen z. B. von $o—b_m$ auf $c_m—b_m$ und der Spannung von $o—E_m$ auf $o—E_m'$. Da das Drehfeld im Ständer hier im umgekehrten Sinne $-v$ dreht, so ist die Komponente dieser Spannung wieder entsprechend einer Ablenkung im voreilenden Sinne zur Phase $o—i$ des Stromes. Die Wirkung des Widerstandes R' ist analog dem vorhergehenden Falle. Hier kann der Vektor $c_m—o$, und der diesem entsprechende Verlust im Widerstande R' weiter reduziert werden, wenn man die Windungszahl im Ständer etwas vergrößert, so daß für einen gegebenen Wert von $o—a$ der Vektor $a—b_m$ etwas größer wird.



v Drehsinn des Drehfeldes im Ständer (Motor übersynchron)
$o—E_g'$ Ablenkung der Phase der Spannung (übersynchron) voreilend (g)
$-v$ Drehsinn des Drehfeldes im Ständer (Motor untersynchron)
$o—E_m'$ Ablenkung der Phase der Spannung (untersynchron) voreilend (m)

Abb. 22. Diagramm der Stromwindungen der Kollektormaschine (über- und untersynchrone Regelung).

Das Diagramm (Abb. 22) zeigt weiter, daß für das Arbeiten als Motor die Phase der Stromwindungen im Ständer der Kollektormaschine für diese Anordnung um 60° gedreht werden muß, von $a—b_g$ auf $a—b_m$. Dieses kann durch einen entsprechend ausgeführten Umschalter B, Abb. 21, bewirkt werden bei einer Drehzahl des Motors M in der Nähe des Synchronismus, wo die Erregung der Kollektormaschine auf einen niedrigen Wert geregelt ist, und ohne hierbei eine Unterbrechung des Stromes im Sekundärkreis des Motors zu bewirken.

Abb. 23 zeigt z. B., wie ein solcher Umschalter B ausgeführt sein kann. Seien *1, 2, 3* die drei Phasen der Wicklung des Ständers der Kollektormaschine, die in der punktierten Stellung nach links (m) für das Arbeiten als Motor zwischen die Klemmen *I, II, III*, die zum Umschalter A führen (Abb. 21), und die Klemmen *I', II', III'* geschaltet sind, die zu den Bürsten führen. Das Schema zeigt dann zunächst daß in der punktierten Stellung nach rechts g, für das Arbeiten als Generator, diese Phasen durch die nächstfolgenden, und diese im umgekehrten Sinne geschaltet, ersetzt sind; d. h. der Umschalter B bewirkt so eine Änderung der Phase ihrer Schaltung um 60°, entsprechend dem Unterschiede der Phasen in einem gegebenen Sinne von Vektor $a—b_m$ und $a—b_g$, im Diagramm Abb. 22, für das Arbeiten als Motor und Generator der Kollektormaschine oder Unter- und Übersynchronismus des Motors. Außerdem zeigt das Schema in der Zwischenstellung des Umschalters B (in Abb. 23 ausgezogen gezeichnet), daß der Sekundärkreis des Motors in diesem Momente direkt an die Bürsten der Kollektormaschine angeschlossen ist, während die drei Phasen des Ständers in diesem Momente einzeln kurzgeschlossen sind, und so jede Stromunterbrechung oder irgendwelcher Stromstoß vermieden wird.

Das Feld der Kollektormaschine, welches zunächst noch sehr niedrig ist, bleibt infolge des Kurzschlusses der drei Phasen des Ständers und deren Selbstinduktion in diesem Momente noch konstant und das gleiche wie in der vorhergehenden Stellung m, z. B. als Motor. In der Stellung g dann wird der Kurzschluß der drei Phasen des Ständers geöffnet, und ihre Schaltung entspricht dem Arbeiten der Kollektormaschine als Generator. Indem man ihre Erregung dann wieder erhöht, bewirkt man den selbsttätigen Durchgang des Motors durch den Synchronismus und die übersynchrone Regelung seiner Drehzahl. Der Umschalter B kann dabei auch so ausgeführt werden, daß er im Moment des Durchganges durch seine Zwischenstellung und des Kurzschlusses der drei Phasen des Ständers gleichzeitig deren Windungszahl etwas ändert. Wählt man die Verhältnisse für beide Fälle so, daß für die am weitesten vom Synchronismus liegende Drehzahl der sich ergebende Wert von R' sehr groß wird, also der ihm entsprechende Verlust praktisch auf Null fällt, so bleibt dieser Verlust auch für die übrigen Drehzahlen näher dem Synchronismus in niederen Grenzen.

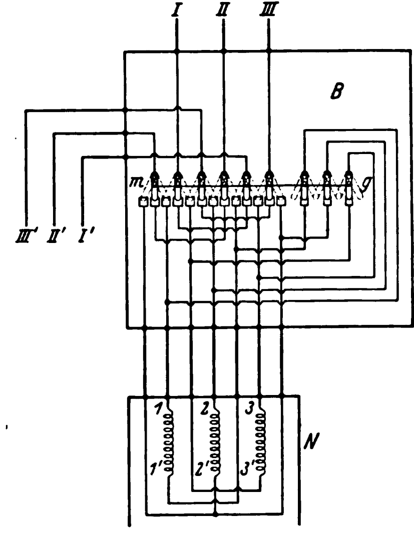
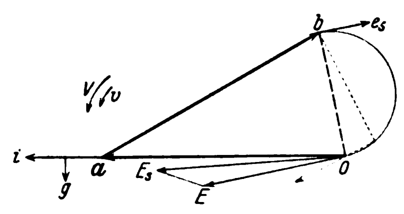


Abb. 23. Umschalter der Phasen des Ständers der Kollektormaschine (abwechselnd unter- und übersynchroner Betrieb).

In allen Fällen, wo ein Asynchronmotor nur untersynchron oder nur übersynchron geregelt werden soll, fällt der Umschalter B naturgemäß fort.

Es ist interessant, daß bei diesem Verfahren dann die übersynchrone Regelung (Abb. 22) unter beiden die vorteilhafteste und **einfachste** wird. Aus diesem Grunde erhält man hier die besten Resultate, wenn man die Polzahl des Asynchronmotors so wählt, daß alle Regelung übersynchron liegt. Die übersynchrone Regelung eines Motors bewirkt bekanntlich gleichzeitig eine entsprechende Erhöhung seiner Leistung unter nur geringer Erhöhung der Verluste in den Blechen seines Sekundärankers. So steigt z. B. für ein normales Modell von 1000 PS, wenn man den Motor auf 30% übersynchron regelt, seine normale Leistungsfähigkeit auf 1300 PS.



$o—E_s$ Spannung an den Klemmen, voreilend (g) zur Phase des Stromes (Widerstand R' geöffnet)

Abb. 24. Diagramm der Stromwindungen der Kollektormaschine (**rein** übersynchrone Regelung des Motors).

Für rein übersynchrone Regelung zeigt Diagramm Abb. 24 noch die im Ständer induzierte, dem Übersynchronismus proportionale Spannung, Vektor $b—e_s$, um 90° im anderen Sinne zu $o—b$ verschoben, oder auf die Phase $o—i$ des Stromes im Anker übertragen, um $180 - 30 = 150°$ gedreht, Vektor $E—E_s$, entsprechend dem Richtungsunterschiede des Stromes im Ständer und im Anker, so daß sie zusammen mit der im Anker induzierten $o—E$, die Spannung an den äußeren Klemmen der Kollektormaschine, Vektor $o—E_s$, ergibt.

Wählt man dann das Verhältnis der Stromwindungen im Ständer und im Anker $a—b$ und $o—a$ so, daß für die größte gewünschte übersynchrone Drehzahl, die voreilende Komponente von $o—E_s$, Vektor g, ungefähr dem Magnetisierungsstrome im Sekundärkreise bei Kompensierung des Motors entspricht, so ist der Widerstand R' zu öffnen, und der Verlust durch die zusätzliche Belastung des Ankers wird Null. Erst mit der Abnahme des Übersynchronismus ist der Widerstand einzuschalten, die Wirkung z. B. für

eine Drehzahl nahe dem Synchronismus ist schwach punktiert angedeutet, die Spannung wird aber kleiner, so daß der Verlust niedrig bleibt. Die im Sinne ihres Drehfeldes drehende Kollektormaschine ist dabei leicht so auszuführen, daß der Motor bis zu einem sehr hohen Übersynchronismus geregelt werden kann, und daß für alle hierbei in Frage kommenden Frequenzen die Bürsten des Kollektors dauernd unter sehr günstigen Bedingungen arbeiten.

„Combines and Trusts in the Electrical Industry. The position in Europe in 1927."

Unter obigem Titel hat kürzlich die British Electrical and Allied Manufacturers' Association (BEAMA)[1] eine Schrift herausgegeben, die den Beweis zu erbringen sucht, daß die Verschmelzung der Elektroindustrien des Auslandes gegenüber derjenigen in England weit vorgeschritten sei, um dadurch die Zusammenschlußbewegung der englischen Elektroindustrie zu fördern und letzten Endes die eigene Stellung zu verstärken. Aus der sehr umfangreichen Schrift, der viele Konzerndarstellungen, Bilanzauszüge und sonstige Zahlentafeln beigefügt sind, kann an dieser Stelle naturgemäß nur ein beschränkter Auszug wiedergegeben werden, u. zw. soll versucht werden, insbesondere diejenigen Angaben, die sich auf Konzernbildungen und internationale Zusammenhänge beziehen, herauszuarbeiten.

Erwähnenswert ist zunächst aus der Einleitung die Bemerkung, daß die britische Elektroindustrie sowie verschiedene andere Zweige der britischen Industrien im Jahre 1913/14 dem Bankerott nahe gewesen wären und der Krieg zur rechten Zeit gekommen sei, um eine ernste Krise in vielen Industriezweigen Großbritanniens abzuwenden. Seit 1914 habe sich die britische Elektroindustrie stark entwickelt; die Zahl der von ihr Beschäftigten betrage z. Z. 180 000, d. i. mehr als doppelt soviel wie vor dem Kriege. Trotz dieses Aufschwunges stehe die britische Elektroindustrie auch heute noch vor mancherlei Schwierigkeiten und bedürfe einer energischen Zusammenfassung ihrer Kräfte, um der machtvollen Auslandskonkurrenz wirksam begegnen zu können.

Im ersten Hauptabschnitt wird die elektrotechnische Fabrikation in Deutschland, Frankreich, Belgien, der Schweiz sowie in einigen anderen europäischen Ländern behandelt. Die Darstellung der deutschen Verhältnisse bietet manchen Anlaß zur Kritik, so namentlich die Behauptung, daß es auf dem deutschen Elektromarkt keinen freien Wettbewerb gäbe. Im großen und ganzen bringt dieser Abschnitt aber für den mit den Verhältnissen einigermaßen Vertrauten nicht viel Neues. Die dem Text als Anlage beigegebenen Darstellungen deutscher Konzerne stammen zum größten Teil aus der bekannten, im Statistischen Reichsamt für den Reichstag zusammengestellten Denkschrift „Konzerne, Interessengemeinschaften und ähnliche Zusammenschlüsse im Deutschen Reich Ende 1926".

Von der französischen Elektroindustrie wird gesagt, daß sie die fünftwichtigste Industrie des Landes wäre. Neben einer straffen Zusamenfassung in Syndikaten, als deren bedeutsamstes das Syndicat Général de la Construction Électrique bezeichnet wird, beständen wichtige Konzernbildungen, u. zw. wären zwei Hauptgruppen zu unterscheiden: 1. die Thomson-Houston-Gruppe und 2. die Schneider-Gruppe. Die Thomson-Houston Cie. (Kapital 300 Mill. Fr), eine Tochtergesellschaft der amerikanischen General Electric Co., kontrolliere eine große Anzahl von Stromfinanzierungs- und Stromlieferungsgesellschaften und habe Verbindungen zur Société Alsacienne de Constructions Mécaniques (115 Mill. Fr), die außer Turbinen und Kesseln auch große Dynamomaschinen, Transformatoren und Hochspannungsgeräte herstellt. Der Umsatz der letzteren im Jahre 1926 wird auf etwa 4 Mill. £ — 80 Mill. RM, die Zahl der Beschäftigten auf 16 000 geschätzt. Auf die beiden Gesellschaften, Thomson-Houston und Alsacienne, entfalle etwa die Hälfte der gesamten französischen Erzeugung. Auch die Cie. Générale d'Électricité (90 Mill. Fr) arbeite teilweise in Verbindung mit Thomson-Houston; beide gemeinsam hätten eine Lampenfabrik und eine Telegraphen- und Telephongesellschaft gegründet. Die Schneider & Cie., die neben schwerindustriellen und Rüstungsanlagen große elektrische Maschinen, Transformatoren, Turbinen, elektrisches Industrie- und Bahnmaterial erzeugt, habe nahe Beziehungen zu vielen anderen Unternehmungen der Schwerindustrie. Durch die Finanzierungsgesellschaft Union Européenne Économique et Financière wären die Forges et Ateliers de Jeumont (Umsatz 1926 schätzungsweise 2,5 Mill. £ = 50 Mill. RM, Kapital 80 Mill. Fr) und deren belgische Verwandte, die Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi (Umsatz 1926 schätzungsweise 1,2 Mill. £ = 24 Mill. RM, Zahl der Beschäftigten 4300, Kapital 80 Mill. b. Fr), in die Schneider-Gruppe hineingekommen. Von den außerhalb dieser beiden Gruppen stehenden bekannteren französischen Firmen, Cie. Electromécanique (zum BBC-Konzern gehörig) und Constructions Électriques de France, wird gesagt, daß sie nicht recht erfolgreich wären und wohl bald von den erstgenannten großen Konzernen aufgesaugt werden dürften[2].

Die Elektroindustrie Belgiens steht nach der Darstellung der Beama stark unter dem Einfluß der französischen. Die drei größten belgischen Firmen, Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi, Société d'Électricité et de Mécanique (SEM) (36,75 Mill. Fr) und Constructions Electriques de Belgique (30 Mill. Fr), werden als Tochtergesellschaften der Forges et Ateliers de Jeumont, Thomson-Houston Cie. und der Constructions Électriques de France aufgeführt. Die in den öffentlichen Kraftwerken Belgiens installierte Leistung betrug nach den Ermittlungen der Verfasserin Anfang 1926 rd. 400 000 kW, d. i. das Dreifache derjenigen von 1913. Der jährliche Leistungszuwachs wird auf etwa 100 000 kW geschätzt, was einen Anhalt für die Beurteilung der Größe des Zentralengeschäfts bietet.

Den schweizerischen Elektrofirmen wird der Vorwurf gemacht, daß sie oft zu Verlustpreisen nach dem Ausland verkauft und am meisten dazu beigetraegn hätten, die Exportpreise zu drücken. Dies wäre ihnen dadurch ermöglicht worden, daß sie von den Schweizer Bundesbahnen jahrelang große Aufträge zu guten Preisen erhalten hätten. Wenn diese einmal nachließen, würden die schweizerischen Firmen ihre Exportpreise unbedingt erhöhen müssen. Über die von schweizerischen Firmen ausgeführten größeren dampfelektrischen Anlagen wird gesagt, daß sie zu wünschen ließen, da die Schweiz keine ausreichende Erfahrung in der Wärmetechnik besäße. Der Umsatz der Brown Boveri & Cie., Baden (39,2 Mill. schw. Fr), im Jahre 1926 wird auf rd. 2,5 Mill. £ = 50 Mill. RM, die Zahl der Beschäftigten auf 6000 geschätzt.

Als bedeutendste elektrotechnische Fabrikationsfirma Italiens bezeichnet die Schrift den Tecnomasio Italiano Brown-Boveri, dessen Umsatz im Jahre 1926 1 Mill. £ = 20 Mill. RM bei einer Beschäftigtenzahl von 3500 und dessen jährliche Produktion an großen elektrischen Maschinen 250 000 kW betragen habe. Diese und die zweitgrößte italienische Firma, Cia. Generale di Elettricità, sollen etwa zwei Drittel des Inlandsbedarfs decken und infolge ihrer nahen Beziehungen zu vielen italienischen Stromversorgungsunternehmungen mit Aufträgen reichlich versehen sein.

Von den Skodawerken in Pilsen (Tschechoslowakei), die neben schwerindustriellen und Rüstungsanlagen auch elektrotechnische Erzeugnisse herstellen, wird gesagt, daß sie von der französischen Schneider Cie. kontrolliert würden. Die schwedische Großfirma „Asea" soll etwa 60 % der gesamten schwedischen Erzeugung an elektrischem Material liefern (Umsatz 1926 schätzungsweise 2,5 Mill. £ = 50 Mill. RM, Zahl der Beschäftigten etwa 6200, Kapital 75 Mill. Kr). Die schwedischen elektrotechnischen Firmen sind im Sveniges Elektroindustriförening, einem Verband, ähnlich dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, vereinigt. Außer der Asea werden als Mitglieder dieses Verbandes noch folgende Firmen genannt: Luth & Rosén, Ericsson, Svenska elektromekaniska Industrie, Kungslampen, Skandinaviska Gloedlampenfabriken und Elektrolux.

Obwohl die Schrift sich ihrem Titel gemäß hauptsächlich mit der europäischen Elektrotechnik beschäftigt, finden sich doch auch verschiedentlich Bemerkungen über die amerikanischen Großfirmen, wie das bei deren vielfacher Verflechtung mit europäischen Gesellschaften natürlich ist. So wird z. B. über die amerikanische Telephonfirma International Standard Electric Corp.[3] berichtet, sie habe von der französischen Thomson-Houston-Gesellschaft die Cie. des Téléphones Thomson-Houston übernommen und eine weitere französische Telephongesellschaft, nämlich die Matériel Téléphonique, saniert. Ferner habe sich die International Standard zur Kontrolle des belgischen

---

[1] London, Economic and Statistical Department, British Electrical and Allied Manufacturers' Association (Inc.) 36 and 38 Kingsway, WC 2, 1927.

[2] Vgl. „Die französische Elektroindustrie" ETZ 1926, S. 162.

[3] Diese hieß früher (vor September 1925) International Western Electric Co. D. Verf.



Marktes mit den Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi verbunden und die italienische Telephongesellschaft Società Italiana Reti Telefoniche Interurbane gegründet. Mittels dieser Beziehungen soll die amerikanische Muttergesellschaft Riesenaufträge von den französischen, belgischen und italienischen Telephonbehörden erhalten haben.

Der zweite Hauptabschnitt der Beama-Schrift beschäftigt sich mit den Elektrofinanzierungsgesellschaften. Diese haben nach Ansicht des englischen Verbandes sehr dazu beigetragen, die Bedeutung der Zolltarife herabzusetzen, insofern Auslandsaufträge häufig ohne Rücksicht auf die Höhe der Einfuhrzölle nur auf Grund finanzieller Beziehungen vergeben würden. Während viele finanzielle Beziehungen Deutschlands zum Ausland durch den Krieg zerstört und der Einfluß des deutschen Privatkapitals auf die inländische Stromerzeugung und -finanzierung nach dem Kriege durch die Tätigkeit der öffentlichen Hand stark beschränkt worden wären, sei in anderen Ländern eine lebhaftere Aktivität der Elektrofinanzgesellschaften zu beobachten.

In Frankreich haben, wie aus den Konzerndarstellungen der vorliegenden Schrift hervorgeht, namentlich die drei Gruppen Thomson-Houston-Société Alsacienne, Cie. Générale d'Électricité und Schneider-Jeumont-Charleroi eine umfangreiche Finanzierungstätigkeit entfaltet. Die hauptsächliche Finanzgesellschaft der erstgenannten Gruppe ist die Société Financière Électrique; zu ihrer Einflußsphäre gehören mehrere der größten französischen Stromversorgungsunternehmungen, wie die Union d'Électricité (250 Mill. Fr, Erzeugung rd. 800 Mill. kWh im Jahre 1926), die Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen (300 Mill. Fr, Erzeugung 600 Mill. kWh), die Cie. Électrique de la Seine et du Centre (80 Mill. Fr, Erzeugung 290 kWh); ferner einige Straßenbahngesellschaften, wie z. B. die Cie. Générale Française de Tramways de Bordeaux (42 Mill. Fr) und die Société des Tramways Algériens in Algier. Zum Einflußgebiet der Cie. Générale d'Électricité und ihrer Finanzgesellschaften Cie. Continentale Edison, Société Provinciale d'Électricité u. a. gehört neben einer Anzahl mittelgroßer Elektrizitätswerke die große elektrochemische und elektrometallurgische Gesellschaft Cie. des Produits Chimiques et Électro-Métallurgiques, Alais, Froges et Camargue (208 Mill. Fr) nebst ihren Untergesellschaften.

Die französisch-belgische Gruppe Schneider-Jeumont-Charleroi kontrolliert nach der Darstellung der Beama durch ihre Finanzgesellschaften Banque de l'Union Parisienne, Union Européenne Économique et Financière und Société Parisienne pour l'Industrie des Chemins de Fer et des Tramways Électriques viele große Stromversorgungs- und Bahnunternehmungen in Frankreich, Belgien, Spanien, der Türkei, Ägypten, Argentinien, China und anderen Ländern. Erwähnt seien u. a. in Frankreich die Électricité et Gaz du Nord, Société d'Électricité de la Seine, Société d'Électricité de Lille, Cie. des Tramways de Paris et du Département de la Seine, Cie. du Chemin de Fer Métropolitain de Paris, Chemins de Fer Économiques du Nord, Cie. Générale des Chemins de Fer Vicinaux, Cie. des Tramways Électriques de Lille; in Belgien die Société Bruxelloise d'Énergie, Éclairage du Centre, Société „Les Tramways Bruxellois", Tramways Électriques de Gand, Railways Économiques de Liège-Seraing; in Spanien die Cia. Madrileña de Tranvias, Chemins de Fer de Barcelona; in Argentinien die Tramways de Buenos-Aires, Chemins de Fer de Santa Fé; in China die Chemins de Fer et Tramways de Chine u. v. a. Auf Grund dieser Beziehungen sollen die Muttergesellschaften viele Aufträge, auch aus dem Ausland, erhalten haben, und es wäre anzunehmen, daß sie den Export in Zukunft noch mehr forcieren würden.

Brüssel hat sich, wie in der Beama-Schrift dargelegt wird, im letzten Jahrzehnt zu einem Elektrofinanzierungszentrum ersten Ranges entwickelt. Die bedeutendste belgische Gesellschaft dieser Art ist die Société Financière de Transports et d'Entreprises Industrielles (Sofina) mit 33,25 Mill. belg. Fr Kapital. Sie ist nicht nur an Stromversorgungs- und Verkehrsunternehmungen beteiligt, sondern betätigt sich auch als technische Beraterin großer Stromversorgungs-Unternehmungen, wie z. B. der Cia. Hispano-Americana de Electricidad (frühere DUEG). Sie verteilt die Aufträge und bevorzugt dabei stets die Thomson-Houston Cie. und ihre belgische Tochtergesellschaft Société d'Electricité et Mécanique (SEM), die von der amerikanischen General Electric Co. kontrolliert werden. Zur gleichen Gruppe gehören noch zwei weitere Finanzgesellschaften, die Société d'Énergie Hydroélectrique (Sidro) mit 162,5 Mill. belg. Fr und die Société d'Électricité de la région de Malmédy (Serma). Der Einfluß dieser Gruppe ist bedeutend; sie beherrscht Stromversorgungs- und Straßenbahnunternehmungen in Deutschland (Gesfürel), Belgien, Frankreich, Italien, Portugal, Spanien, der Türkei und Übersee.

Die zweite belgische Finanzierungsgruppe setzt sich zusammen aus der Fabrikationsfirma Ateliers de Constructions Électriques de Belgique und mehrere Elektrizitäts- und Straßenbahngesellschaften. Die Hauptstärke dieser Verbindung liegt in ihren Beteiligungen an Straßenbahnen und Eisenbahnen in Belgien, Frankreich, Griechenland, Rumänien, Spanien, der Türkei und einigen Überseeländern.

Eine dritte Gruppe ist aus der Verbindung Constructions Électriques de Belgique — Société Générale Belge d'Entreprises Électriques (50 Mill. belg. Fr.) entstanden, an der auch englisches Kapital beteiligt sein soll. Auch diese Gruppe kontrolliert eine große Anzahl von Unternehmungen in europäischen und überseeischen Ländern, von denen sie zahlreiche Aufträge erhalten hat. Besonders erwähnenswert ist die von ihr durchgeführte Stromversorgung Polens.

Als bedeutendste Elektrofinanzierungsgesellschaften der Schweiz werden genannt: Bank für elektrische Unternehmungen (51,5 Mill. schw. Fr), Motor-Columbus (60 Mill. schw. Fr), Société Suisse d'Industrie Électrique (30 Mill. schw. Fr), Société Financière Italo-Suisse (20 Mill. schw. Fr) und Société Franco-Suisse pour l'Industrie Électrique (22 Mill. schw. Fr), sämtlich unter dem Einfluß von Brown Boveri & Cie. stehend. BBC haben mit Hilfe dieser Finanzgesellschaften eine außerordentlich starke Elektrisierungstätigkeit entfaltet. Die Stromerzeugung aller Unternehmungen, an denen die schweizerischen Elektrofinanzgesellschaften beteiligt sind, soll mehr als 9 Milliarden kWh jährlich betragen. Der BBC-Konzern ist zu der Erkenntnis gekommen, daß eine starke Ausfuhr nur durch umfangreiche Finanzierungstätigkeit entwickelt werden kann.

Zahlreich sind die Fäden finanzieller Art, die von New York, dem jetzigen Hauptzentrum der Elektrofinanzierung nach Europa hinüberführen. Die Vereinigten Staaten haben, wie in der Beama-Schrift geschildert wird, nach dem Kriege ihre Elektrofinanzierung stark ausgebaut und neue Organisationen hierfür geschaffen, so die International Power Securities Corporation in Verbindung mit der General Electric Co. und die American-European Utilities Corporation in Verbindung mit Westinghouse, die in Italien, Südslawien, Spanien und der Tschechoslowakei erfolgreich tätig waren, dagegen in Griechenland, Polen und Rumänien Mißerfolge zu verzeichnen hatten. Auch in Japan arbeitet amerikanisches Kapital; so hat die General Electric Co. zusammen mit der Electric Bond & Share Co. die Japanese Bond & Share Co. gegründet, die das japanische Geschäft entwickeln soll.

Aus den Abschnitten Industriebanken und Schlußfolgerungen sei kurz folgendes mitgeteilt: In England bestehe kein so inniges Zusammenarbeiten zwischen Industrie und Finanz, wie dies in Deutschland, den USA, Frankreich, Italien, Belgien und der Schweiz der Fall wäre. Dieser Mangel an Zusammenarbeit gereiche der britischen Industrie zum großen Schaden. Die fabrizierende Elektroindustrie Großbritanniens habe zur Erhaltung und Festigung ihrer Existens zwei Möglichkeiten, entweder in nähere Beziehungen zu deutschen oder amerikanischen Konzernen zu treten und dadurch international zu werden, oder ihre eigene Organisation zu straffen, d. h. eine kompakte Gruppe von Erzeugern zu bilden, gemeinsame Erzeugungs- und Finanzpolitik zu treiben und den Zentralverband zu stärken. Das heutige System von Einzelkonzernen mit individueller Politik und schlecht geregelten Produktions- und Preisverhältnissen müsse verlassen werden, sonst könne die britische Elektroindustrie nicht gedeihen. In der Stromerzeugung des Auslandes mache sich eine starke Konzentration bemerkbar, so daß einige wenige Unternehmungen den Hauptteil der Elektrizitätsversorgung übernähmen; insbesondere sei dies in Deutschland, den USA und Italien zu beobachten. In Großbritannien habe man die Stromversorgung noch nicht genügend entwickelt; die einzige Möglichkeit, den Kapitalbedarf zu befriedigen, sei der Anschluß an die mächtigen Gruppen in den USA oder in Belgien. Schließlich müsse die englische Elektroindustrie sich ein eigenes Finanzierungssystem schaffen, um genügenden Auslandabsatz für ihre Erzeugnisse zu finden.

Dr.-Ing. G. Becker.



Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter*.

Nr. 253.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Formen von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen die beigesetzten Systemzeichen zuerteilt worden.

I. System 148, die Formen D 10 und ZD 10, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter;

II. Zusatz zu System 130, die Form ZD 19, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom mit Doppeltarifzählwerk ohne eingebaute Umschaltuhr, sämtlich hergestellt von der **Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Charlottenburg, den 12. I. 1928.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

I. System 148,

die Formen D 10 und ZD 10, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, hergestellt von der Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft in Nürnberg.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form D 10 messen die verbrauchte elektrische Arbeit bei beliebig verteilter Belastung und bei jeder Phasenverschiebung in Drehstromanlagen mit und ohne Nulleiter. Sie können für Stromstärken von 3 bis 30 A, für verkettete Spannungen bis 460 V und für Frequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden. In der Ausführung als Doppeltarifzähler ohne eingebaute Umschaltuhr führen sie die Formbezeichnung ZD 10 und können in dieser Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler mit Einfachzählwerk beglaubigt werden. Die Doppeltarifeinrichtung ist die gleiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 230 vom 3. XII. 1926 (ETZ 1927, S. 326) beschrieben ist.

2. Wirkungsweise.

Die Zähler (Abb. 1) sind Induktionszähler mit drei messenden Systemen. Der bewegliche Teil besteht aus zwei auf einer gemeinsamen Achse sitzenden Aluminiumscheiben; er wird durch zwei Dauermagnete gebremst. Zwei der messenden Systeme wirken auf die obere Triebscheibe, das dritte System und die beiden Bremsmagnete auf die untere Triebscheibe ein. Aufbau und Wirkungsweise der einzelnen Triebsysteme sind die gleichen wie bei den durch die Bekanntmachung Nr. 211 vom 15. I. 1926 (ETZ 1926, S. 393) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszählern der Form D 9 des Systems 130.

3. Schaltung.

Die Schaltung der Zähler (in Drehstromanlagen mit Nulleiter) ist aus der Abb. 1 ersichtlich.

4. Eichung.

Die Zähler werden geeicht, indem nach einhalbstündiger Belastung der Spannungspulen mit der Nennspannung der Reihe nach folgende Einstellungen vorgenommen werden:

a) Bei jedem der drei Systeme wird bei abgeschaltetem Hauptstrom mit Hilfe des Anlaufhebels H etwaiger Leerlauf beseitigt, wobei jedesmal nur die Spannungspule desjenigen Systems zu erregen ist, an dem die Einstellung vorgenommen wird.

b) Bei jedem Triebsystem wird die Phasenverschiebung zwischen den wirksamen Feldern geregelt, indem die Hauptstromspule des betreffenden Systems mit dem Nennstrom belastet und der Strom um 90° induktiv gegen die zugeordnete Spannung verschoben wird. Durch Verschieben der Gleitklemme G wird der Zähler dabei jedesmal zum Stillstand gebracht. Der Hauptstrom der beiden anderen Systeme muß dabei unterbrochen sein, jedoch müssen ihre Spannungspulen eingeschaltet sein.

c) Die drei Triebsysteme werden auf gleiche Zugkraft eingestellt, indem die Umdrehungszahl des Zählers bei induktionsfreier Belastung des unteren Systems mit der Nennstromstärke festgestellt und der Zähler sodann nacheinander bei der gleichen Belastung der beiden oberen Systeme durch Betätigung der Schrauben Z an deren Rückschlußbügeln auf die gleiche Umdrehungszahl eingestellt wird. Darauf wird der Zähler bei induktionsfreier Drehstrombelastung mit der Nennstromstärke durch Verstellen der Bremsmagnete so eingestellt, daß er richtig zeigt.

d) Zur Überwindung der Reibung wird an jedem System der Anlaufhebel H so eingestellt, daß der Zähler bei einseitiger Belastung mit $^1/_5$ der Nennstromstärke und bei einem Leistungsfaktor $\cos\varphi = 1$ einen Fehler von etwa $+1\,\%$ zeigt.

e) Mit Drehstrombelastung von $^1/_{10}$ der Nennstromstärke und bei einem Leistungsfaktor $\cos\varphi = 1$ werden die Zählerangaben nochmals geprüft und gegebenenfalls durch geringes gleichmäßiges Verstellen der Anlaufhebel H auf den richtigen Wert gebracht.

f) Mit Drehstrombelastung von $^1/_5$ der Nennstromstärke und bei einem Leistungsfaktor $\cos\varphi = 0{,}5$ werden die Zählerangaben gleichfalls nachgeprüft und erforderlichenfalls durch geringes gleichmäßiges Verstellen der Gleitklemme G berichtigt.

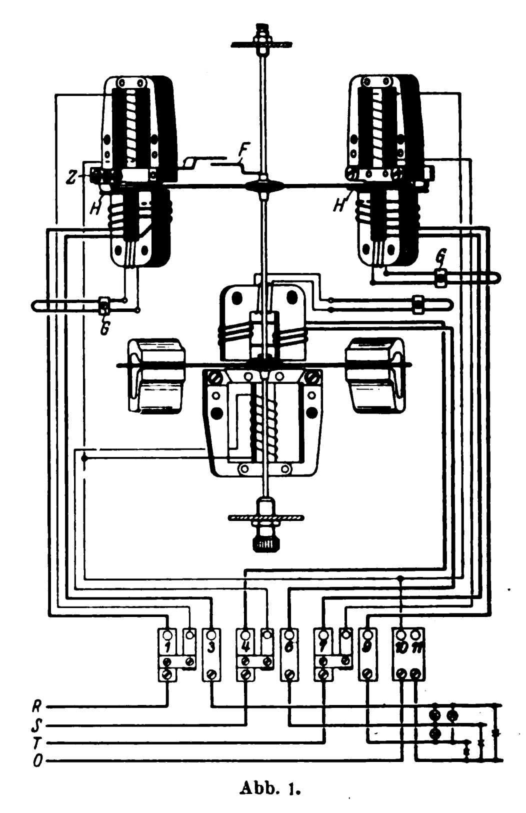


Abb. 1.

g) Das Bremshäkchen F wird so gebogen, daß der Zähler einerseits bei 20 % Überspannung im stromlosen Zustand nicht leerläuft, anderseits aber unter induktionsloser Drehstrombelastung bei einer Stromstärke sicher anläuft, die 0,5 % der Nennstromstärke nicht überschreitet.

5. Eigenschaften.

Das Drehmoment der untersuchten Zähler betrug bei Nennlast und der Frequenz 50 Hz etwa 9,8 bis 11,6 cmg. Der Anlauf erfolgte bei induktionsloser Belastung mit 0,3 bis 0,4 % des Nennstromes. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 56 g, die Drehzahl der Zähler zu etwa 33 bis 50 Umdr/min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei 220/127 V Nennspannung etwa 3 × 0,61 W und bei 460/266 V Nennspannung etwa 3 × 0,76 W bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromspulenkreisen belief sich bei 5 A Nennstromstärke auf etwa 3 × 0,85 W und bei 30 A Nennstromstärke auf etwa 3 × 1,65 W bei der Frequenz 50 Hz.

---

* Reichsministerialblatt 1928, S. 50.



II. Zusatz zu System 130,

die Form ZD 19, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom mit Doppeltarifzählwerk ohne eingebaute Umschaltuhr, hergestellt von der Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 211 vom 15. I. 1926 (ETZ 1926, S. 393) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom der Form D 9 des Systems 130 werden bei geändertem Aufbau mit einer Doppeltarifeinrichtung versehen unter der Formbezeichnung ZD 19 hergestellt und können in dieser Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler der Form D 9 beglaubigt werden. Die Änderung des Aufbaues besteht darin, daß bei den Zählern der Form ZD 19 die beiden Triebsysteme auf die obere Triebscheibe und die beiden Bremsmagnete auf die untere Triebscheibe einwirken. Die Doppeltarifeinrichtung ist die gleiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 230 vom 3. XII. 1926 (ETZ 1927, S. 326) beschrieben ist. Der Aufbau der Zähler ist demnach ebenso wie bei den unter I. dieser Bekanntmachung zur Beglaubigung zugelassenen Zählern der Form ZD 10 mit dem Unterschied, daß das auf die untere Scheibe wirkende Triebsystem fortgelassen ist.

Die untersuchten Zähler der Form ZD 19 hatten etwa die gleichen Eigenschaften wie die Zähler der Form D 9.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten der Gleichdruckspeicher[1]. — Die verschiedenen Industrien haben verschiedene Betriebsbedingungen. Kraftdampf-, Heizdampf- und Heißwasserbedarf sind mannigfachen Schwankungen unterworfen. Ihre gegenseitige Abstimmung ohne Betriebsbeeinflussung bietet vielfach Schwierigkeiten, wenn man danach trachtet, die Wirtschaftlichkeit auf ein Maximum und die Anlagekosten und Betriebskosten auf ein Minimum zu bringen. Die Wärmespeicher haben uns auf diesem Wege ein gut Stück weiter gebracht und es sind insbesondere die Gleichdruckspeicher, die bei nicht zu großen Schwankungen in bezug auf Anlagekosten recht vorteilhaft sind.

Nachstehend soll eine vom Wärmeausgleich Christians ausgeführte Anlage (Abb. 1) für das Städtische Werk Buch bei Berlin beschrieben werden, wo es sich darum handelt, den Abdampf einer Gegendruckturbine zur Heißwasserbereitung für Betriebszwecke auszunutzen. Maschinenleistung und Heißwasserbedarf waren ungleich und es wurde gefordert:

a) Vom Standpunkt der Wärmewirtschaft aus günstige Belastung der Gegendruck- und Kondensationsmaschine.

b) Vom Standpunkt der praktischen Betriebsführung aus Bereitstellung jeder erforderlichen Wassermenge bei gleichbleibender Temperatur.

Von den beiden Turbinen arbeitet die eine mit Kondensation, die andere mit Gegendruck. Diese soll bis zur Grenze ihrer Leistung belastet und der Mehrstrombedarf durch die Kondensationsturbine mit einer minimalen Grundlast gedeckt werden, die einen erträglichen Dampfverbrauch der Kondensationsturbine sichert.

Die Gegendruckturbine gibt ihren Abdampf von 1,2 ata an den Dampfverteiler, von wo er auf die parallel geschalteten 6 Heißwasserbereiter verteilt wird. In diesen wird das Wasser auf die gewünschte Temperatur erwärmt und geht von dort zu 2 Frischdampfvorwärmern, die aber nur dann in Betrieb genommen werden, wenn entweder die Gegendruckturbine steht, oder deren Abdampfmenge zur Aufwärmung der benötigten Wasserwärme nicht ausreicht. Aus den Frischdampfvorwärmern gelangt das Wasser in einen Warmwasserverteiler, zu dem der Wärmespeicher parallel geschaltet ist, der Überschußwasser aufnimmt und den Wassermangel deckt.

Abb. 1. Abdampfverwertung im Städtischen Werk Buch.

Das zu erwärmende Wasser kommt vom Hochbehälter und wird durch 3 parallel liegende Regelventile thermostatisch geregelt, so daß die Heißwasserbereitung der Belastung der Dampfturbine entspricht. Sich ergebender Wasserüberschuß fließt durch ein offen stehendes Regel- und Rückschlagventil in den Speicher. Bei Wassermangel setzt der Speicher aus seinem Inhalt durch ein normal offenes Regelventil mit dahintergeschaltetem Rückschlagventil Wasser zu. Die Hauptregelung ist mithin thermostatisch, der Ausgleich findet im Speicher bei gleicher Temperatur statt.

Die Verbrauchsleitung steht unter einem Druck von 4 atü, während das Wasser eine Temperatur von 70÷80° erhält. Um den entsprechenden Druck im höher liegenden Speicher zu sichern, ist er mit einem Dampfpolster belastet, das selbsttätig auf dem Rohrleitungsdruck gehalten wird. Die weitere Sicherung des Betriebes wird im Speicher durch einen Höhengeber erreicht, der 4 Funktionen erfüllt:

1. Die Impulse für einen Ladezustandsanzeiger im Maschinenhaus sind derart, daß am Ladezustandsanzeiger im

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1797.



Maschinenhaus die Füllung des Speichers zu ersehen ist und der Maschinenwärter die Belastung der normal mit gleicher Last durchlaufenden Gegendruckturbine erhöhen kann, wenn der Speicher dauernd geringen Inhalt, dagegen ermäßigen kann, wenn der Speicher dauernd großen Inhalt hat.

2. Der Höhengeber gibt einen Regelimpuls bei höchster Füllung derart, daß dann das Eintrittsregelventil geschlossen wird.

3. Der Höhengeber bewirkt einen Impuls bei kleinstem Inhalt, der das Auslaßventil schließt, um den Austritt des Dampfes aus dem Speicher in die Verbrauchsleitung zu verhindern.

4. Reicht die Belastung der Gegendruckturbine für die Erzeugung des Warmwassers nicht aus, und ist der Speicherinhalt aufgebraucht, so soll durch Frischdampfzusatz die Warmwasserbereitung auf den augenblicklichen Verbrauch gesteigert werden. Der Höhengeber gibt demnach bei niedrigem Wasserstand einen Regelimpuls auf die Frischdampfzusatzventile derart, daß sie in diesem Augenblick Frischdampf zu den Frischdampfvorwärmern hinzutreten lassen.

Weil aber der Frischdampf einen Druck von 7÷8 atü hat, und die Frischdampfvorwärmer nicht mit höherem Dampfdruck als mit 0,5 atü arbeiten sollen, werden die Frischdampfzusatzventile so geregelt, daß sie als Dampfdruck-Reduzierventile wirken. Diesen Zweck erfüllen Niederdruckgeber, die die Frischdampfzusatzventile schließen, wenn der Druck in den Frischdampfvorwärmern die einstellbare Höhe überschreitet, und sie weiter öffnen, wenn der Druck diese normale Höhe unterschreitet.

Der Erfolg der Anlage ist eine gleichmäßig höchste Belastung der Gegendruckmaschine sowie eine höchste Kraftausbeute, außerdem gesteigerte Verbrauchsmöglichkeit von Warmwasser konstanter Temperatur. Sämtliche Regler arbeiten vollkommen selbsttätig.

H. E. Witz.

Übersichtskarte der Hochspannungsleitungen im rechtsrheinischen Bayern. — Die Abteilung für Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung im Bayerischen Staatsministerium des Innern gibt im März d. J. die „Übersichtskarte der Hochspannungsleitungen im rechtsrheinischen Bayern" neu heraus. Diese Karte enthält nach dem Stande von 1927 nach Spannungen unterschieden die Hochspannungsleitungen, ferner nach der Leistung gekennzeichnet die Elektrizitätswerke. Außerdem sind die Bezirksamtsgrenzen und die Waldgebiete eingetragen.

Die Gesamtkarte besteht aus fünf Einzelblättern im Maßstab 1 : 250 000 und kostet 24 RM. Die Blätter werden auch einzeln zum Stückpreise von 7 RM abgegeben. Bei gleichzeitiger Bestellung von zehn Sätzen wird ein Satz kostenfrei geliefert.

Elektromaschinenbau.

Die Magnetisierungscharakteristik der Gleichpol-Induktortype. — Alle Wechselpolmaschinen zeigen als Magnetisierungscharakteristik bei Leerlauf einen Verlauf nach Abb. 2, Kurve *a*. Die Gleichpol-Induktortype dagegen weist eine Leerlaufcharakteristik nach Kurve *b* auf. Bei einer bestimmten Erregung tritt ein Höchstwert des nützlich in den Statorspulen verwertbaren Flusses auf, eine weitere Steigerung der Erregung bewirkt ein merkbares Sinken dieses Flusses. Denkt man sich den induzierenden Teil stillstehend, den induzierten bewegt, so läuft bei der Wechselpoltype die eine Spulenseite durch die Linien des Nordpoles, die andere durch die Linien des Südpoles. Die EMK einer Spule ist daher die Summe der beiden Teil-EMKK. Bei der Gleichpolmaschine laufen beide Spulenseiten durch die Linien gleicher Richtung, daher ist die EMK einer Spule die Differenz der beiden Teil-EMKK. Die Polzwischenräume sind nicht linienfrei, mit wachsender Erregung wächst auch der Fluß in der Pollücke. Für eine bestimmte Erregung sei der Fluß in der Pollücke $^1/_5$ desjenigen unter der Polzacke. Die EMK einer Spule wird dann etwa

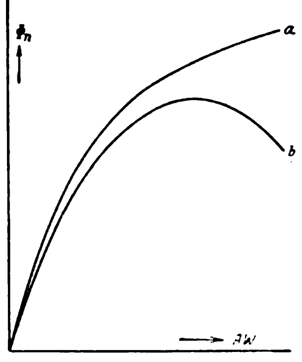


Abb. 2. Magnetisierungskurven.

$$E_p = e' - e'' = 10 - 2 = 8 \text{ V}.$$

Durch eine Verstärkung der Erregung wachse e' auf 12 V. Durch die größere Eisensättigung werden aber jetzt in der Pollücke prozentual mehr Linien verlaufen als vorher, z. B. ⅓ der Zahl unter der Zacke. Es wird dann

$$E_p = 12 - 4 = 8 \text{ V}.$$

Eine weitere Erregersteigerung bringe e' auf 15 V und die Zahl der Linien in der Pollücke auf ½ derjenigen unter der Zacke. Dann wird

$$E_p = 15 - 7^1/_2 = 7^1/_2 \text{ V}.$$

Je mehr von da ab die Erregung gesteigert wird, desto kleiner wird die erzeugte EMK E_p.

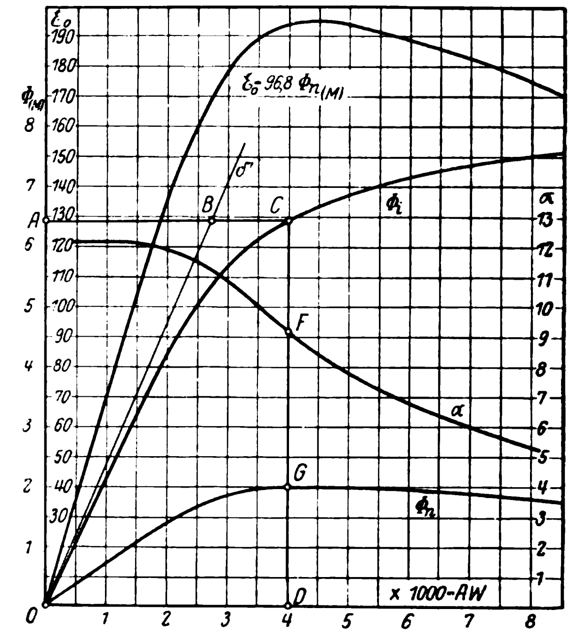


Abb. 3. Leerlaufcharakteristik.

Bezeichnet Φ_i den Fluß, der durch den Luftspalt übergeht, wenn die Pollücken mit Eisen ausgefüllt gedacht sind und der Luftspalt zwischen Stator- und Rotoreisen δ cm beträgt, so ist nach K. Metzler der nützlich verwertbare Fluß

$$\Phi_n = \varphi_i \, \Phi_i .$$

Für den Fall: Polzackenbreite = Pollückenbreite ist

$$\varphi_i = 0{,}48 \frac{\alpha}{\alpha + 5} ,$$

wobei $\alpha = \frac{b_n}{\delta}$ mit b_n = Lückenbreite.

Nach Festlegung der Abmessungen des magnetischen Kreises sind die Querschnitte und mittleren Längen der Induktionslinien bekannt. Mit ihnen wird auf die bekannte Weise die Abhängigkeit $\Phi_i = f(AW_s)$ aufgestellt, wenn AW_s die Amperewindungszahl für den magnetischen Kreis bedeutet. Für einen bestimmten Fall zeigt Abb. 3 die Kurve von Φ_i. Nach Ziehen der Luftlinie, die mit Hilfe des korrigierten Luftspaltes δ' gezeichnet wird, ergibt sich für irgendeine AW_s-Zahl OD der zugehörige Wert von α aus

$$\alpha = \alpha' \frac{AB}{AC} = DF$$

$$\alpha' = \frac{b_n}{\delta'} .$$

Die zu Abb. 2 gehörige Maschine erreicht also nach der Rechnung eine größte EMK im Leerlauf von rd. 194 V. Die Messungen an der ausgeführten Maschine ergaben 195 V. (K. Metzler, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 57.)

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Ungarischen Staatsbahnen. — Die Regierung nahm im vorigen Jahre das gemeinsame Angebot der beiden Firmen: The Power and Traction Co



(London) und der Firma Ganz & Co. Danubius (Budapest) an, welches sich auf den Bau eines Dampfkraftwerkes mit einer Leistungsfähigkeit von rd. 90 000 PS in Bánhida (Transdanubien) und auf die Herstellung der notwendigen Fernleitungen und Unterstationen sowie auf die Elektrisierung der Linie Budapest—Hegveshalom—(Wien) bezieht. Die durch die Regierung gegründete Ungarische Transdanubische Elektrisierungs-A G. betraute mit der Ausführung der Arbeit die Firma Ganz & Co. als Hauptunternehmer, welche sich zu diesem Zwecke wieder mit den englischen Firmen English Electric Co. und Babcock & Wilcox vereinigte. Das nötige Kapital verschafft sich die Transdanubische A. G. durch eine Anleihe von dem englischen Geldmarkt. Der Bau des elektrischen Werkes in Bánhida beginnt in diesem Frühling, so daß die Hauptstadt Budapest voraussichtlich schon im Winter 1929/30 mit Strom versehen werden kann.

Die Arbeiten der Elektrisierung der Linie Hegyeshalom können dagegen erst Ende 1928 begonnen werden, weil die Staatsbahnen erst dann in der Lage sein werden, über das zu wählende System zu entscheiden. Auf dem Linienabschnitt Budapest—Alag wird nämlich schon seit Jahren eine neue Lokomotivbauart praktisch erprobt, welche die Verwendung eines Stromes von 50 Hz erlaubt und somit ermöglicht, daß die Bahn ihren Strombedarf durch jede normale Stromquelle des Landes decken kann. Diese Versuchslokomotive wurde durch die Firma Ganz & Co. auf Grund der Erfahrungen umgebaut. Die Versuche mit dieser Lokomotive beginnen in diesem Frühling und sind auf ein halbes Jahr vorgesehen. Wenn die auszuführenden mannigfachen Versuche die Lebensfähigkeit des neuen Systems rechtfertigen, wird die Elektrisierung der Linie Hegyeshalom nach diesem bewerkstelligt werden. (Zg. V. Dt. Eisenb.-Verw. Bd. 68, S. 241.)

Erneuerungen der Betriebsmittel und der Ausrüstung auf den Londoner elektrischen Untergrundbahnen. — Die Gruppe der Londoner Untergrundbahngesellschaften hat beschlossen, die alten Betriebsmittel samt der Ausrüstung der Distriktbahn und anderer von der Gruppe beherrschter Bahnen völlig zu erneuern. Mit der Änderung wird sofort begonnen; sie soll etwa zwei Jahre dauern und rd. 51 Mill. RM erfordern. Die Änderungen werden ohne irgendwelche Beeinträchtigung des gewöhnlichen Bahnbetriebes durchgeführt. Zu Feltham sind zu diesem Zweck Aushilfswerke errichtet; die bestehenden Werke zu Acton mußten vergrößert werden. Man beabsichtigt, die Züge einzeln aus dem Betrieb zu nehmen und entweder nach den neuesten Erfordernissen zu ändern oder gegen neue Betriebsmittel auszutauschen.

Frank Pick, Stellvertreter des Generaldirektors der Eisenbahngruppe, erklärte in vorstehendem Zusammenhange am 1. XI. Die Grundidee der Maßnahme wäre, den Betriebsmittelpark und die Ausrüstung des Gesamtnetzes auf den gleichen Stand zu bringen, wie er durch die neuesten Betriebsmittelbeschaffungen für die letzten Erweiterungen und umgebauten Linien dargestellt wird. Man beabsichtigt, Betriebsmittel mit größerem Fassungsraum einzuführen und die Fahrgeschwindigkeiten zu steigern. Letzteres sei unmöglich, solange die alten Züge mit den neuen durcheinander verkehren. Auf der Distriktbahn, mit ihren mehr als 20 Jahre alten Wagen, sei der Ansturm besonders stark. Nun seien aber seit der in den Jahren 1905/06 durchgeführten Elektrisierung der Distriktbahn in der Bauart der Motoren selbstverständlich große Verbesserungen gemacht worden. Heute könne man bekanntlich Bahnmotoren erhalten, die trotz höherer Leistung kein höheres Gewicht hätten und nicht größer seien als die 1905 eingebauten. Für die allgemeine Erneuerung der alten Betriebsmittel kaufe man zur Zeit neue Motoren und neue Schalteinrichtungen, auch neue Wagen.

Die neuen Wagen der Röhrenbahn sollen mit Druckluft arbeitende Tür-Öffnungs- und -Schließvorrichtungen erhalten und mit verbesserter Beleuchtung und Lüftung und besseren Sitzen ausgerüstet werden. Die Distriktbahnwagen werden nach wie vor handbediente Türen behalten.

Das gesamte neu zu beschaffende Material soll in Großbritannien hergestellt werden. Nebenbei bemerkt wurden einige der alten Wagen der Bahngruppe in Frankreich und einige in Ungarn hergestellt. Während der letzten Jahre — so schließt Pick seinen Bericht — sei im Ausland kein Material mehr gekauft worden. (The Times, Nr. 44 728 v. 2. XI. 1927.) *W. Mk.*

Beleuchtung.

Elektrische Lokomotivbeleuchtung. — Die an einen Stromerzeuger für Lokomotivbeleuchtung gestellten Anforderungen lauten kurz zusammengefaßt:

1. Absolute Unempfindlichkeit gegen Erschütterungen.
2. Weitgehende Unabhängigkeit der erzeugten Lichtspannung vom Kesseldruck und von der Belastung, d. h. empfindliche Regelung.
3. Unbedingte Betriebsicherheit und stete Betriebsbereitschaft.
4. Kleinstmögliche Wartungs- und Betriebskosten.

Hiervon ausgehend, hat die AEG einen Kleinlicht-Maschinensatz (Abb. 4) konstruiert, der von einer Aktionsturbine mit zwei auf einen Schaufelkranz wirkenden Geschwindigkeitstufen angetrieben wird. Das Turbinenrad wird durch eine Freistrahldüse axial beaufschlagt; eine Umkehrschaufel führt den Dampf zum zweiten Male auf den Laufkranz. Die gleiche Welle trägt das Turbinenrad und den Generator. Der ganze Rotor ist auf zwei Kugellagern gelagert, die jährlich nur einer einzigen Schmierung bedürfen. Abb. 5 zeigt einen Schnitt durch den Turbogenerator.

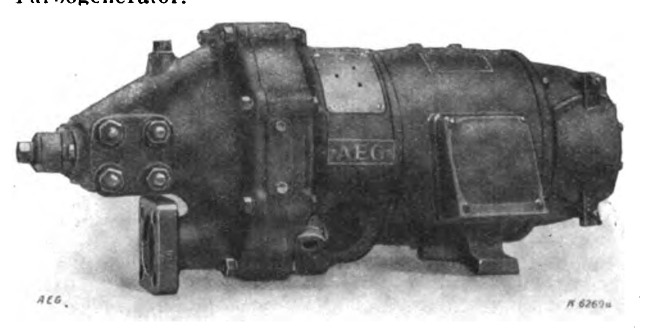


Abb. 4. Turbogenerator für Lokomotivbeleuchtung.

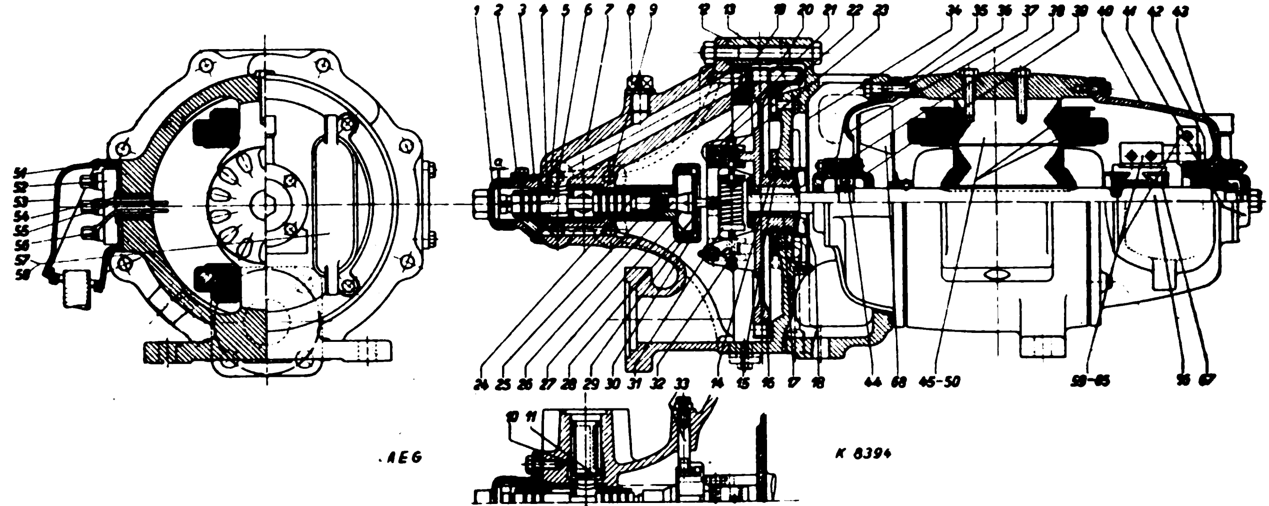
Der Regler ist ein unmittelbar wirkender Fliehkraftregler einfachster Bauart mit Federbelastung. Die Bewegungen der Reglergewichte werden unmittelbar über eine mit dem Turbinenrad umlaufende Stahldruckscheibe auf eine feststehende Kohlenplatte und von da direkt auf den Reglerschieber übertragen. Dieser Reglerschieber ist ein in der axialen Verlängerung der Turbinenwelle angeordneter entlasteter Rundschieber aus nicht rostendem Stahl. Er gleitet in einer Buchse aus Monelmetall, so daß ein Festsitzen nach längerem Stillstand oder ein Abnutzen infolge der Dampfströmung nicht vorkommen kann. Die Einstellung der Drehzahl erfolgt durch Spannung oder Entspannung der Reglerfeder und kann bei Stillstand der Turbine in einfachster Weise von außen her vorgenommen werden. Der Regler hält die Drehzahl auf 3600 Umdr/min in einem Dampfspannungsbereich von 5 ÷ 16 atü nahezu völlig konstant und unabhängig von der Belastung. Erreicht wird dies dadurch, daß der Druck vor der Düse stets auf etwa 5 atü reduziert wird.

Der Gleichstrom-Kompoundgenerator ist als ventiliert geschützte Lagerschildmaschine ausgeführt und besitzt zwei Hauptpole und einen Hilfspol. Der Generator leistet dauernd 0,5 kW bei 24 oder 32 V. Die Bürstenhalter stellen eine Sonderausführung für elektrische Maschinen auf Fahrzeugen mit starken Erschütterungen dar. Der ganze Turbosatz ruht auf drei Füßen, so daß Verspannungen bei der Montage vermieden werden. Turbine und Generator sind mittels eines durchbrochenen Gehäuses verbunden. Die Anordnung der Beleuchtungseinrichtung auf der Lokomotive ist denkbar einfach. Der Turbogenerator kommt entweder auf der Rauchkammer oder auf dem Umlaufblech zur Aufstellung. Die Dampfzuführung wird mit Hilfe eines Handrades im Führerhaus bedient. Der Abdampf entweicht ins Freie oder wird in den Vorwärmer geleitet.

Die elektrische Leitungsführung erfolgt von dem Maschinensatz zunächst zu einem Schaltkasten, in dem die nötigen Schalter sowie die Sicherungen der Hauptleitung eingebaut sind. Alle Leitungen sind in Stahlpanzerrohr zweipolig verlegt, der Schaltkasten sowie die einzelnen Steckdosen sind wasser- und staubdicht ausgeführt.

Für die Deutsche Reichsbahn sind an Beleuchtungskörpern vorgesehen: 4 Streckenlaternen, 2 Signallaternen, 1 Führerhauslampe, 1 Wasserstandslampe und verschiedene Steckdosen zum Anschluß einer Handlampe.

Bei dem Maschinensatz ist die Unabhängigkeit der Drehzahl, der Spannung und des Dampfverbrauchs bei verschiedenen Lasten vom Kesseldruck in einem Bereich von 5 ÷ 16 atü ebenso bemerkenswert, wie die Gleichmäßigkeit von Drehzahl und Spannung bei verschiedener Belastung. Der Dampfverbrauch beträgt 26 kg/h bei Leerlauf und 57 kg/h bei Vollast.



1 Verschlußkapsel
3 Haube mit 2 Schrauben
4 Schieberbuchse mit Sicherungsstift
5 Schieber
10 Sieb
11 Siebkorb
14 Stopfbuchse mit 5 Schrauben
16 Laufrad
18 Schleuderscheibe
19 Düse mit 2 Schrauben
20 Umkehrschaufel mit 2 Schrauben
21 Regulatorgewichte mit Buchsen
22 Schneiden mit Bronzebuchsen und Splinten
23 Traversen
24 Zusatzfeder
25 Stützfeder
27 Spurlager
29 Spurlagergehäuse
30 Spurscheibe
31 Reglerfeder mit Helm und Zugschrauben
33 Führungsbolzen mit 2 Schrauben
34 Abdichtungsscheibe mit 6 Schrauben
35 Polgehäuse
43 Vorderes Kugellager
44 Hinteres Kugellager
58 Scharnierverschluß für die Deckel, vollständig
66 Anker, vollständig mit Welle, ohne Ventilator
67 Kommutator
68 Ventilator

Abb. 5. Schnittzeichnung eines Turbogenerators für Lokomotivbeleuchtung.

In der außerordentlichen Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Lichtanlage auf der Lokomotive beruht einer der größten Vorteile der elektrischen Beleuchtung. *fi*

Bergbau und Hütte.

Die Elektrizität im Grubenbetrieb. — Der elektrische Strom ist in den letzten Jahren wiederholt die Ursache größerer Grubenkatastrophen gewesen. Trotzdem hält es die Bergindustrie für angebracht, den elektrischen Strom noch mehr als bisher im Bergbau praktisch zu verwenden. Ja, man ist sogar dabei, ganze Schachtanlagen über und unter Tage auf Verwendung der Elektrizität als Maschinenantriebskraft einzustellen. Darüber hinaus soll auch die Belichtung der gesamten unterirdischen Räume bis zum Abbaubetrieb hinauf durch den elektrischen Draht erfolgen. In der letzten Sitzung der Grubensicherheitskommission für den Oberbergamtsbezirk Dortmund, die aus Anlaß der in der Nacht vom 23. auf den 24. XII. d. J. erfolgten Schlagwetterexplosion auf Zeche Neu-Iserlohn stattfand, machte nach einem Bericht der Dt. Bergwerks-Zg. vom 29. I. 1928 der Vorsitzende die Mitteilung, daß die Aufsichtsbehörde in letzter Zeit sogar Abbaumaschinen mit elektrischem Antrieb genehmigt habe. Er erkannte die Gefährlichkeit dieses Versuches an, hielt aber ähnliche Versuche für notwendig, damit der elektrische Strom auch im Bergbau mehr Anwendung finde. Die Schachtanlagen Rhein I und Lohberg würden von Grund auf elektrisiert, und die Zechen Minister Stein, Mathias Stinnes und Prosper verwendeten neben elektrisch angetriebenen Abbaumaschinen auch bereits elektrisches Licht in Abbaubetrieben. Der Vorsitzende erklärte weiter, die umfangreichere Verwendung der Elektrizität bedeute keine Vermehrung der Gefahrenmomente, wenn die Preßluft dafür aus den Gruben verschwinde. Die Zahl der durch die jetzige Preßluftverwendung entstandenen Einzelunglücksfälle sei ungleich größer als die durch den elektrischen Strom hervorgerufenen Gesamtunfälle. Bedingung sei allerdings, daß bei der Verwendung des elektrischen Stroms sowohl zu Kraft- als zu Lichtzwecken die von der elektrischen Industrie herausgebrachten brauchbaren Schutzeinrichtungen angewandt würden. Dann würde die Zahl der Unglücksfälle sicher nicht größer werden, als sie jetzt bei Verwendung der Preßluft sei. Eine Selbstverständlichkeit nach den Erfahrungen der letzten Zeit sei, daß in Zukunft elektrische Lokomotiven nur noch schlagwettergeschützt genehmigt würden. Die schon vorhandenen sollen bis zu einer bestimmten Zeit ebenfalls mit einem Schutz versehen und bis dahin nur noch im Einziehstrom verwendet werden. Lokomotiven mit Fahrdrahtleitungen sollen möglichst schnell aus den Gruben verschwinden. — Zu diesen Mitteilungen der Dt. Bergwerks-Zg. gibt das Oberbergamt in Dortmund bekannt, daß die gemeldeten Angaben nicht in allen Teilen zutreffend seien Das Oberbergamt hat keine Veranlassung und auch nicht die Absicht, den Preßluftbetrieb einzuschränken oder seine weitere Ausbreitung zu hemmen. Es besteht kein Zweifel daran, daß die Preßluftlokomotiven bezüglich ihrer Schlagwetter- und Brandsicherheit allen Ansprüchen genügen. Die elektrischen Akkumulatorlokomotiven sollen an den Teilen, die betriebsmäßig Funken erzeugen, schlagwettersicher gekapselt werden. Auch die Akkumulatoren sollen tunlichst Schlagwetterschutz erhalten. Beide Forderungen werden bei den neueren Lokomotiven bereits erfüllt. Die alten sollen, soweit sie im ausziehenden Wetterstrom laufen, umgebaut werden. Die elektrischen Fahrdrahtlokomotiven sollen nach einem bereits festgelegten Zeitplan aus dem ausziehenden Wetterstrom herausgezogen werden. Im einziehenden Wetterstrom dürfen sie unter den bekannten Bedingungen nach wie vor weiter benutzt werden. Die Anwendung von Elektrizität unter Verwendung von Kraft- und Lichtkabeln in Abbaubetrieben wird auf den schlagwetterungefährlichen Gruben der unteren Magerkohlen- und der Gasflammkohlenpartie unter bestimmmten Bedingungen, welche die Brandgefahr ausschließen sollen, gestattet. Im Abbau der schlagwettergefährlichen Betriebe werden Versuche mit der Anwendung von Elektrizität auf drei Schachtanlagen unter besonderen Sicherheitsmaßnahmen vorgenommen. Es ist vorläufig nicht beabsichtigt, diese Versuche zu erweitern. (Berg-Technik Bd. 21, S. 51.)

Fernmeldetechnik.

Über den Formierungsprozeß in Oxydkathodenröhren. — Die Wirkungsweise der Oxydschicht, mit der man die Glühkathode von Verstärker- und Audionröhren überzieht, ist teils durch Zersetzung und Rückbildung des Oxyds erklärt worden, teils durch metallische Leitung, die das heiße Oxyd besitzen soll, ohne sich also zu zersetzen. Bei der Herstellung werden die Fäden mehrmals überhitzt; dabei geben sie Gas ab; die Röhren werden



evakuiert und das Verfahren wiederholt, bis bei normalem schwachem Glühen kein Gas mehr austritt. Diesen Formierungsvorgang hat neuerdings Fr. Detels untersucht. Er findet, daß das entweichende Gas der Sauerstoff des Oxyds ist; auf der Seele des Fadens bleibt das reine Metall zurück; es schmilzt in der Hitze und bildet einen glatten Überzug. Bei gänzlich durchformierten Kathoden läßt sich dieser Überzug aber nicht wieder oxydieren, woraus hervorgeht, daß sich eine Legierung des Bariums oder Strontiums mit dem Metall des Trägers gebildet hat. Ein geringes Verdampfen des Metalls tritt am formierten Faden auch ein, so daß der ganze Vorgang ebenso aufzufassen ist, wie ihn Langmuir bei Thoriumröhren ermittelt hat. Während die Bildung der Legierung fortschreitet, nimmt die Austrittsarbeit langsam ab, die Emissionsfähigkeit aber schnell, so daß die Vergrößerung des Emissionstromes auf Verkleinerung der Austrittsarbeit beruht. Die emittierende Substanz ist also nicht das Oxyd, sondern die beim Formierungsvorgang gebildete Legierung. (Fr. Detels, Jahrb. drahtl. Telegr. 1927 Bd. 30, S. 10 u. 52.) *Kb.*

Das Fernsprechkabel zwischen Finnland und Schweden. — Für das Fernsprechkabel, das in diesem Sommer zwischen Finnland und Schweden gelegt werden soll, waren fünf Angebote eingegangen, wovon jetzt nach beendeter Prüfung durch die Finnische Post- und Telegraphenverwaltung im Einvernehmen mit der Schwedischen Telegraphendirektion ein deutsches Angebot (von der Kabelfirma Felten & Guilleaume Carlswerk) angenommen worden ist. Das Kabel wird auf der Strecke zwischen Abo und Stockholm gelegt und erhält eine Gesamtlänge von 216 km unter Wasser, so daß es nach seiner Verlegung vermutlich das längste unterseeische Fernsprechkabel ist, das bisher hergestellt wurde. Der überwiegend größte Anteil der Kabellänge entfällt auf Finnland, da meist finnisches Gebiet berührt wird, nämlich die Strecke von Abo bis Mariehamn, Hauptort der Alandgruppe, 153 km, sowie noch die Hälfte der 63 km langen Meeresstrecke zwischen Mariehamn und dem Landungsplatz Radmansö in Schweden. Im ganzen beträgt Finnlands Anteil 186½ km, Schwedens Anteil dagegen 31½ km. Da die beiden Kabel ein Gesamtgewicht von ungefähr 1900 t haben, während der Kabeldampfer „Norderney", der die Legung ausführen soll, eine Ladefähigkeit von 1200 t besitzt, muß das Kabel in zwei Teilen befördert werden. Für die Lieferung ist eine längste Frist von 6½ Monaten festgesetzt worden, doch rechnet man damit, daß die Auslegung wenigstens des schwereren Teils der Arbeit, nämlich auf der Strecke zwischen der schwedischen Küste, wo die Auslegung beginnt, und Mariehamn, im August vor sich geht. Im übrigen sollen die Arbeiten so gefördert werden, daß die Eröffnung des Fernsprechbetriebes zwischen Schweden und Finnland im Oktober oder November erfolgen kann. Das Kabel wird als Pupinseekabel ausgeführt. Neben sieben Vierdrahtkreisen ist auch ein Vierer für Zweidrahtbetrieb vorgesehen. *fi*

Verbilligter Funksprechverkehr England—Amerika. — Da die Benutzung der neuen Telephonverbindung zwischen England und den V. S. Amerika nebst Canada die Wirtschaftlichkeit der Anlage in Frage stellte, hat der englische Generalpostmeister angekündigt, daß vom 4. III. 1928 ab die Telephongebühren für 3 min-Gespräche nach Kanada und den V. S. Amerika von 300 RM auf 180 RM herabgesetzt werden. Jede weitere Gesprächsminute soll statt 100 RM nur 60 RM kosten.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Elektrische Stromleitung an feuchten Gebäudewänden. — In feuchten Gebäuden (Ställen, Baderäumen) sind häufig elektrische Unfälle dadurch entstanden, daß Menschen oder Tiere in zufällige Berührung mit einer Wand kamen, welche Kriechströme von einer schadhaften Isolationstelle nach der Erde überleitete. Für die Installationstechnik ist es von Wichtigkeit, die hierbei auftretenden Gefahren zahlenmäßig abschätzen zu können. Diesem Zweck dient eine theoretische Untersuchung von F. Ollendorff. Das Problem wird an einem einfachen Modell formuliert, welches aus einer dünnen leitenden Schicht konstanter Breite besteht (Wand), die am Fuß widerstandslos in das Erdreich übergeht. Unter gewissen vereinfachenden Annahmen läßt sich dann das Strömungsfeld in der Wand aus zwei geeignet angeordneten, unendlich langen Stromquellenreihen konstruieren. Hieraus wird der analytische Ausdruck für die Wandströmung entwickelt und das Ergebnis durch Schaubilder der Stromlinienverteilung und der Äquipotentiallinien veranschaulicht. Sodann kann man aus dem Strömungspotential die Berührungsspannung ableiten, der ein die Wand zufällig berührendes Lebewesen ausgesetzt ist. Es ergibt sich, daß der größtmögliche Körperstrom, unabhängig von der besonderen elektrodynamischen Konstitution der Wand, einen hohen Bruchteil des Defektstromes erreichen kann, so daß schon relativ kleine Fehlerströme von der Größenordnung einiger hundert Milliampere als lebensgefährlich zu betrachten sind; in dieser Hinsicht verhalten sich schmale Wände ungünstiger als breite Wände, so daß man diese Überlegungen insbesondere bei Gebäuden zu beachten hat, deren Wände aus einzelnen, elektrisch voneinander isolierten Brettern zusammengesetzt sind. Die Ergebnisse aller dieser Abschätzungen werden an einem Zahlenbeispiel erläutert, wobei sich die außerordentliche Gefahr unsachgemäß ausgeführter oder schadhaft gewordener Installationen herausstellt. Allerdings bedürfen die zahlenmäßigen Unterlagen, insoweit sie Leitfähigkeit und Stärke der stromführenden Schicht betreffen, einer experimentellen Nachprüfung. (F. Ollendorff, Arch. El. Bd. 19, H. 2, S. 123.)

Die Stabilität elektrischer Systeme. — Das Problem der Stabilität elektrischer Zustände ist schon mehrfach an praktischen Fällen behandelt worden. Hauptstromgeneratoren in gewissen Schaltungen, Bogenlampen an bestimmten Punkten ihrer Charakteristik sind labil. Ein allgemeines Kriterium, das erlaubt, auch in den komplizierteren Fällen die Stabilität bzw. Labilität mit einfachen Mitteln festzustellen, wird von A. Silbertal entwickelt. Das Problem der Stabilität in der Mechanik wird mit Hilfe des Satzes der virtuellen Verschiebungen gelöst: die Arbeit δA bei einer virtuellen Verschiebung muß für Gleichgewicht gleich Null werden ($\delta A = 0$), für stabiles Gleichgewicht muß das zweite Differential $\delta^2 A$ immer negativ sein ($\delta^2 A < 0$). Eine ganz ähnliche Formel läßt sich auch für elektrische Systeme feststellen.

Ist ein Netz mit den Stromstärken $i_1, i_2 \ldots i_n$, den EMKen $E_1, E_2 \ldots E_n$ und Widerständen $r_1, r_2 \ldots r_n$ gegeben, und denken wir uns die einzelnen Stromstärken je um $\delta i_1, \delta i_2 \ldots \delta i_n$ verändert, so gilt als verallgemeinerte Gleichgewichtsbedingung der Satz der virtuellen Abweichungen:

$$\delta A = (E_1 - i_1 r_1)\,\delta i_1 + (E_2 - i_2 r_2)\,\delta i_2 + \ldots + (E_n - i_n r_n)\,\delta i_n = 0$$

Ziehen wir nämlich den ersten Kirchhoffschen Satz heran und haben wir $(m+1)$ Knotenpunkte, so liefert dieser Satz m Gleichungen für die Einzelstromstärken. Es lassen sich also von den n Stromgrößen m als abhängige, $(n-m)$ als unabhängige darstellen. Setzen wir die Ausdrücke für die ersteren durch die letzteren in die Form $\delta A = 0$ ein, so folgt identisch eine Reihe von Gleichungen, die den zweiten Kirchhoffschen Satz ausdrücken. Um nun den gewonnenen Gleichgewichtszustand auf Stabilität zu prüfen, bilden wir regelrecht das zweite Differential $\delta^2 A$. Ist $\delta^2 A$ für jede mögliche Kombination der Abweichungen $\delta i_1, \delta i_2 \ldots \delta i_{n-m}$ immer negativ, so ist der Zustand stabil; ist $\delta^2 A$ auch nur für irgend eine Kombination positiv, so ist der Zustand labil.

Die Richtigkeit dieses Satzes wird an mehreren bekannten und neuen Beispielen geprüft. Ein ganz merkwürdiges Resultat, das für die Praxis von Bedeutung sein mag, erscheint für den Fall mehrerer Hauptstromgeneratoren in sog. paralleler Kreuzschaltung. Der Zustand ruhiger Parallelarbeit ist hier nur bis zu 4 Maschinen stabil; für 5 und mehr Generatoren ist kein stabiler Gleichstromzustand möglich, es erscheint vielmehr ein mehrphasiger Wechselstrom von bestimmter Eigenperiode, die von der Selbstinduktion und der Charakteristik der Maschinen abhängt. (A. Silbertal, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 1.)

Werkstatt und Baustoffe.

Herstellung von klar geschmolzenem Quarz. — Der Vortrag von E. R. Berry[1] in der Ill. Engg. Soc. in New York über die Herstellung von Quarzgut und klarem Quarzglas muß die Meinung erwecken, daß Berry der erste war, dem die Lösung dieses Problems gelungen ist. Dies entspricht nicht den Tatsachen. Berry

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1494.

schmilzt den Bergkristall im Vakuum nieder und setzt dann die geschmolzene Masse in einem besonderen Ofen einem hohen Druck aus, um die Gasblasen verschwinden zu machen. Dieses Verfahren ist bereits vor 14 Jahren von Ing. Hugo Helberger, München, technisch so weit ausgebildet worden, daß damit über faustgroße, blasenfreie Quarzstücke (Abb. 6) hergestellt werden konnten. H. Helberger erhielt auf seine Patentanmeldung: „Verfahren zum Schmelzen von Quarz", die am 10. XII. 1913 erfolgt war, das D.R.P. Nr. 310134 Klasse 32 A Gruppe 35.

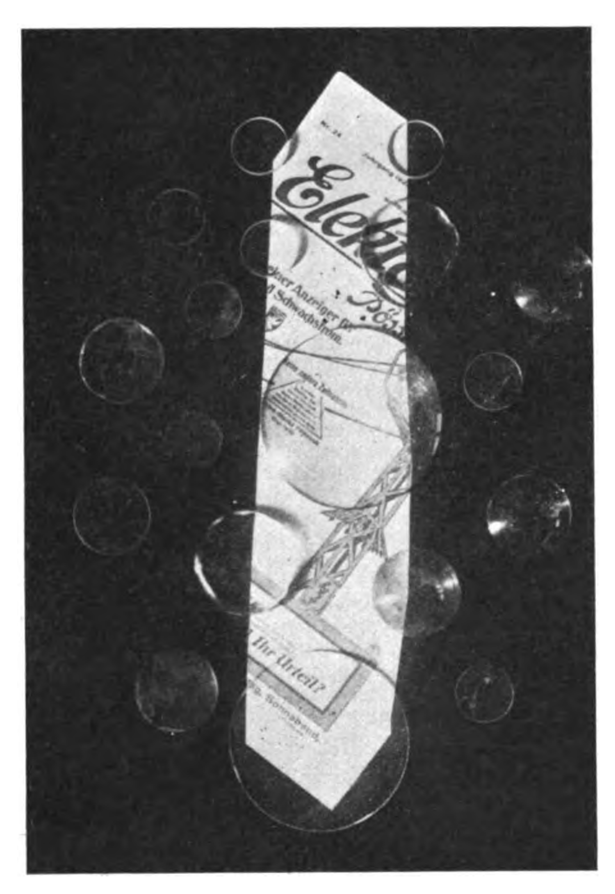


Abb. 6. Geschmolzene Quarzstücke.

Helberger benutzte zu seinen Schmelzungen einen selbstgebauten elektrischen Transformatorofen (Abb. 7), der zuerst im Vakuum arbeitet, um den kleinstückigen Quarz möglichst blasenfrei zusammenzuschmelzen, dann aber unter hohen Gasdruck gesetzt werden kann, so daß wirklich dichte, blasenfreie Quarzstücke damit geschmolzen werden können. Das Helbergersche Arbeitsverfahren ist in der Patentschrift genau beschrieben und lautet:

„Die Herstellung von blasenfrei geschmolzenem Quarz, wie solcher für optische Instrumente benötigt wird, ist mit den größten Schwierigkeiten verknüpft, da die Entfernung einmal im Quarz befindlicher Luftblasen infolge der Zähigkeit des geschmolzenen Quarzes zur Zeit ausgeschlossen ist. Es sind in dieser Hinsicht viele Versuche angestellt worden und ist auch eine ganze Reihe von Verfahren, welche teils Vakuum, teils Kompression benutzen, druckschriftlich bekannt. Während alle bisher bekannten Verfahren entweder in der Leere oder unter Druck schmelzen, beruht mein Verfahren darauf, die beiden Mittel zu vereinigen. Zu diesem Behufe ist folgende Anordnung getroffen worden: In einem vollständig luftdicht verschlossenen Gefäß, das in bezug auf Dichtheit bei Luftleere und hohem Druck geprüft sein muß, wird nötigenfalls zerkleinerter Quarz in einem Tiegel elektrisch geschmolzen. Ehe die Schmelze beginnt, muß in dem Raum Luftleere herrschen; die Pumpe muß während des ganzen Prozesses arbeiten, da die sich bildenden Dämpfe und Gase sonst die Leere vermindern würden. Sobald die Schmelze erreicht ist, wird die Pumpe abgestellt, das entsprechende Ventil geschlossen und ein anderes geöffnet, das gepreßtes Gas in denselben Raum einströmen läßt, z. B. Kohlensäure. Der Schmelzprozeß darf hierbei nicht unterbrochen werden, vielmehr soll eine Zeit lang die Schmelze unter Druck bestehen bleiben. Das Schmelzen in der Leere soll naturgemäß das Zusammenfließen der einzelnen Quarzteilchen ohne neue Lufteinschlüsse bewirken. Es entwickeln sich aber in den einzelnen Quarzstückchen kleinere Gasbläschen, die rings von der Masse umgeben sind und die nicht abgesaugt werden können. Diese Gasbläschen dehnen sich infolge der hohen Temperatur während des Schmelzens beträchtlich über den Umfang hinaus, den sie bei gewöhnlicher Temperatur haben würden und können sich, wenn die Schmelze später von außen erkaltet, nicht mehr zusammenziehen, da es die Zähigkeit des erstarrenden Quarzes nicht gestattet. Nach dem Erkalten würde in diesen Blasen ein starker Minderdruck herrschen. Dies ist nachzuweisen, da Luftblasen an der Oberfläche vom geschmolzenen Quarz mit lautem Krach zerspringen, ähnlich wie eine kleine Glühlampe, wenn man sie zerstört. Der Minderdruck in den Luftblasen bedingt aber starke Spannungen in dem umgebenden Quarzglase und ungleiches Lichtbrechungsvermögen. Es muß also ein Überdruck angewendet werden, um diese Gasbläschen auf den Raum einzuschränken, den sie bei gewöhnlicher Temperatur haben würden. Hierzu ist praktisch ein Druck erforderlich, der den berechneten Druck von beiläufig 8 at, je nach der Größe der Schmelze, mehr oder weniger übersteigt, was mit der Zähigkeit der Masse zusammenhängt. Nach bisherigen Erfahrungen sind bei plattenförmigen Schmelzen von 1 ÷ 2 cm Dicke etwa 12 at angemessen. Ein unter zu hohem Druck erkaltetes Quarzstück muß naturgemäß eine große innere Spannung besitzen, die es für optische Zwecke untauglich macht. Jedoch wirkt eine Überschreitung des Druckes nicht in demselben Maße schädlich wie eine Unterschreitung, entsprechend der Tatsache, daß eine Gasblase bei 10 at ein Zehntel desjenigen Volumens besitzt wie bei 1 at, daß dagegen eine weitere Steigerung um 10 at das Volumen nur noch auf die Hälfte reduziert.

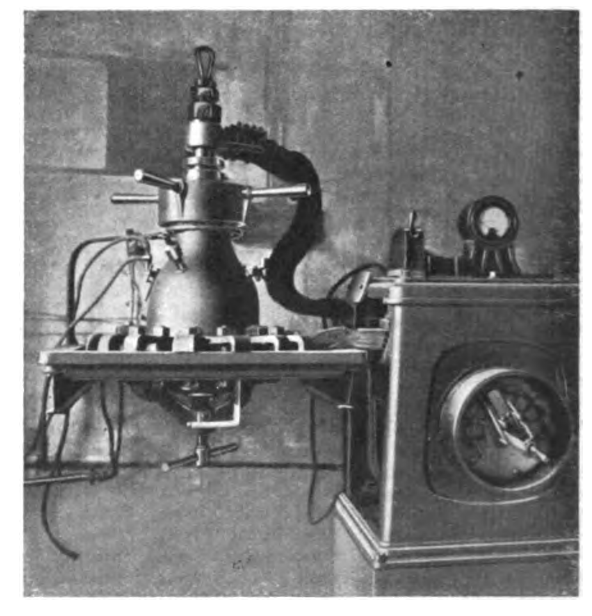


Abb. 7. Schmelzofen für Quarz.

Patentansprüche: 1. Verfahren zum Schmelzen von Quarz, dadurch gekennzeichnet, daß derselbe in einem Raum elektrisch geschmolzen wird, der so lange ausgepumpt wird, bis der Quarz flüssig ist, und der mit gepreßtem Gas gefüllt wird, sobald der Quarz geschmolzen ist, und mit gepreßtem Gas gefüllt bleibt, bis der Quarz erstarrt ist. Dies zu dem Zweck, ein blasenfreies Schmelzgut zu erhalten.

2. Verfahren zum Schmelzen von Quarz nach Anspruch 1., bei dem der der Leere folgende Gasdruck so bemessen ist, daß er die eingeschlossenen Gasblasen zwingt, den Raum einzunehmen, den sie bei gewöhnlicher Temperatur eingenommen hätten. Dies zu dem Zweck, Innenspannungen in dem Schmelzgut zu vermeiden."

Es ist somit bewiesen, daß das Schmelzen von glasklarem Quarz nach dem Vakuum-Kompressionsverfahren mindestens 10 Jahre früher in Deutschland ausgeübt worden ist wie in Amerika. *fi*



Verschiedenes.

Zur Erzeugung hoher Gleichstromspannungen. — Für die Gewinnung von hochgespanntem Gleichstrom aus transformiertem Wechselstrom sind in neuerer Zeit von Delon, Greinacher, M. Schenkel u. a. eine Reihe von Schaltungen entwickelt worden, welche auf dem Zusammenwirken von Transformatoren mit Gleichrichtern verschiedener Art und Kondensatoren und Drosselspulen beruhen. Bei genügender Stufenzahl ist die erreichbare Gleichspannungsgrenze theoretisch unbegrenzt. Praktisch setzen jedoch die mit zunehmender Spannung außerordentlich anwachsenden Ausstrahlungsverluste sehr bald eine Grenze. C. Müller gibt nun einen Weg an, diese Sprühverluste und Überschläge ohne

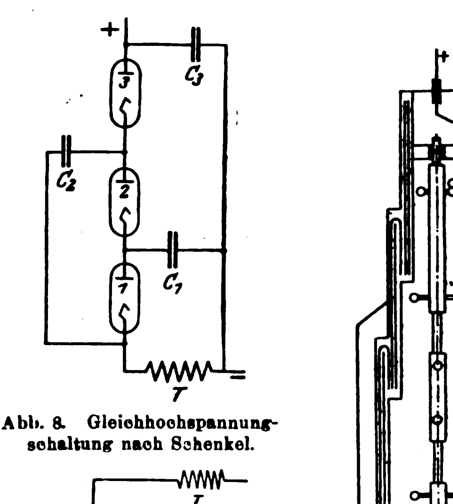


Abb. 8. Gleichhochspannungsschaltung nach Schenkel.

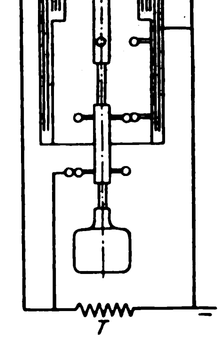


Abb. 11. Vereinfachte Hochspannungs-Glühventilheizung.

Abb. 10. Rotierender Gleichrichter in die zugehörigen Kondensatoren eingebaut.

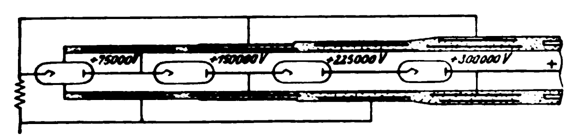


Abb. 9. Sprüh- und überschlagfreie Anordnung der Schaltung Abb. 8.

besonderen Isolationsaufwand auch für extreme Spannungen zu vermeiden. Das Schutzprinzip besteht darin, die in den Gleichspannungsschaltungen an sich erforderlichen Kondensatoren durch entsprechende Formgebung und Anordnung zugleich zur elektrostatischen Abschirmung der hochgeladenen Leiterteile heranzuziehen, indem man die Teile und Leitungen, welche hohe Spannungen führen, innerhalb des elektrostatischen Schutzes der Kondensatorladungen ähnlichen Potentials unterbringt, z. B. im Innern von Röhrenkondensatoren mit Hochspannungs-Innenbelegung. Die Abb. 8 und 9 zeigen z. B. die Gleichhochspannungschaltung nach Schenkel für drei Stufen und ihre sprüh- und überschlagfreie Anordnung nach Müller. Auch rotierende Gleichrichter lassen sich in ähnlicher Weise anordnen, wie Abb. 10 zeigt. Auch Akkumulatoren zur Heizung der Glühkathoden könnte man in die Kondensatoren einbauen. Vorteilhafter ist die Erzeugung des Heizstroms mittels eines Hilfstransformators. Die besondere Isolation zwischen Sekundär- und Primärwicklung wird hier erspart, wenn man nach Abb. 11 das Isolationsmaterial des Kondensators in dreifacher Weise ausnutzt: einmal zur Isolierung der Kondensatorladungen, zweitens zur Abschirmung der Gleichrichterteile und Leitungen und drittens zur Isolation der Heiztransformatorwicklungen. (C. Müller, Z. Techn. Phys. Bd. 7, S. 148.) *Br.*

Ein Instrumentarium zur Erzeugung von hochgespanntem Gleichstrom. — Zur Umwandlung von Wechselstrom in hochgespannten Gleichstrom wurde eine Einheitszelle konstruiert, die 25 kV Gleichspannung und dauernd 30 mA, kurzdauernd 50 mA zu entnehmen gestattet. Es ist möglich, diese Elemente in beliebiger Zahl wie Akkumulatoren sowohl parallel zur Erreichung hoher Stromstärken als auch in Reihe zur Erzeugung hoher Spannungen zu schalten. Jede Zelle enthält einen Transformator, der außer der Nieder- und Hochspannungswicklung die beiden Heizstromwicklungen für die Glühkathoden der Ventile enthält. Jede Zelle enthält zwei solcher Glühventile und zwei gleiche Kondensatoren. Die Kondensatoren sind aus 120 dünnwandigen (0,4 mm) Glasröhrchen aufgebaut, deren innerer Belag aus eingestampftem Graphitpulver, deren äußerer Belag aus einem Überzug mit leitendem Lack besteht. Abb. 12 zeigt die

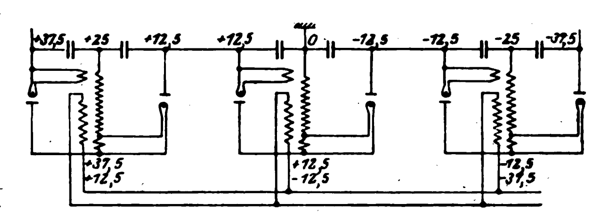


Abb. 12. Drei zusammengeschaltete Einheitszellen zur Erzeugung hoher Gleichspannung.

Zusammenschaltung dreier solcher Glieder in der Dellonschaltung. Will man höhere Spannungen erreichen, so kann man auf jeder Seite je drei weitere Glieder anschließen, die dann allerdings nicht mehr unmittelbar ans Netz gelegt werden dürfen, sondern über einen Beanspruchungstransformator gespeist werden müssen. Der mittlere Spannungsabfall eines Gliedes beträgt bei 30 mA etwa 2 % der Höchstspannung; die Apparatur liefert also bei Belastung mittels Glühkathodenröhre praktisch in weiten Grenzen Gleichspannung. Der Wirkungsgrad einer Batterie beträgt bei Belastung mit 30 mA etwa 76 %. Die Änderung der Spannung einer Batterie läßt sich grob durch Zu -und Abschalten eines Gliedes, fein durch Regelung der Primärspannung erreichen. Die Apparatur ist besonders zum Betrieb von Röntgenröhren geeignet. (M. Brenzinger, F. Dessauer u. E. Lorenz, Z. Techn. Phys. Bd. 7, S. 84.) *Br.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Gegen staatliche Messezuschüsse. — Der Haushaltausschuß des Reichstags hat die vom Reichsrat in den Etat eingesetzte Summe von 2 Mill. RM für Messen, davon mindestens 1,2 Mill. RM für Leipzig, abgelehnt.

Das preußische Staatsministerium hat beschlossen, daß Ausstellungen keine finanzielle Beihilfe des Staates mehr erhalten sollen. Ausgenommen sind reine Kunstausstellungen und kleinere Fachausstellungen bezirklichen Charakters, deren Unterstützung nach wie vor dem Ermessen des zuständigen Ministers überlassen bleibt.

Ausstellungen, deren Beschickung der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie nicht empfiehlt. — Die Ausstellungs- und Messekommission des Zentralverbandes hat den Mitgliedern empfohlen, eine Beteiligung an folgenden Ausstellungen abzulehnen: Die deutsche Gaststätte, Leipzig; Allgemeine Deutsche Spezial-Konditoren-Messe, Berlin; 5. Mecklenburgische Hotel- und Gastwirtsmesse, Schwerin; Berliner Kolonialwaren-Messe und 1. Süddeutsche Gastwirtsmesse, Darmstadt.

Deutsche Ausstellung „Gas und Wasser", Berlin 1929. — Nach dem Berl. Börs.-Cour. wird der Verein von Gas- und Wasserfachmännern gemeinsam mit dem Ausstellungs-, Messe- und Fremdenverkehrsamt der Stadt Berlin am Kaiserdamm in der Zeit vom 19. IV. bis 21. VII. 1929 eine Ausstellung „Gas und Wasser" veranstalten, die in 3 Haupt- und 18 Unterabteilungen sowohl die Erzeugung als den Verbrauch beider Energieträger darstellen soll.

Energiewirtschafts-Ausstellung Graz 1928. — Nach Mitteilung des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes findet diese Ausstellung, auf die hier bereits hingewiesen

worden ist[1], vom 23. VI. bis 31. VII. statt. An ihr wie an der für die Zeit vom 29. IX. bis 7. X. geplanten Jubiläumsmesse können sich auch Industrielle, Gewerbetreibende und Handelsfirmen des A u s l a n d e s beteiligen. Anmeldungen vor dem 31. III. für die Energiewirtschafts-Ausstellung bzw. vor dem 1. VI. für die Messe genießen eine 10prozentige Ermäßigung der Platzmiete. Mit der Anmeldung ist eine Gebühr von 20 Sch einzuzahlen. Die P l a t z m i e t e je 1 m² liegt zwischen 10 und 20 Sch in gedeckten Räumen, zwischen 3 und 12 Sch im Freien. Gas-, Licht-, Kraft- und Wasseranschlüsse werden besonders berechnet. Zuschriften sind an das Messe-Amt in Graz, Landhausgasse 7, zu richten.

Ständige Ausstellung technischer Neuheiten und Erfindungen in Moskau. — Wie die Handelsvertretung der UdSSR. in Deutschland bekanntgibt, bezweckt die von der staatlichen Handelstelle der RSFSR. „G o s t o r g" geplante Ausstellung die V o r f ü h r u n g t e c h n i s c h e r N e u h e i t e n und E r f i n d u n g e n sowie a u s l ä n d i s c h e r M a s c h i n e r i e n u n d A u s r ü s t u n g e n. Teilnehmende Firmen entrichten für den angemeldeten Ausstellungsraum 40 RM/m² auf die Dauer von 3 Monaten, die auf das Konto des Bureaus für Messe und Ausstellungen bei der Finanzverwaltung der Handelsvertretung in Sachen „Ausstellung Gostorg" zu überweisen sind, ferner für Fundamente usw., elektrische Leitungen, Benutzung elektrischer Arbeit oder anderer Energiearten den Selbstkostenpreis an den Gostorg. Sie haben das Recht, für eigene Rechnung Spezialisten zur Bedienung und zur Vorführung der ausgestellten Gegenstände nach Moskau zu entsenden. Letztere unterliegen nur im Verkaufsfall der Verzollung; sie sollen möglichst von Beschreibungen, Zeichnungen, Preislisten usw. begleitet sein. Anmeldungen werden im Bureau für Messen und Ausstellungen der Handelsvertretung, Berlin SW 68, Lindenstr. 20/25 (Zimmer 142), entgegengenommen. Ihnen müssen Spezifikationsrechnungen über die zur Ausstellung bestimmten Gegenstände in sechs Exemplaren beigefügt werden.

Energiewirtschaft.

Die schwedische Elektrizitätserzeugung im Jahre 1925. — Über die verfügbaren Energiequellen, Kraftwerke und Fernleitungen S c h w e d e n s zur Erzeugung und Verteilung elektrischer Arbeit wurde hier wiederholt Mitteilung gemacht. Da die amtliche Statistik sich nunmehr eingehend mit diesen Fragen beschäftigt, ist es möglich, eine zuverlässige Auskunft über zahlreiche Einzelheiten zu bekommen. Die folgende Aufstellung spiegelt den Stand vom Jahre 1925 wider. Die Kraftwerke befinden sich teils in öffentlicher Hand, teils in Privatbesitz. Einzelne Elektrizitätswerke für Städteversorgung firmieren als Aktiengesellschaften, wobei die betreffende Gemeinde fast alle Aktien besitzt. Diese Form ist meistens nach Übernahme älterer Konzessionen beibehalten worden und bietet der Betriebsführung Vorteile insofern, als der Vorstand mit Befugnissen ausgerüstet werden kann, die sonst den Gemeindebehörden zukommen. Gemischtwirtschaftliche Unternehmen dieser Art haben sich sonst nicht eingebürgert.

Anzahl, Leistung Produktion der Betriebe	Staatlich	in Gemeindebesitz	in Privatbesitz für öffentliche Versorgung	in Privatbesitz für gewerbliche Anlagen	Summe
Anzahl	8	81	472	318	879
Ausgebaute Leistung in 1000 PS	371	221	430	478	1 500
davon Wasserkraft	311	80	372	342	1 105
„ Dampfkraft	60	125	46	123	354
„ sonstige Wärmekraft	—	16	12	12	40
Generatorleistung in 1000 kVA	328	176	367	397	1 268
Höchstlast in 1000 kW	260	125	252	296	933
Stromerzeugung in Mill kWh	1 248	286	970	1 168	3 672
Aus fremden Werken bezogen Mill. kWh	103	270	145	383	901
An fremde Werke abgegeben Mill. kWh	455	37	391	40	923
Direkte Nutzenergie in Mill. kWh	723	413	595	1 454	3 185

[1] ETZ 1927, S. 1745; 1928, S. 222.

Der Verbrauch verteilte sich etwa wie folgt:

	Mill. kWh
Großindustrie einschl. Beleuchtung und Heizung	1 643
Elektrochemische Industrie	733
Bürgerliche Zwecke einschl. Landwirtschaft	371
Elektrische Dampfkessel	298
Bahnbetriebe	117
Eigenbedarf der Kraftwerke	23
Verbrauch	3 185
Verluste	487
Erzeugung	3 672

Der jährliche Zuwachs des Verbrauchs dürfte etwa 10 % sein, so daß die Elektrizitätserzeugung im Jahr 1926 auf rd. 4000 Mill. kWh geschätzt werden kann, wozu die staatlichen Kraftwerke ein Drittel beitragen. Bezogen auf den Kopf der Bevölkerung entspricht dieses etwa 660 kWh. Infolge Elektrisierung der Staatsbahn Stockholm—Gothenburg wird der Verbrauch der Bahnbetriebe im Jahre 1926 um etwa 27,5 Mill. kWh höher ausfallen.

Interessant ist der Hinweis darauf, daß die an die gekuppelten staatlichen Kraftwerke Mittelschwedens (Älvkarleby, Västerås, Motala, Trollhättan und Lilla Edet) angeschlossene Transformatorleistung etwa 1 Mill. kVA beträgt. Bei einer geschätzten Leerlaufleistung von 8000 kW wird der jährliche Leerlaufverlust etwa 70 Mill. kWh. Seine Herabsetzung um etwa 20 bis 30 % durch Verwendung hochwertiger Bleche würde somit etwa 20 Mill. kWh für andere Zwecke nutzbar machen können. *Hldn.*

VdEW-Karten der Hochspannungsleitungen und Stromdichten[1]. — Auf diese Darstellungen ist bereits bei der Besprechung der „Karte der Elektrizitätsversorgung Deutschlands" hingewiesen worden[2]. Die im Maßstab 1 : 1 Million gehaltene „Karte der H o c h s p a n n u n g s l e i t u n g e n von über 30 000 Volt" enthält wesentlich mehr, als ihr Titel besagt, denn außer den Leitungen von 31 bis 80 kV (grün), 100 und 110 kV (rot) und 220 kV (gelb) sowie den im Bau befindlichen bzw. fest geplanten (gestrichelt) finden sich in ihr noch die Werke selbst nach der eingebauten Leistung in vier Stufen durch Kreise gekennzeichnet, die bei Wärmezentralen orangefarbig, bei Wasserkraftwerken blau gehalten sind und bei Anlagen mit gemischtem Betrieb aus gelben und blauen Sektoren bestehen. Von den Werken unter 20 000 kW hat die VdEW nur die wichtigsten eingetragen, u. zw. vor allem solche, welche mit anderen Werken gekuppelt sind. Bei den größeren Zentralen und den Städten mit mehr als 100 000 Einwohnern ist der Name in schwarzer Schrift beigesetzt, wodurch die Versorgungsart der Großstädte sehr klar hervortritt. Die Umspannwerke sind, nach der Oberspannung in drei Stufen für 200 (gelb), 100 (rot) und 31 bis 80 kV (grün) getrennt, durch offene Kreise bezeichnet. Ihre Leistung ist nicht ersichtlich gemacht, durch gestrichelte Kreise wird aber auf die im Bau befindlichen oder fest geplanten Umspannwerke hingewiesen.

In der „Karte der S t r o m d i c h t e, bezogen auf Stromabgabe je qkm nach dem Stande vom 1. Januar 1926", ist der Versuch gemacht worden, durch eine fünfstufige Tönung der Grundflächen einen leichten Überblick über die in den Versorgungsgebieten der einzelnen Unternehmungen herrschenden Stromdichten zu geben. Die geringste dieser ist durch einen hellgelben, die größte durch einen dunkelbraunen Farbenton charakterisiert. Ein Blick auf die Karte zeigt sofort, daß die schwächste Versorgung (weniger als 10 000 kWh/km²) bei weitem überwiegt und die höchste Dichte (über 0,5 Mill. kWh) nur im Lieferungsbereich einiger weniger Großstädte auftritt. Selbst das RWE-Gebiet weist nur die durchschnittliche Dichte der Stufe 4 (0,1 bis 0,5 Mill. kWh/km²) auf, da es außer den Industriegegenden ja auch große Strecken versorgt, in denen die Landwirtschaft vorherrscht. Das Gebiet der VEW hat aus dem gleichen Grunde sogar nur die Durchschnittsdichte 2 (10 000 bis 25 000 kWh/km²). In der Karte sind weiter die Werke nach der Größe ihrer nutzbaren Jahresabgabe in vier Stufen angegeben. Bei dieser Darstellung bietet die Festlegung des Begriffes „nutzbare Abgabe" bedeutende Schwierigkeiten. Ein Vermerk auf der Karte sagt darüber: „Nutzbare Stromabgabe unmittelbar an Verbraucher; Abgabe an Wiederverkäufer ausgeschlossen. Bei Überlandwerken, die Strom an örtliche Genossenschaften und kleinere Orte mit eigenem Ortsnetz als Wiederverkäufer abgeben, ist die Stromabgabe an diese

[1] Herausg. von der V e r e i n i g u n g d e r E l e k t r i z i t ä t s w e r k e, Berlin SW 48. (März 1927). Preis 15 u. 20 RM.
[2] ETZ 1927, S. 1264.

mit einbegriffen." In der Karte sind infolgedessen die Großkraftwerke, wie das Walchenseewerk, Zschornewitz, Dettingen (Grube Gustav), Borken und überhaupt alle Zentralen nicht verzeichnet, die kein eigenes Versorgungsgebiet besitzen und ihre Gesamterzeugung an Wiederverkäufer abgeben; ihre Lieferung ist aber in derjenigen der wiederverkaufenden Werke enthalten. In der 4. Stufe (Abgabe von weniger als 5 Mill. kWh) ist wiederum nur ein kleiner Teil der tatsächlich vorhandenen Werke aufgeführt, i. a. aber alle, die mehrere Orte beliefern. Bei den örtlichen Stromversorgungsunternehmungen finden sich in schwarzen Zahlen, bei den Überlandwerken in roten noch besondere Angaben. So bedeutet 28/526 in schwarz bei Königsberg i. Pr., daß das städtische Elektrizitätswerk 28 Mill. kWh nutzbar abgegeben hat und in seinem Gebiet 526 000 kWh auf 1 km² entfallen; der in der Nähe stehende rote Vermerk 8/7 besagt, daß die Überlandwerk G. m. b. H. Königsberg (eines der Verteilungsunternehmen des Ostpreußenwerks) 8 Mill. kWh abgegeben hat und die Stromdichte in ihrem Gebiet 7000 kWh/km² betrug. Diese Zusätze sind sehr erwünscht, denn durch sie werden die Orts- und Überlandwerke in den einzelnen Stufen noch feiner bis auf 1 Mill. bzw. 1000 kWh unterscheidbar gemacht.

Die beiden von der VdEW herausgegebenen Karten stellen eine äußerst wertvolle Bereicherung der Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft dar. Ihre Anschaffung wird, zumal die Preise recht niedrig gehalten sind, allen den Kreisen von Industrie und Handel, welche sich mit dem Bau oder dem Vertrieb elektrotechnischer Einrichtungen befassen, von großem Nutzen sein.

Thierbach.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die Produktion der Elektrowerke A.G., Berlin, deren Stromabgabe von dem mitteldeutschen Braunkohlenstreik im Herbst 1927 nicht beeinträchtigt worden ist, hat sich im genannten Jahr auf 1677 Mill. kWh, d. h. um rd. 13 % gegen 1926 (1486 Mill. kWh) erhöht, u. zw. in gleicher Weise für die Landesversorgung wie bei der Belieferung der industriellen Abnehmer. Die installierte Kraftwerksleistung der Gesellschaft wird nach Inbetriebnahme eines neuen Turbosatzes in Trattendorf auf rd. 450 000 kW steigen. Eine Verlängerung der schlesischen Hochspannungsleitung von Bunzlau nach Tschechnitz und eine vierte Doppelleitung von Trattendorf über Spandau, Charlottenburg nach Moabit sollen 1928 in Dienst gestellt werden. Als Betriebsüberschuß ergaben sich 14 914 090 RM (13 998 634 i. V.), als Zinseneinnahme 1 919 922 RM (2 099 475 i. V.). Aus dem mit dem Vortrag 5 154 587 RM betragenden Reingewinn (5 062 029 i. V.) kamen wieder 8 % Dividende auf 60 Mill. RM Aktienkapital zur Verteilung. In der Generalversammlung (15. II.) wies der Vorsitzende, Geheimrat Dr. W. Lenzmann, auf die im Berichtsjahr erfolgte Verständigung mit der Preußischen Elektrizitäts-A. G. hin. Norddeutschland zerfalle nunmehr elektrowirtschaftlich in drei große Gebiete: Rheinland-Westfalen mit dem RWE, das Weser-Küstengebiet mit der Preußischen Elektrizitäts-A. G. und das Gebiet an und östlich der Elbe, in dem die Elektrowerke führend seien und u. a. enge freundschaftliche Beziehungen zu den Berliner Städtischen Elektrizitätswerken, der A. G. Sächsische Werke, dem Elektrizitätswerk Sachsen-Anhalt und der Gesellschaft für elektrische Unternehmungen unterhielten. Gemeinsam mit letzterer wurde namentlich in Schlesien eine wirtschaftlich zweckmäßige Fortentwicklung der Elektrizitätsversorgung erstrebt; man denke daran, einem dort weiter zunehmenden Strombedarf nicht durch Erweiterung bestehender Einzelwerke, sondern durch die Errichtung eines Gemeinschaftswerks bei Kosel a. d. Oder zu entsprechen.

Das Städtische Elektrizitätswerk (Überlandzentrale) Mittweida i. S. hat im Geschäftsjahr 1926/27 rd. 3,95 Mill. kWh erzeugt (3,81 i. V.) und 0,754 Mill. RM Stromeinnahme erzielt, von der nach angemessenen Abschreibungen ein entsprechender Betrag der Stadtkasse zufiel. Im Stromverbrauch herrscht starke Nachfrage. Der Jahresbedarf hat bereits 5 Mill. kWh überschritten. Die 1926 begonnene Wasserkraft-Speicheranlage (Pumpspeicher) zur restlosen Ausnutzung der vorhandenen Niederdruckwasserkraft, Gewinnung von Spitzenleistung und Kraftreserve wird voraussichtlich in ein bis zwei Monaten dem Betrieb übergeben werden können.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 222.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Nachbau nicht geschützter Maschinen. — Zu dieser infolge einer Entscheidung des Kammergerichts vom 3. XII. 1924[1] neuerdings viel erörterten Frage haben das LG. I Berlin und das KG. Stellung genommen. Klägerin war die Automobilfabrik C., die behauptete, daß der 4 PS-Wagen der Beklagten eine getreue Kopie ihres 5 PS-Kleinwagens sei, und Klage auf Unterlassung, Schadenersatz und Rechnungslegung erhoben hatte. Sie hatte behauptet, daß ihr in mühe- und kostenreicher Konstruktionsarbeit geschaffener Wagen, der durch Gefälligkeit der Karosserie und Einfachheit des Chassis den Anforderungen an ein Volksautomobil entspreche und in großem Umfang abgesetzt worden sei, skrupellos von der Beklagten zum Vorbild genommen sei, so daß im Gesamteindruck von Karosserie und Chassis kein Unterschied für den Fachmann bestände.

Die Klage ist in beiden Instanzen abgewiesen worden, u. zw. ist aus der Begründung der Entscheidung des LG. I vom 14. V. 1926 besonders bemerkenswert, daß das LG. auch die getreue Nachahmung einer nicht geschützten Maschine nicht grundsätzlich für sittenwidrig hält. Zu den von der Klägerin herangezogenen RG.-Entscheidungen hat das LG. ausgeführt:

„Es ist aber nicht richtig, daß sie die Auffassung der Klägerin von der generellen Unsittlichkeit des getreuen Nachbaus stützen. Denn jede Nachahmung eines fremden Musters nutzt die Arbeitsleistung und den Kostenaufwand des ersten Verfertigers aus. Wenn die zitierten Sätze so, wie sie die Klägerin versteht, den Kern des Rechtsproblems träfen und die Grundlage der Entscheidung gebildet hätten, so hätte folgerichtig jeder Nachbau, auch der nicht sklavische, einer gemeinfreien Maschine, in der einige Konstruktionsarbeit steckte, durch Richterspruch verboten werden müssen. Daß damit die Rechtsprechung alle die legislatorischen Erwägungen beiseite geschoben hätte, welche für die Regelung des Schutzes des gewerblichen Eigentums in der Sondergesetzgebung bestimmend waren, ist offensichtlich. Kein Richterspruch hat daher jene Folgerung gezogen. Zur Ausnutzung der fremden Gedankenarbeit und der mit ihr verbundenen Mühen und Kosten müssen vielmehr nach ständiger Rechtsprechung noch andere Umstände erschwerend hinzutreten, wenn sie als Verletzung des Anstandsgefühls aller billig und gerecht Denkenden erscheinen soll. Nur dann, wenn diese besonderen Umstände zur Nachahmung, auch der sklavischen Nachahmung, hinzukommen, kann ein Verstoß gegen die guten Sitten in Betracht kommen. Welche Umstände das sind, läßt sich rein theoretisch nicht abgrenzen. Alles kommt auf die individuelle Lage des Einzelfalls an. In der Rechtsprechung, die sich mit dem Nachbau, und zwar mit dem getreuen Nachbau gemeinfreier Maschinen zu beschäftigen hatte, lassen sich die erschwerenden Umstände in drei Gruppen zergliedern: erstens Preisunterbietung durch den Nachahmer; zweitens Nachahmung mit der Absicht oder dem Erfolge der Täuschung des Publikums über die Herkunft der Ware und endlich Erstreben von Wettbewerbsvorteilen nicht sowohl durch die eigene Leistung, als vielmehr durch Ausnutzung des guten Rufs, den die nachgeahmte fremde Ware infolge der Tüchtigkeit des Wettbewerbers erlangt hat. Alle drei Gesichtspunkte hat die Klägerin zur Begründung ihrer Klage herangezogen, keiner trifft im Streitfalle zu."

Das KG. hat in seinem Urteil vom 25. VI. 1927 die Klage abgewiesen, es aber in der hier in Betracht kommenden Frage abweichend wie folgt begründet:

. . . „Die höchstrichterliche Rechtsprechung hat für die Nachahmung spezialrechtlich nicht geschützter Erzeugnisse folgende Grundsätze entwickelt:

1. Es ist an und für sich erlaubt, bei der Fabrikation bewährte Vorbilder zu benutzen.

2. Unerlaubt, weil sittenwidrig, wird die Benutzung dann, wenn der Nachahmer die Ähnlichkeit seiner Ware mit bewährten älteren Erzeugnissen zur Täuschung des Publikums ausnutzt . . . . Soweit es sich um die Unterlassungsklage handelt, genügt die objektive Verwechselbarkeit beider Erzeugnisse, die tatsächliche, zum Nachteil eines mit Mühe und Kosten errungenen Arbeitsergebnisses bewirkte Irreführung des Käuferpublikums, um den Nachbau unerlaubt erscheinen zu lassen, einerlei, ob der Nachbauer sich bewußt ist, daß sein Gebaren im Verkehr zu Täuschungen führen kann oder nicht . . . . .

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 542.



3. Im Anschluß an diesen vom RG. klar herausgestellten Satz und in Anlehnung an dessen weitere Entscheidung im Bd. 73, S. 297 der amtlichen Sammlung hat der erkennende Senat des KG. in einem Urteil vom 3. XII. 1924 dahin entschieden, daß auch ohne Vorliegen einer Verwechselungsgefahr der Nachbau dann erlaubt sei, wenn der Nachahmer das bewährte Vorbild in allen Einzelheiten, auch in Teilen, deren Abänderung der Brauchbarkeit des Erzeugnisses nicht abträglich sein würde, „sklavisch" kopiert, sich so unter Ausnutzung fremder Arbeitsleistung in den Stand setzt, die Ware ohne erhebliche Aufwendungen billiger als der Erzeuger in den Handel zu bringen, und diesen dadurch um die Früchte seines mit Mühe und Kosten hergestellten Erzeugnisses bringt . . . .

Der Schutz des Gesetzes kommt demnach nur einem „mit Mühe und Kosten errungenen Erzeugnis", einem „bewährten Fabrikat" zugute.

Daß der C-Zweisitzer auf Grund eigener Arbeit von der Klägerin geschaffen worden ist, hat die Beklagte nicht in Abrede gestellt. Ihre Behauptung, daß die von der Klägerin gewählte Wagenform bereits bekannt gewesen sei und daß die konstruktiven Einzelheiten ihres Wagens aus der ausländischen Automobilindustrie entlehnt worden seien, vermag nicht die Darstellung der Klägerin zu entkräften, daß sie aus bekannten Elementen ein eigenes und besonderes Modell kombiniert habe, das auf dem Weltmarkt bereits eingeführt war, als die Beklagte die Fabrikation des hier streitigen Wagens begann, und auf welches die oben entwickelten Rechtsgrundsätze Anwendung finden können.

Die oben angeführte Kammergerichtsentscheidung und der in ihr aufgestellte Rechtsgrundsatz ist im Schrifttum vielfach angegriffen worden.

Es kann dahingestellt bleiben, ob der dort vertretene Standpunkt trotzdem in vollem Umfange aufrecht erhalten werden muß, da jener Grundsatz auf den vorliegenden Sachverhalt jedenfalls schon deswegen keine Anwendung findet, weil ein „sklavischer" Nachbau des Automobils der Klägerin nicht stattgefunden hat.

Es muß betont werden, daß gemeinfreie Maschinen nur gegen den gröbsten Mißbrauch, der in der genauen Nachbildung aller ihrer Teile liegt, Schutz verlangen können."

Es folgt dann eine Aufzählung der inneren und äußeren Unterschiede, auf Grund deren das KG. zu dem Ergebnis kommt, daß eine Verwechselbarkeit der beiden Automobilmodelle nicht anerkannt werden kann und somit der Schutz des § 826 BGB. und des § 15 Wzg. nicht in Frage kommt.

Damit wird zwar nicht die seinerzeit sehr viel angegriffene KG.-Entscheidung vom 3. XII. 1924 aufgegeben, aber doch in dem Nachsatz dahingehend eingeschränkt, daß „gemeinfreie Maschinen nur gegen den gröbsten Mißbrauch, der in der genauen Nachahmung aller ihrer Teile liegt, Schutz verlangen können". Damit ist aber praktisch das KG.-Urteil vom 3. XII. 1924 preisgegeben, da es ausdrücklich zugegeben hatte, daß die Farbbandumschaltung und andere kleine Einzelheiten bei der Maschine des Beklagten anders konstruiert waren. Es war daher nicht eine genaue Nachahmung aller Teile vorhanden. So, wie das KG. jetzt den Schutz nicht geschützter Maschinen einschränkt, wird er sich schon ohnedies in der Regel aus der Erwägung heraus ergeben, daß durch die genaue, bis ins kleinste übereinstimmende Nachbildung aller Teile eine Verwechselungsgefahr für den Verkehr gegeben ist, gegen die aus § 15 Wzg. oder § 1 UWG., eventuell § 16 UWG. mit Erfolg vorgegangen werden kann. Dann liegt aber die unlautere Handlungsweise nicht im getreuen Nachbau einer nicht geschützten Maschine, sondern in der Herbeiführung der Verwechselungsgefahr beim Feilhalten oder Verkauf. Es war somit nicht erforderlich, den mit den bestehenden Gesetzen und der Rechtsprechung des RG. nicht zu vereinbarenden Grundsatz aufzustellen, daß schon der getreue Nachbau nicht geschützter Maschinen einen unlauteren Wettbewerb darstelle.

Statistik der internationalen Warenzeichen[1]. — Von dem Internationalen Berner Amt sind auf Grund des Madrider Abkommens über die internationale Eintragung von Marken, dem jetzt 21 Staaten mit einer Bevölkerung von ungefähr 383 Mill. Seelen angehören, im Jahre 1927 5255 Warenzeichen registriert worden (4888 i. V.). Unter den angeschlossenen Ländern steht an erster Stelle, wie überhaupt seit 1923, wiederum Deutschland mit 1588 (1430 i. V.) eingetragenen Marken. Ihm folgen: Frankreich mit 1477 (1409), die Schweiz mit 524 (425), Österreich mit 400 (378), die Tschechoslowakei mit 303 (263), die Niederlande mit 294 (296), Belgien mit 223 (155), Italien mit 211 (144), Ungarn mit 82 (66) und Spanien mit 81 (204) Anmeldungen. Zahlen, die für Belgien, Ungarn, die Schweiz und die Tschechoslowakei die höchsten seit 1922 waren.

Die Zahl der Zurückweisungen hat sich um 12 % auf 8513 (7591) vermehrt. Auch hier steht Deutschland infolge der scharfen Warenzeichenvorprüfung mit 2074 (2118) Zurückweisungen an erster Stelle.

Zahlung patentamtlicher Gebühren durch Wechsel. — Bisher war es zulässig, patentamtliche Gebühren außer durch Postscheck, Bankscheck oder sonstige Anweisung auch durch Wechsel einzuzahlen. Dabei wurde gemäß Verordnung vom 12. III. 1927 der Eingang eines Bankschecks, Wechsels oder einer sonstigen Anweisung beim Patentamt der Barzahlung gleichgestellt, sofern die Einlösung innerhalb von 10 Tagen nach Eingang erfolgte. Durch eine Bekanntmachung des Präsidenten des Patentamtes vom 28. II. 1928 ist in jener älteren Bekanntmachung das Wort Wechsel" gestrichen worden, so daß der Eingang eines Wechsels auch unter den dort angegebenen Voraussetzung nicht mehr der Barzahlung gleichsteht. Diese Änderung tritt mit dem 1. IV. 1928 in Kraft, von welchem Tage ab die Kasse des Patentamtes keine Wechsel mehr als Zahlungsmittel annehmen darf. Da Erneuerungsgebühren nicht selten kurz vor Ablauf der letzten Frist gezahlt werden, hat ab 1. IV. 1928 die Zahlung durch Wechsel den Verfall des Schutzrechts zur Folge, wenn nicht etwa noch vor Fristablauf andere Zahlungsmittel eingezahlt werden. Es ist bedauerlich, daß die im Kriege eingeführte Erleichterung der Zahlungsweise wieder verlassen wird, um so mehr als in der Bekanntmachung Gründe dafür nicht angegeben werden, so daß man annehmen muß, daß vermutlich nur die geringfügige Vereinfachung der amtlichen Geschäftsführung für diese nicht zeitgemäße Änderung bestimmend war.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 216.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur gemeinsamen Sitzung des Fachausschusses für Elektromaschinenbau (EVM) und für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Dienstag, dem 20. III. 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B. Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Reiche über „Überspannungen und Überströme in Stromwandlern".

Inhaltsangabe:

Der Stromwandler hat als Organ der Meß- und Schaltgeräte lebenswichtige Bedeutung für die gesamten Anlagen zur Erzeugung und Fortleitung elektrischer Energie gewonnen. Die dem Stromwandler im Betriebe drohenden Gefahren — Überspannungen und Überströme — müssen erkannt und bekämpft werden. Überspannungen entstehen an den Klemmen und zwischen den Windungen des Wandlers bei Überströmen oder beim Auftreffen von Sprungwellen; sie lassen sich durch geeignete Bauarten und durch Schutzzubehör verringern. Ergebnisse der Rechnung und der Messung zeigen die Größe der Überspannung und die Wirkung der Schutzmaßnahme. Überströme rufen in den Einführungen und der Wicklung zerstörende Kräfte verschiedener Art hervor, deren Umfang berechnet und veranschaulicht wird. Überströme bewirken weiterhin in der Wicklung und den Isolierstoffen eine Erwärmung, die durch



geeignete Bemessung des Apparats in zulässigen Grenzen zu halten ist. Rechnung und Versuch ergeben Grundlage für die Beratung bei Auswahl des Wandlers. Der Begriff Kurzschlußfestigkeit wird erörtert. Photographien zeigen Meßmethoden, beobachtete Schäden, bedeutsame Konstruktionen.

Gäste willkommen!

Der Vorsitzende des Fachausschusses für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken: Rehmer.

Der Vorsitzende des Fachausschusses für Elektromaschinenbau: Dr. Kloss.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Installationsmaterial.

Nachstehend wird der Entwurf zu einem Normblatt DIN VDE 450, Gewinde für Schutzgläser, Porzellan- und Gußkappen mit Erläuterungen bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. April 1928 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Erläuterungen zu DIN VDE 450.

Die Normung der Gewinde für Schutzgläser, Porzellan- und Gußkappen soll den lange aus den Kreisen der Hersteller und Verbraucher geäußerten Wünschen Rechnung tragen, die vielen bisher vorhandenen, bezüglich Gewindedurchmesser, Gewindeform und Gewindesteigung abweichenden Größen auf wenige zu beschränken und so den Ersatz der Schraubgewindegläser in Armaturkappen zu erleichtern.

Die Aufgabe war besonders schwierig zu lösen, weil es sich um Werkstoffe handelt, die bezüglich ihrer Herstellungsweise grundverschieden sind. Während bei Glas die zulässigen Abweichungen geringer gehalten werden konnten, mußten bei Porzellan infolge der beim Brennprozeß auftretenden Schwindungsdifferenzen größere Toleranzen zugestanden werden, alle zulässigen Abweichungen mußten aber innerhalb praktisch möglicher Grenzen bleiben, so daß für ein Glas (Bolzen) mit kleinstem Gewindedurchmesser d noch in einer entsprechenden Kappe (Mutter) mit größtem Innendurchmesser D_1 eine Überdeckung zustande kommt, also ohne daß ein Steckgewinde entsteht.

Die Zahnform der Gewinde war so zu wählen, daß einerseits die Herstellung sowohl in Glas als auch in Porzellan und Guß ohne Schwierigkeiten möglich ist, ferner, daß auch Ausbröckelungen in der Kappe oder kleine Unebenheiten und dgl. das Zusammenpassen nicht verhindern. Aus diesen Gründen konnte nur ein Rundgewinde in Betracht kommen. Es erwies sich als zweckmäßig, für Glas und Kappe verschiedene Flankenwinkel zu wählen, und zwar für das Glas 50°, für die Kappe 35°.

Auf Grund praktischer Versuche und Erfahrungen wurde mit den meisten bisher gebräuchlichen Ausführungen die Gewindesteigung in Übereinstimmung auf 7,5 mm, die Zahnhöhe auf 3,5 mm festgesetzt.

Genormt wurden vorläufig 3 Gewinde- bzw. Kappengrößen, die allen Glühlampengrößen bis 200 W Rechnung tragen.

Das Gewindeglas, Nenndurchmesser A 84, bei einer Glasdurchgangsweite von etwa 71 mm, entspricht dem bisher gebräuchlichsten sogenannten Normalglas für Lampen bis 40 (60) W. Es wurde besonderer Wert darauf gelegt,

Noch nicht endgültig

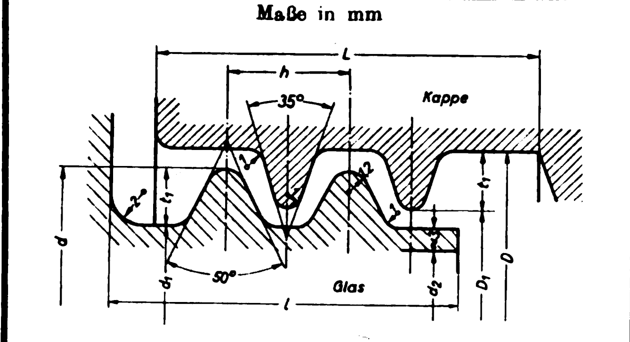
Gewinde

für Schutzgläser, Porzellan- u. Gußkappen

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 450

Maße in mm



	Nenndurchmesser		A 84	A 98,5	A 123
	Glasdurchgang $d_2 \approx$		71	85	110
Glas (Bolzen)	Außendurchmesser d	Kleinstm.	83,5	98	122,5
		normal	84	98,5	123
		Größtm.	84,5	99	123,5
	Innendurchmesser d_1	Kleinstm.	76,5	91	115,5
		normal	77	91,5	116
		Größtm.	77,5	92	116,5
	Gewindetiefe t_1		3,5	3,5	3,5
	Steigung h		7,5	7,5	7,5
	Gewindelänge l	Kleinstm.	21,5	24,5	27,5
		normal	22	25	28
		Größtm.	22,5	25,5	28,5
Kappe (Mutter)	Außendurchmesser D	Kleinstm.	85	99,5	124
		normal	86,5	101	125,5
		Größtm.	88	102,5	127
	Innendurchmesser D_1	Kleinstm.	78	92,5	117
		normal	79,5	94	118,5
		Größtm.	81	95,5	120
	Gewindetiefe t_1		3,5	3,5	3,5
	Steigung h		7,5	7,5	7,5
	Gewindelänge L	Kleinstm.	23	26	29
		normal	24	27	30
		Größtm.	25	28	31

März 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

daß dieses neue Glas in die meisten bis jetzt vorhandenen entsprechenden Porzellan- oder Gußkappen paßt.

Das Glas mit Nenndurchmesser A 98,5 kann Lampen bis 100 W, dasjenige mit Nenndurchmesser A 123 Lampen von über 100 W bis 200 W aufnehmen.

Die Normung eines größeren Schraubgewindeglases für Lampen von 300 ÷ 1000 W ist für später in Aussicht genommen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 23. III. 1928, abds. 8¼ h, Elektrotechn. Hörsaal d. Staatl Ver. Maschinenbauschulen, am Krökentor 1: Vortrag Obering. Graf, „Fortschritte in der Verwendung von Automaten statt Sicherungen".

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Gleiwitz. 28. III. 1928, 5 h, Büchersaal der Donnersmarckhütte, Hindenburg:



Vortrag Dipl.-Ing. König, „Darstellung von Schalt- und Überspannungsvorgängen in Bild und Film".

Röntgen-Vereinigung zu Berlin. 29. III. 1928, abds. 8½h, Langenbeck-Virchow-Haus (kl. Saal), Luisenstr. 58/59: Ordentl. Hauptversammlung.

PERSÖNLICHES.

H. Goetz. Am 20. III. d. J. feiert Herr Direktor Heinrich Goetz das Jubiläum der 40jährigen Tätigkeit an leitender Stelle bei der Pöge Elektricitäts-Aktiengesellschaft bzw. deren Stammwerk in Chemnitz. Als geborener Schweizer absolvierte er das maschinentechnische Hochschulstudium in Zürich und arbeitete dann ein Jahr im physikalisch-elektrotechnischen Laboratorium daselbst unter Prof. Dr. H. F. Weber, dem bekannten Vorsitzenden der Prüfungskommission für Lauffen-Frankfurt. Hier



H. Goetz.

löste er die Preisaufgabe der Hochschule: „Eine umfassende physikalische Untersuchung des elektrischen Glühlichts" und legte als erster für Edisonsche und andere Glühlampen den Zusammenhang zwischen Strom- und Lichtstärke fest. Nach vierjähriger Beschäftigung mit Flachringmaschinen und Bogenlampen (System Schuckert) in der Elektrotechnischen Abteilung der Österreichischen Waffenfabrik trat Herr Goetz im März 1888 in die 1874 begründete Chemnitzer Telegrafenbauanstalt Hermann Pöge ein, die sich schon Anfang der 80er Jahre dem Starkstrom mit einer (Flachring-)Dynamo und einer Bogenlampe eigener Konstruktionen zugewandt hatte. Seitdem hat Herr Goetz an leitender Stelle dieses Unternehmens gestanden. Er hat nicht nur die Fabrikation stetig vorwärts entwickelt, sondern auch die Werksanlagen selbst in allen Einzelheiten bestimmend ausgestaltet, und das Unternehmen durch schwere Zeiten, die manchen anderen größeren Unternehmungen in der Elektrotechnik verhängnisvoll wurden, mit hindurchgesteuert. Zu der Entwicklung der Pöge Elektricitäts-Aktiengesellschaft hat Herr Goetz das meiste beigetragen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Das Problem der elektrischen Eisenbahnwagenbeleuchtung und das Einheits-Zugbeleuchtungssystem der Deutschen Reichsbahn.

In dem in H. 30 der ETZ vom 28. VII. 1927 gebrachten Aufsatz von H. GROB, Berlin, wird erwähnt, daß der Fortfall einer Lichtspannungsregelung zwar die Anlage vereinfacht, aber notwendigerweise zur Wahl einer mittleren Kompromißspannung für den Lichtbetrieb führt, die für die Ladung der Batterie zu niedrig und für die Lampen zu hoch ist. Beim Zutreffen dieser Folgerungen müßte sich ergeben, daß im Winter bei überwiegendem Lichtbetrieb

1. ungenügend geladene Batterien,
2. sulfatierte Platten und außerdem
3. ein außerordentlich hoher Verbrauch an Glühlampen

in Erscheinung treten. Bei der Tagfahrt hingegen wird nach Ansicht des Verfassers bei der Wahl einer Kompromißspannung eine zu hohe Ladespannung verwendet, woraus sich

4. Batterieüberladungen im Sommer

ergeben. Weiterhin glaubt der Verfasser die zweckmäßigste Reglercharakteristik in einer Abhängigkeit vom Ladestrom allein zu finden, in der Meinung, daß bei einer Regelung durch den Gesamtstrom außer den schon unter 1. und 2. aufgezählten Nachteilen auch noch

5. eine Beeinträchtigung des Generatorschutzes, also eine Maschinenüberlastung

eintritt. Zum Schluß behauptet der Verfasser, daß nur ein System mit großer mechanischer Dämpfung des Reglers auf eine elektrische Rückführung verzichten kann, daß also

6. die zur Rückführung notwendigen Stromstöße einen übermäßigen Lampenverbrauch verursachen, und zwar ganz besonders dann, wenn sich während der Fahrt die Notwendigkeit der Beleuchtung ohne Batterie ergibt.

Da alle diese unter 1. bis 6. angeführten Merkmale auf das bei den Österr. Bundesbahnen verwendete Beleuchtungssystem Dick zutreffen, sah ich mich trotz des vieljährigen klaglosen Betriebes als Referent der Österr. Bundesbahnen für die Zugbeleuchtung veranlaßt, zu erheben, ob die wohl etwas langatmig geratenen Überlegungen des Verfassers auch durch die Erfahrungen und Wahrnehmungen im Betriebe ihre Bestätigung finden. Die eingeleiteten Erhebungen zeigten, daß hinsichtlich des Punktes 1 (Batterieunterladung) die Säuredichte im Sommer- und Winterbetrieb bei Wagen, die in Tag- und auch bei solchen, die nur in Nachtkursen laufen, immer gleichbleibend ist und auf vollgeladene Batterien schließen läßt, und daß hinsichtlich des Punktes 2 Sulfatierungen überhaupt unbekannt sind. Bezüglich des Punktes 3 (Lampenverbrauch) konnte festgestellt werden, daß die durchschnittliche Lebensdauer guter Lampen 1000 bis 1200 Brennstunden beträgt. Eine kürzere Lebensdauer bei den die ganze Nacht brennenden Lampen gegenüber den abschaltbaren wurde nirgends wahrgenommen. Die größere Beleuchtungsstärke während der Fahrt halte ich, vorausgesetzt daß der Übergang dem Auge nicht wahrnehmbar ist, als den heutigen lichttechnischen Erfahrungen und Forderungen entsprechend. Hinsichtlich des Punktes 4 (Batterieüberladung) ist zu bemerken, daß die Spannungsgrenze bei Dickscher Beleuchtung (2,5 V je Zelle) vollends der an einer Stelle aufgestellten Forderung des Verfassers entspricht. Daß diese Spannungslage richtig ist, beweist die Betriebserfahrung, derzufolge bei den positiven Platten mit einer Lebensdauer von 8 bis 10 Jahren und bei negativen Platten mit einer doppelten Lebensdauer zu rechnen ist.

Was die Frage der Feststellung dieser Lebensdauer betrifft, so ist zu bemerken, daß die im Kriege eingeführte Plattentype sich wegen der geringen Lebensdauer nicht bewährt hat und seit 5 Jahren durch eine neue, leistungsfähigere Type ersetzt wird. An den seit 5 Jahren ununterbrochen im Betriebe stehenden Platten dieser neuen Type konnte jetzt festgestellt werden, daß die positiven und negativen Platten einen kaum merkbaren Verschleiß aufweisen, so daß aus dem Zustande der Platten auf dieselbe Lebensdauer wie bei der gleichfalls in Verwendung stehenden Vorkriegs-Batterietype, d. i. auf eine solche von 8 bis 10 Jahren bei den positiven Platten mit Sicherheit geschlossen werden kann. Ein Zeichen für die richtigen Ladungsverhältnisse bietet der Umstand, daß die Entfernung des Bodenschlammes gegenwärtig periodisch alle 1½ bis 2 Jahre vorgenommen wird, obwohl, wie bei den gepflogenen Erhebungen festgestellt wurde, die Schlammhöhe nach diesem Zeitraum erst 1 bis höchstens ausnahmsweise 1,5 cm beträgt, also eine Schlammreinigung noch immer nicht geboten wäre. Auch die Notwendigkeit des Wassernachfüllens zeigt richtige Ladeverhältnisse. Was den Punkt 5 (Generatorschutz) anbelangt, so will ich bemerken, daß wohl der wirtschaftlichen Anlage und Ausnutzung einer technischen Einrichtung die größte Bedeutung zukommt. Ich glaube, daß eine Einrichtung, die die Regelung vom Gesamtstrom abhängig macht,



die Maschinen sowohl bei Tag- als auch bei Nachtfahrt besser ausnutzt, wenn dabei die vom Verfasser an die Wand gemalte Über- oder Unterladung der Batterie nicht auftritt. Bei einer solchen Lösung kann, wie es bei den Österr. Bundesbahnen auch geschieht, mit einer auf das kleinste bemessenen Maschinenanlage noch das Auslangen gefunden werden. Der Punkt 6, die Forderung, daß ein brauchbares Beleuchtungssystem auch ohne Batterie einwandfrei zu arbeiten hat, wird seitens der Österr. Bundesbahnen dahingehend verschärft, daß beim plötzlichen Ausfallen der Batterie auch bei größten Geschwindigkeiten keine schädliche Überspannung an den Lampen auftreten darf und nicht durch eine im Sinne des Verfassers gelegene zu starke Dämpfung beim Versagen der Batterie oder der Batterieleitungen, wie es bei der rohen und oft unfachgemäßen Behandlung in normalen Eisenbahnbetrieben vorkommt, ein Durchbrennen der Lampen eintreten kann.

Zusammenfassend kann ich also als Ergebnis der eingeleiteten Untersuchungen und Erhebungen über die in einem langjährigen Betriebe gemachten praktischen Erfahrungen feststellen, daß das in Österreich verwendete Beleuchtungssystem Dick vielleicht weniger den immer von persönlichen Auffassungen und Voraussetzungen abhängigen theoretischen Erwägungen, als vielmehr den Erfordernissen eines praktischen und wirtschaftlichen Eisenbahnbetriebes besonders dann voll entspricht, wenn die Anlage nicht nur in D-Zügen, sondern auch in gleicher Ausführung und unverändert in langsam laufenden und oft anhaltenden Zügen, also z. B. auch auf Lokalbahnen und auf Seitenlinien und bei Parallelschaltungen (z. B. bei der Einschaltung von Beiwagen), soll verwendet werden können.

Zum Schlusse will ich erwähnen, daß die Österr. Bundesbahnen noch Anlagen aus der Anfangszeit der elektrischen Eisenbahnwagenbeleuchtung im Betriebe haben, bei denen bei Lichtbetrieb die Maschinenspannung im Sinne der Ausführung der bezogenen Abhandlung höher gehalten ist, und bei denen auch notwendigerweise eine größere Maschine verwendet werden mußte, als sich später beim vereinfachten System als notwendig ergeben hat. Diese Anlagen sind schon seit längerer Zeit zur Abänderung bestimmt und damit zum Aussterben verurteilt.

Die Österr. Bundesbahnen gelangten damit, gestützt auf das Fundament langjähriger, schwerer Erfahrungen, einheitlich zu einer Anordnung, die in bezug auf Einfachheit, Übersichtlichkeit und Wirtschaftlichkeit den Anforderungen eines praktischen Eisenbahnbetriebes einwandfrei entspricht, weil die Schaltanlage leicht durchschaut werden kann, und weil Fehler im Sinne der bezogenen Ausführungen auch vom unteren Personale und von technisch weniger Vorgebildeten leicht behoben werden können.

Wien 3. XI. 1927.

Ing. Friedrich Klausner,
Hofrat bei der Generaldirektion der
Österr. Bundesbahnen.

Erwiderung.

Bei den vorliegenden Erörterungen handelt es sich darum, Klarheit zu erlangen, ob es bei elektrischen Zugbeleuchtungsanlagen besser ist, die bei der Batterieladung entstehenden Spannungsteigerungen von den Lampen fernzuhalten oder nicht. Läßt man das Lichtnetz ohne Zwischenschaltung eines spannungdrosselnden Organes auch während der Fahrt unmittelbar mit dem Sammler verbunden, so darf die Ladespannung nicht mehr bis zur üblichen Höhe gesteigert werden, solange die Lampen brennen, weil sie sonst in kurzer Zeit durchbrennen würden.

Nun stellt sich Hofrat KLAUSNER auf den Standpunkt, daß auch die bei Nacht verminderte Ladespannung zur Volladung noch ausreiche. Dies trifft nur bei Zügen mit wenig Halten und langer Ladezeit zu. Zum raschen Stromersatz, wie er bei gewissen Wagenkursen notwendig ist, ist bekanntlich eine höhere Ladespannung als 2,25 V je Zelle notwendig, ganz besonders dann, wenn, wie beim System Dick, diese Spannung erst beim Ladestrom Null erreicht wird und fließende Ladeströme die Spannung noch weiter hinunterdrosseln.

Die von Hofrat KLAUSNER erwähnte Gleichheit der Batteriesäuredichte bei reinen Tageskursen (2,5 V Ladespannung ohne Stromentnahme während der Halte) und bei ausschließlichem Lichtbetrieb (nur 2,25 V Ladespannung mit stets wieder einsetzenden Batterieentladungen) kann also schon aus rein physikalischen Gründen nicht stimmen. Am Schluß von Nachtfahrten mit einigermaßen starker Batteriebeanspruchung entsteht bei dieser niedrigen Ladespannung erfahrungsgemäß ein Lademanko, das zwangsweise zur Sulfatierungsgefahr bei außer Dienst stehenden Wagen und zu zeitweise verminderter Stromreserve führt. Kommen bei einem ungünstigen Kurs keine oder nur kurze Tagesfahrten vor, so wird die Batterie erschöpft.

Der dem Dicksystem anhaftenden Helligkeitsteigerung bei der Anfahrt steht auch ein Dunklerwerden vor dem Halt gegenüber, von dem man, von der helleren Fahrtbeleuchtung etwas verwöhnt, Notiz nimmt, trotzdem bei Stillstand eine verminderte Helligkeit zulässig ist. Daß zeitweise Überspannungen an den Lampen deren Lebensdauer verkürzen, sofern sie (wie bei Schnellzugbetrieb) länger dauern als die Unterspannungen, bedarf keiner Erörterung. Von einem außerordentlich hohen Lampenverbrauch habe ich übrigens nirgends gesprochen.

Mit der Angabe, daß bei Gesamtstrom- statt nur Ladestromregelung die Maschine besser ausgenutzt, also etwas kleiner gehalten werden kann, hat Hofrat KLAUSNER recht. Bei der Gesamtstrombegrenzung wird der Generator verhindert, mehr als einen gewissen Summenbetrag von Licht- und Ladestrom abzugeben, und der Teil der notwendigen Batterieladung, der während der Abgabe des Lichtstromes infolgedessen (und auch wegen der zu geringen Ladespannung) nicht mehr geliefert werden kann, wird auf die Tagesfahrt verschoben. Das ist eben der Kernpunkt der ganzen Frage, daß das System Dick zur Aufrechterhaltung der Ladebilanz Tagesfahrten nötig hat, wenn der Fahrplan ungünstig ist, und daß beim Beleuchtungssystem der Deutschen Reichsbahn die Bedingung einer Betriebsmöglichkeit in allen Fällen, auch bei reinen Nachtzügen mit häufigen Aufenthalten, gestellt wurde.

Eine Beeinträchtigung des Generatorschutzes vor Überlastung bei Gesamtstromregelung (Punkt 5) habe ich nirgends behauptet, ebensowenig die Notwendigkeit einer elektrischen Rückführung (Punkt 6).

Das System Dick, das ich übrigens in meinem Aufsatz gar nicht erwähnt habe, benutzt, wie das System Pintsch, die Lademethode (mit gegen Null abnehmenden Ladeströmen), die ich ausdrücklich als die beste bezeichnete. Dank diesem Umstande ist auch die hohe Tagesfahrtladespannung nicht so schädlich, wie es im allgemeinen der Fall ist, und es bewirken auch die großen Tagesfahrtladeströme nicht die starke Gasbildung der Aufladung mit konstantem Strom, wenn der Regler den Spannungsgrenzwert tatsächlich nie über 2,4 bis 2,5 V je Zelle steigen läßt.

Berlin, 19. II. 1928. H. Grob.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Valenzzahl und ihre Beziehungen zum Bau der Atome. Von H. Leßheim u. R. Samuel. Mit 16 Textabb. u. 98 S. in 8°. (Bd. 19 H. 3 d. Fortschr. d. Chemie, Physik u. physik. Chemie. Herausgeg. v. Prof. Dr. A. Eucken.) Verlag von Gebr. Borntraeger, Berlin 1927. Preis geh. 6,40 RM.

Die kleine Schrift bietet dem Leser weit mehr, als ihr Titel den Fernerstehenden vermuten läßt. Sie führt nämlich ausgezeichnet in die heutige Atomtheorie ein, wie sie von Bohr und anderen hervorragenden Forschern auf- und ausgebaut wurde. Die Verfasser zeigen, wie aus dem gesetzmäßigen Bau der Spektren die scharfsinnigsten Folgerungen über die Zahl und die Anordnung der den Atomkern umgebenden Elektronen abgeleitet werden. Das seinerzeit rein empirisch gefundene periodische System, die wachsende Wertigkeit der Elemente und ihr chemisches Verhalten erscheinen nunmehr innerlich begründet. Die noch vorhandenen Unsicherheiten werden von den Verfassern getreulich hervorgehoben.

K. Arndt.

Properties and testing of magnetic materials. Von Th. Spooner. Mit 223 Textabb., XIV u. 385 S. in 8°. Verlag von McGraw-Hill Publishing Co., Ltd., London 1927. Preis geb. 25 sh.

Entsprechend den Bedürfnissen der Elektrotechnik sind auch auf dem Gebiet des Magnetismus, namentlich in der Herstellung und Untersuchung besonderer, magnetisch wertvoller Stoffe, wie von legiertem Blech, Permalloy, Kobaltmagnetstahl usw., in den letzten 20 Jahren recht erhebliche Fortschritte gemacht worden, und es wird der technischen Physik nicht leicht, mit neuen oder besonders verfeinerten älteren Untersuchungsmethoden und Apparaten diesen Fortschritten zu folgen und der Elektrotechnik die sichere Grundlage zu geben, deren sie zu ihren weiteren Arbeiten bedarf. Anderseits ist auch in

der deutschen Literatur noch keine große Auswahl von Spezialwerken über magnetische Materialien und magnetische Meßmethoden vorhanden, in denen sich der studierende oder der in der Praxis stehende Elektrotechniker über die neueren Fortschritte auf diesem ganzen Gebiet eingehender unterrichten könnte, denn die wenigen Spezialwerke sind z. T. veraltet, und die dem Gebiet des Magnetismus gewidmeten Abschnitte der allgemeinen Handbücher der Physik zu wenig umfangreich, als daß sie speziellen Bedürfnissen genügen könnten. Unter diesen Umständen ist es zu begrüßen, daß in diesem Jahr ein anerkannter Fachmann auf diesem Gebiet, der Amerikaner Th. Spooner, unter dem oben angegebenen Titel ein umfangreiches Spezialwerk hat erscheinen lassen, dessen reicher Inhalt auch dem deutschen Elektrotechniker manche wertvollen Fingerzeige wird geben können. Selbstverständlich betont der Verf. z. T. recht stark den amerikanischen Standpunkt, namentlich auf dem Gebiete der Meßtechnik, wo manches dem Deutschen unentbehrliche Hilfsmittel gar nicht erwähnt wird; immerhin hat Amerika gerade auf diesem Gebiete wie auch auf demjenigen der Herstellung und Untersuchung wertvoller Legierungen in letzter Zeit so viel Anerkennenswertes geschaffen, daß noch ein reicher Stoff übrig bleibt.

Der 1. Teil, welcher in einem Umfang von nahezu 200 Seiten mit zahlreichen Diagrammen und recht vollständigen Literaturangaben auf Grund der Untersuchungen von Yensen, Gumlich, Honda, Heusler, McKeehan, Arnold, Elmen usw. die magnetischen Eigenschaften der Stoffe hauptsächlich mit Rücksicht auf ihre Verwendbarkeit für die Zwecke der Elektrotechnik bespricht, geht u. a. auch auf die Wirkung der mechanischen Härtung durch Zug, Druck, Walzen, Stanzen, auf die Magnetostriktion, den Einfluß der thermischen Behandlung, die Wärmeleitfähigkeit, die mechanischen Eigenschaften usw. ein und wird nicht nur zum Selbststudium, sondern ganz besonders auch als Nachschlagewerk gute Dienste leisten.

Erheblich weniger befriedigt der 2. Teil des Buchs, der sich mit den magnetischen Meßanordnungen und -apparaten beschäftigt; hier wäre größere Vollständigkeit m. E. nicht nur erwünscht, sondern direkt geboten gewesen. Beispielsweise fehlt bei der Besprechung der Magnetometermethoden gerade die weitaus wichtigste erste Gaußsche Hauptlage, sodann das störungsfreie Magnetometer nach Kohlrausch und Holborn, das sich ja in allen durch Erdströme und magnetische Fernwirkungen gestörten Räumen als außerordentlich wertvolles Hilfsmittel erwiesen hat. Auch die Verwendung des Magnetometers zur absoluten Bestimmung der für die Beurteilung der magnetischen Eigenschaften so wichtigen Koerzitivkraft, welche sich gerade auf diesem Wege nicht nur sehr rasch, sondern auch unverhältnismäßig genau durchführen läßt, ist nicht erwähnt. Die van Lonkhuyzensche Differentialmethode zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit von Eisenblech in Form von Epsteinbündeln wird als „wenig genau" ziemlich abfällig beurteilt, während sie sich doch in Deutschland nicht nur wegen ihrer großen Bequemlichkeit, sondern auch wegen der Zuverlässigkeit ihrer Meßergebnisse viele Freunde erworben hat. Dies ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß in Deutschland die zum Vergleich notwendigen Normalproben nach der recht genauen, absoluten Methode von Gumlich und Rogowski gemessen werden, die dem Verf. unbekannt zu sein scheint, — wenigstens erwähnt er sie nicht.

Ein wunder Punkt in den amerikanischen Messungen scheint noch immer die Bestimmung hoher Induktionen bzw. des Sättigungswertes zu sein, denn die von dortigen Autoren angegebenen Werte liegen vielfach um mindestens 5 bis 7 % zu hoch. Dies mag daher rühren, daß man sich drüben bei der Ermittelung dieser wichtigen Konstante anscheinend vielfach mit einer weitgehenden Extrapolation nach der Reluktanzmethode begnügt, von der wohl keine allzu große Genauigkeit erwartet werden darf. Aber auch bei der Ewingschen Isthmusmethode scheinen dem Verf. die in der ursprünglichen Anordnung vorhandenen starken Fehlerquellen nicht klar geworden zu sein; wenigstens werden die vom Ref. angegebenen Verbesserungen dieser Methode ebenso wenig erwähnt, wie seine Joch-Isthmusmethode, die aus verschiedenen Gründen der vom Bureau of Standards angenommenen ähnlichen Anordnung nach Campbell und Dye erheblich überlegen ist.

Zu ballistischen Messungen im mittleren Meßbereich scheinen sich neben der bekannten, vorzüglichen, aber reichlich umständlichen und zeitraubenden Methode von Burrows die beiden Permeameter von Fahy großer Beliebtheit zu erfreuen, namentlich das Simplex-Permeameter, bei welchem die Induktion des an ein Joch angepreßten rechteckigen Probestabs durch eine die ganze Länge des Stabes bedeckende Induktionspule, die zugehörige Feldstärke durch eine dicht daneben befindliche, auf demselben magnetischen Potential gehaltene Luftspule ballistisch gemessen wird, ein Prinzip, das auch in Deutschland z. B. bei den Messungen nach der Joch-Isthmusmethode und der Permeabilitätsmessung im Epstein-Apparat nach Gumlich—Rogowski mit Vorteil verwendet wird, aber wegen der unvermeidlichen Störungen durch die Streulinien wenigstens bei niedrigen Feldstärken erheblichen Fehlerquellen unterliegt. Am Schluß der Beschreibung der Messungen mittels Gleichstroms ist ein ganzes Kapitel der Besprechung von kleineren, aber sehr beachtenswerten Einzelheiten gewidmet, wie den Methoden zur Eichung von ballistischen Galvanometern und Fluxmetern, d. h. Galvanometern, welche infolge von Überdämpfung nach dem Ausschlag eine Zeitlang stehenbleiben und dann erst ganz langsam zurückgehen, so daß auch bei größeren Ausschlägen eine sehr bequeme und genaue Ablesung gewährleistet ist, ferner den Bedingungen für eine saubere Entmagnetisierung auf Grund der einschlägigen Untersuchungen von Burrows, der bekannten Luftlinienkorrektion und ihrer möglichen automatischen Kompensation, der Wirkung von Biegung und Zug auf die Magnetisierbarkeit und ihre Vermeidung bei den Prüfungen, den bei den Ringmessungen auftretenden Fehlerquellen wegen der endlichen Breite der Ringe usw.: gerade dies Kapitel gibt dem Meßtechniker vielfach recht wertvolle Fingerzeige.

Bei den Wechselstrommethoden scheint sich auch in Amerika der Epsteinsche Apparat in den in Deutschland üblichen Abmessungen sowie die bequeme Anordnung von van Loukhuyzen vollständig durchgesetzt zu haben, während die früher bevorzugte Anordnung von Lloyd, welche kürzere und breitere Streifen mit erheblich geringerem Gesamtgewicht, dafür aber Verbindungstücke an den Ecken aus anderem Material benutzt, nur noch ausnahmsweise zur Verwendung zu kommen scheint. Selbstverständlich finden auch die Brückenmethoden nach Maxwell, Glazebrook und besonders nach Campbell, die speziell für die Messung hoher Anfangspermeabilität bestimmte Anordnung von Kelsal sowie die Hochfrequenzmethoden nach Alexanderson und Spooner gebührende Beachtung, während die in früherer Zeit häufig verwendeten Hysteresemesser von Ewing und von Blondel mit Recht nur noch des historischen Interesses wegen erwähnt werden. — Übrigens würde das Studium dieses Teils dem Leser erheblich erleichtert worden sein, wenn der Verf. neben den Endformeln in Kürze auch noch die hauptsächlichsten Ableitungen derselben gegeben hätte; der hierfür erforderliche Raum hätte durch sparsamere Darstellung an anderen Stellen bequem wieder eingebracht werden können.

Der relativ kurze, aber für den Techniker besonders wichtige 3. Teil gibt gewissermaßen die Anwendung der in den beiden vorhergehenden Teilen gewonnenen Erkenntnisse, und zwar einmal für den Bau von Transformatoren, rotierenden Ankern usw., wobei beispielsweise die Ursache der höheren Verluste gegenüber der Berechnung, die Verwendung der verschiedenen Arten von Blechen für die verschiedenen Zwecke usw. zur Sprache kommt, sodann auch für die Untersuchung fertiger Gegenstände, wie Eisenbahnschienen, Flintenläufe, Radkränze usw., zur Entdeckung von Sprüngen, Blasen, Unstetigkeiten in der Zusammensetzung, Spannungen usw. auf magnetischem Wege. Diese sogenannte „magnetische Analyse", die allerdings nur auf Grund reicher Erfahrung und großer Übung mit Aussicht auf Erfolg verwendet werden kann, scheint in Amerika, Schweden, Japan usw. bereits festen Fuß gefaßt zu haben, während ihr in Deutschland bis jetzt wohl kaum noch erhebliche Beachtung geschenkt wurde. Gumlich.

Gesunder Guß. Eine Anleit. f. Konstrukteure u. Gießer, Fehlguß zu verhindern. Von Prof. Dr. techn. E. Kothny. (Heft 30 der Werkstattbücher. Herausg. v. E. Simon.) Mit 125 Fig. i. Text, 14 Tab. u. 70 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 1,80 RM.

Bei der noch immer schwierigen Wirtschaftslage ist jede Anregung, welche die Ausschaltung von Verlustquellen zum Ziele hat, wertvoll. Arbeiten wie die vorliegende sind daher durchaus zu begrüßen, um so mehr, wenn sie von einem anerkannten Fachmann, wie Prof. Kothny, stammen. — Der Verfasser zeigt in seinem Büchlein in klarer und übersichtlicher Weise die Hauptfaktoren, die bei der Herstellung gesunden Gusses eine Rolle spielen, und gibt an Hand zahlreicher Abbildungen und graphischer Darstellungen nicht nur dem Gießer, son-



dern auch dem Konstrukteur beherzigenswerte Winke. Ausgehend von der Wahl des Werkstoffes (physikalische, chemische und mechanische Gütewerte) werden in den ersten beiden Abschnitten die Kristallisations- und Abkühlungsvorgänge mit den sie störenden Neben- und Folgeerscheinungen behandelt. Die beiden anderen Abschnitte bringen Hinweise und Grundsätze, die der Konstrukteur beim Entwurf des Gußstückes beachten muß, wenn die Kosten für die Ausführung (besonders Form- und Putzkosten) auf ein Mindestmaß beschränkt werden sollen. Schließlich wird hervorgehoben, wie wichtig es im Interesse eines wirtschaftlichen Arbeitens ist, auch auf die Bearbeitung des rohen Gußstückes durch Werkzeugmaschinen beim Entwurf Rücksicht zu nehmen. — Das Büchlein wird dem Praktiker ebenso wie dem Studierenden Gewinn bringen und kann mit gutem Gewissen empfohlen werden. Hirschbrich.

Wechselräderberechnung für Drehbänke unt. Berücks. d. schwierigen Steigungen. Von Georg Knappe. (Heft 4 der Werkstattbücher. Herausgegeben von E. Simon.) 2., verb. Aufl. Mit 13 Fig. i. Text, 6 Zahlentaf. u. 65 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 1,80 RM.

Das Heft ist bereits in zweiter Auflage erschienen, ein Beweis dafür, daß die erste Auflage Anklang gefunden hat. In erster Linie ist es für den intelligenten Dreher bestimmt. Nach einer kurzen Einleitung über Gewinde (fünf verschiedene Gewindesysteme) und über Drehbänke (Leitspindel- und Maschinensteigung) geht der Verfasser sofort auf den Kern der Sache, die Berechnung der Wechselräder, ein, der eine kurze Einleitung des Rechnungsganges vorausgeschickt wird. Die Berechnung zerfällt in zwei Hauptgruppen, je nachdem die Leitspindel Zoll- oder Millimetersteigung hat. Für jede ist die Berechnung für die verschiedenen Gewindesysteme durchgeführt und, was für den Zweck des Buches von großer Wichtigkeit ist, unter Einschaltung zahlreicher Beispiele, insgesamt 41. Es folgen Wechselräderberechnungen für schwierige Steigungen und stark steigende Gewinde, auch die Bezugstemperatur ist berücksichtigt. Beigegeben sind einige Tafeln, enthaltend eine Zusammenstellung der verschiedenen Rechnungsarten, Umwandlung von Dezimalbrüchen in gewöhnliche usw. Es wird in gedrängter Kürze und trotzdem anschaulich eine Fülle von Wissenswertem, nicht nur für den Dreher, sondern auch für den Meister und Betriebsingenieur gebracht, denen das Buch sicher gute Dienste leisten wird. Witt.

Die Abgabe für die Benutzung eines Patents. Beitr. zur Beurteilung der angemessenen Höhe. Von Dr. phil. L. Fischer. Mit 27 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1927. Preis kart. 2 RM.

Das außerordentlich schwierige Problem, eine gerechte Entlohnung des Erfinders zu finden, sucht Fischer systematisch anzufassen. Er entwickelt wichtige Gesichtspunkte und erläutert sie an Beispielen, in denen auch zahlenmäßige Größen gegeben werden. Wenngleich das Buch nur ein erster Schritt auf diesem Gebiete sein will und keine fertigen Rezepte geben kann, wird es den Interessenten als Einführung und Anregung willkommen sein. H. Herzfeld.

Das internationale Patentrecht nebst einer kurzgefaßten Darstellung der Patentgesetze sämtlicher Staaten. Von Dr. jur. R. Jungmann. Hauptnachtrag. Mit 36 S. in 8°. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1927. Preis geh. 1 RM.

Die bisherigen Nachträge und weitere bis zum 1. IV. 1927 erfolgte Veränderungen sind in diesem Hauptnachtrag zusammengefaßt, der damit das seinerzeit hier besprochene Hauptwerk[1] vervollständigt. Der Inhalt umfaßt vorwiegend kurze Berichte über Änderungen der Auslandsgesetze, deren Zweckmäßigkeit zweifelhaft sein kann, da sie für den Fachmann zu kurz sind, für den Laien aber wohl nur in Ausnahmefällen Interesse bieten dürften. H. Herzfeld.

Eingegangene Doktordissertationen.

Willy Sichardt, Das Fassungsvermögen von Rohrbrunnen und seine Bedeutung für die Grundwasserabsenkung, insbesondere für größere Absenkungstiefen. T. H. Berlin. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927.

[1] ETZ 1925, S. 249, 1897.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der Glühlampenabsatz in den V. S. Amerika. — In seinem Bericht über die Entwicklung der Elektroindustrie im Jahr 1927[1] sagt J. Liston, daß der Glühlampenabsatz auf 538 Millionen geschätzt werde, wovon 320 auf normale und große, 218 Millionen auf kleinste Lampen (miniature) entfielen. Das bedeute gegen 1926[2] eine Steigerung um 8 Mill. Stück der erstgenannten Type bzw. etwa 2,5 % und um 16 Mill. kleinste Lampen oder rd. 8 %. In demselben Artikel wird die Zahl der in der Union jetzt mit elektrischer Beleuchtung versehenen Häuser zu 16 Millionen, die der eine solche noch entbehrenden, aber im Bereich von Leitungsnetzen liegenden Gebäude (houses) zu 2 Millionen angegeben.

Aus der Geschäftswelt. — Die C. J. Vogel, Draht- und Kabelwerke A. G., Berlin, haben 1926/27 höhere Umsätze als im Vorjahr erzielen können, doch wurden die Fabrikationsergebnisse durch eine in starkem Konkurrenzkampf herbeigeführte Senkung der Preise ungünstig beeinflußt. Der Betriebsüberschuß betrug mit dem Beteiligungsgewinn 4 220 709 RM (3 889 034 i. V.), der Reingewinn 712 915 RM (692 341 i. V.). Aus ihm hat die Gesellschaft wieder 6 % Dividende auf 8,320 Mill. RM Aktienkapital verteilt. — Bei der Kontakt A. G. Fabrik elektrotechnischer Spezialartikel, Frankfurt a. M.-Rödelheim, hat die Belebung des Geschäfts im Berichtsjahr 1927 bei voller Ausnutzung der erweiterten Betriebsanlagen unvermindert angehalten. Die Qualität der Erzeugnisse beginnt sich auch im Auslande durchzusetzen. Durch die enge Verbindung mit der H. Römmler A. G., Berlin-Spremberg, hat sich die Gesellschaft das erforderliche Isoliermaterial gesichert. Als Fabrikationsgewinn werden 684 752 RM, als Reingewinn 44 311 RM (234 752 RM Verlust i. V.) ausgewiesen. Die Dividende beträgt 8 % auf 0,360 Mill. RM Aktienkapital (0,6 i. V.). — Die Überlandwerk Erlangen Karl Schmitt, Thalermühle, ist mit 0,1 Mill. RM in eine Aktiengesellschaft zur Erzeugung und Lieferung elektrischer Energie umgewandelt worden. — Die Firma der Edma A. G. für automatische und drahtlose Telefonie, Düsseldorf, lautet jetzt dem geänderten Arbeitsgebiet entsprechend Lichtsignalbau-A. G. — Zwecks Förderung des Schnellnachrichtendienstes im Auslandverkehr ist in Berlin die Allgemeine Telegraphen-Gesellschaft m. b. H. mit 1 Mill. RM Stammkapital eingetragen worden. — Die Stadtgemeinde Greifenberg i. Pomm. hat ihre Betriebswerke, darunter das Elektrizitätswerk, unter der Firma Technische Werke Greifenberg i. Pomm. G. m. b. H. vereinigt. Das Stammkapital beträgt 0,530 Mill. RM. — Gegenstand der in Berlin mit 20 000 RM Stammkapital gegründeten Mammut-Akkumulatoren Gesellschaft m. b. H. ist die Herstellung und der Vertrieb von Akkumulatoren für alle Zwecke. — Die in Berlin mit 0,1 Mill. RM eingetragene Deutsche Funkhandels-Gesellschaft m. b. H. betreibt den Handel mit Rundfunkgeräten jeglicher Art und aller in das Gebiet der Heimunterhaltung und Fernmeldetechnik fallenden Apparate und Zubehörteile.

Fusionierung der Kabel Polski A. G. — Die Erhöhung des Aktienkapitals der Kabel Polski A. G. von 2 auf 5 Mill. Zl ist, wie uns mitgeteilt wird, das Ergebnis einer Verständigung zwischen ihrem Hauptaktionär, der A. G. Sila i Swiatlo, und einer Gruppe, der Felten & Guilleaume, Wien, die Tschechisch-Mährischen Elektrotechnischen Werke, F. R. Křižik, Prag, sowie Felten & Guilleaume, Fabrik für elektrische Kabel, Budapest, angehören.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[3]. — Für Januar 1928 und den Tarifunterabschnitt 18 B ergibt sich nach der Zahlentafel, daß die Einfuhr gegen den Vormonat (10 782 dz bzw. 4,467 Mill. RM) um 1484 dz oder 14 % und wertlich um 0,935 Mill. RM bzw. 21 % abgenommen hat. Sie zeigt aber im Vergleich zum Januar 1927 eine Erhöhung um 4208 dz, d. s. 83 % bzw. um 1,258 Mill. RM oder 55 %. Der Stückzahl nach sind 5361 Lichtmaschinen, 10 746 Dynamos usw., 0,38 Mill. Metalldraht- und 13 300 Kohlenfaden- usw. Lampen importiert worden. Die Ausfuhr (einschl. Reparationssachlieferungen) war dem Vormonat (128 361 dz bzw. 42,591 Mill. RM) gegenüber um 22 422 dz, d. s. 18 % bzw. um 5,292 Mill. RM oder 12 % geringer, ist aber gegen den gleichen Monat des Vorjahrs um 24 045 dz und 8,791 Mill. RM, also der Menge und dem Wert nach um rd. 30 % gestiegen. Die im Export enthaltenen Reparationssachlieferungen betrugen für Januar 4438 dz im Wert von 0,886 Mill. RM. Die Ausfuhr umfaßte 4412 Lichtmaschinen, 50 697 Dynamos usw., 1698

[1] Gen. El. Rev., Bd. 31, 1928, S. 57.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 259.
[3] Vgl. ETZ 1927, S. 379; 1928, S. 235.



Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Januar 1928	Einfuhr in dz Januar 1927	Ausfuhr in dz Januar 1928	Ausfuhr in dz Januar 1927
907 a	Lichtmaschinen u. Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	576	92	314*	231
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	4 271	2 416	27 492*	16 135
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	22	70	2 803*	1 229
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	369	80	3 975*	4 769
909	Kabel zur Leitung elektr. Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	1 708	986	27 370*	26 936
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	12	4	256	237
911 a	Metallfadenlampen	402	233	1 045*	598
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	8	1	105	107
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	4	69	18	25
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon	36	105	1 095*	1 518
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	385	159	3 236	2 538
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	128	62	2 295*	2 226
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	10	6	575	457
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	77	55	981	684
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	0	9	7
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektr. Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	233	201	1 202*	599
912 F 1	Sicherungs- u. Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	6	70	744*	644
912 F 2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- u. Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	887	381	24 107*	16 780
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgen. 912 D)	34	54	1 353	956
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	67	28	5 569	4 099
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgen. 733 a)	50	4	6	6
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer od. Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	12	14	45*	30
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier od. Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	1 350*	1 089
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	9 298	5 090	105 939*	81 894
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 532*	*2 274*	*37 299**	*28 508*
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	60	11	1 166	410
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper od. drgl., auch in Verbindung mit Platin	9	18	57	45
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	—	5	708	517
648 d	Elektroden	1 069	345	12 926	14 236
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	29	—	3 088	4 984
740 a	Glühlampenkolben	—	8	911	856
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen d. Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen d. Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	186	20	} 8	8
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	170	18		
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	171	127	10 588*	7 697

Bogenlampen, 4,85 Mill. Metalldraht- sowie 0,25 Mill. Kohlenfaden- usw. Lampen. Als Überschuß des Exports ergeben sich 96 641 dz bzw. 33,767 Mill. RM (76 804 dz bzw. 26,234 Mill. RM i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationsachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 196: Wer stellt 0,1 ÷ 0,2 mm starkes Zelluloidband in einer Breite von 20 cm her?

Frage 197: Wer stellt gußeisengekapselte Transformatoren für niedervoltige Handlampen her?

Frage 198: Wer stellt Bleigummiplatten für Röntgenapparate her?

Abschluß des Heftes: 10. März 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.



Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER. BERLIN / 22. MÄRZ 1928
...3—492)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 22. März 1928 | Heft 12

UMSCHAU.

Fortschritte in der Anwendung der Elektrizität in der Eisenhüttenindustrie.

Wohl in keinem Zweige der Industrie sind in den letzten Jahren nach dem Kriege, mitbeeinflußt durch die allgemeine wirtschaftliche Lage, so umfassende Umstellungen der Betriebe erfolgt, wie gerade in der Hüttenindustrie. Bei diesen Rationalisierungsmaßnahmen hatte die Elektrotechnik einen beträchtlichen Anteil an der zu leistenden Arbeit.

In der Hüttenindustrie hatte sich die Elektrizität als der geeignetste Energieträger für die Kraftverteilung erwiesen. Es galt daher, zunächst die Betriebe auf elektrischen Antrieb umzustellen, die diesen bis dahin noch nicht besaßen. In welch bedeutendem Umfange heute Elektrotechnik und Hüttenindustrie miteinander verknüpft sind, erhellt wohl am besten aus folgenden Werten: In den Hochöfen der deutschen Eisenhüttenindustrie wurden im Jahre 1927 rd. 13 Mill. t Roheisen erblasen, wozu etwa die gleiche Menge Koks verbraucht wurde. Bei der Verhüttung fielen rd. 51 Milliarden m³ Gichtgase an. Man geht nicht fehl, wenn man annimmt, daß von dieser Gichtgasmenge rd. 25 ÷ 30 % in elektrische Energie umgesetzt wurden, das heißt mit anderen Worten: im vergangenen Jahre wurden rd. 2,7 bis 3,3 Milliarden kWh allein in den deutschen Hüttenwerken erzeugt und verteilt.

Bei dem durch die Rationalisierung notwendig werdenden Zusammenschluß mehrerer Werke zu einheitlich geleiteten Gruppen trat als eine Hauptaufgabe die Frage des gegenseitigen Energieaustausches der benachbarten Hüttenwerke auf. Gerade in der Hüttenindustrie stellt der Zusammenschluß mehrerer Zentralen bei den verschiedenen Spannungen und Einheiten den Elektrotechniker vor schwierige Aufgaben, da die vorhandenen Zentralen und Netze fast ausschließlich mit verhältnismäßig kleinen Spannungen von 2 ÷ 5000 V arbeiten. Daher macht bei der Vergrößerung der Zentralenleistungen die Beherrschung der Kurzschlußströme nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten und erfordert teilweise eine vollständige Umstellung des Verteilungsnetzes. In den Zentralen wurden neue, wirtschaftlicher arbeitende Maschinen mit wesentlich vergrößerter Typenleistung installiert. Bei der Wahl der Maschinenart ist die Frage, ob die Erzeugung der elektrischen Energie aus dem zur Verfügung stehenden Gichtgas auf dem Wege über Großgasmaschinen oder Dampfturbinen wirtschaftlich richtiger erfolgt, zur Zeit immer noch heiß umstritten und wird wohl auch in absehbarer Zeit eine allgemeine Lösung kaum erfahren. Die Leistungen der mit Großgasmaschinen direkt gekuppelten Schwungradgeneratoren wurden wesentlich gesteigert und erreichten mit einer Typenleistung von 10000 kVA zur Zeit ihren Höhepunkt. Wenn auch die Turboanlagen wesentlich größere Leistungen in der Einheit zu erzeugen gestatten und durch weitere Vervollkommnungen und Steigerung des Betriebsdruckes in ihrem Wirkungsgrad dem der Großgasmaschinen erheblich nahe gerückt sind, so haben letztere doch noch den Vorsprung, den sie vor den Turboanlagen besaßen, halten können. Hierbei spielt die Umwandlung der Wärme der Auspuffgase und sonstigen Abfallwärme in elektrische Energie, die in immer weitergehendem Maße Verwendung findet, eine große Rolle.

In einem gemischt arbeitenden Hüttenwerk bildet der Hochofen mit seinem bei der Verhüttung der Erze anfallenden Gas den Kern der Energieversorgung für das ganze Werk. Das Gas wird zum Heizen — Anwärmen der Gebläseluft der Hochöfen, Heizen der Tief- und Wärmeöfen im Walzwerk u. dgl. — und vor allem zum Betrieb der Maschinen in der elektrischen Zentrale benutzt. Vor seiner Verwendung muß das Gas aber zunächst vom mitgeführten Staub befreit werden, und zwar soweit, daß in dem Reingas höchstens ein Staubgehalt von rd. 0,015 bis 0,01 g/m³ enthalten ist. Für diese Reinigung hat die Elektrotechnik in neuester Zeit eine wirtschaftlich günstig arbeitende Einrichtung in den Elektrofiltern geschaffen, die mit geringerem Kraftbedarf als die bisher üblichen mechanischen Reinigungsanlagen arbeiten. Zur Zeit sind eine Reihe derartiger Gichtgas-Elektrofilteranlagen im Betrieb bzw. im Bau begriffen.

Da von der Gaserzeugung der Hochöfen, wie schon gesagt, der ganze Betrieb des Hüttenwerks abhängt, muß auf den störungsfreien Betrieb der Öfen der allergrößte Wert gelegt werden. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die sichere, stets betriebsbereite Begichtungsanlage. Daneben erhellt aber auch aus der Größe der Eisenerzeugung ohne weiteres, daß die Kosten für die Beschickung der Öfen einen wesentlichen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Betriebes haben. Erst durch die Anwendung der Elektrizität wurde die Durchbildung von Begichtungsverfahren ermöglicht, die neben der Herabsetzung der Kosten für den Transport der beträchtlichen Erz- und Koksmengen einen sicheren Betrieb gewährleisten. Hierbei muß das Hauptbestreben dahin gehen, einerseits die Zahl der Bedienungsmannschaften möglichst zu beschränken und anderseits die Anlagen voll den Anforderungen anzupassen, die ein guter Ofengang erfordert.

Da die Erzeugungsleistungen der Öfen sehr voneinander abweichen — 150 ÷ 1000 t/Tag — sind verschiedene Systeme entwickelt und erfolgreich durchgeführt worden. Zu unterscheiden ist hierbei zwischen Kübel- und Kippgefäßbegichtung. Bei ersterer wird der auf der Hüttensohle aus einem Bunker gefüllte Kübel über einen an jedem Ofen vorgesehenen, elektrisch betriebenen Schrägaufzug bis zur Gicht hochgezogen. Der Aufzug setzt selbsttätig den Kübel auf dem Gichttrichter ab und öffnet dann durch Weitersenken mit dem Kübelboden den Trichterverschluß des Hochofens, durch den sich der Kübel entleert. Dieses Verfahren bedeutet an sich schon eine große Vereinfachung und gewährleistet auch bei geringem Bedienungspersonal große Betriebsicherheit.

Im Streben nach Herabsetzung der Gestehungs- und Betriebskosten ging man vielfach dazu über, bei Öfen kleinerer und mittlerer Leistung mehrere Öfen in der Begichtung zu einer Gruppe zusammenzufassen. Diese Ofengruppe wird dann von einem gemeinsamen Steilaufzug aus bedient, der den Kübel in Gichthöhe bringt, von wo aus er mit einem horizontal laufenden Übergichtwagen den einzelnen zu begichtenden Öfen zugeführt wird. Die Bedienung erfordert sehr wenig Personal, weil ein Mann die Steuerung dadurch beherrschen kann, daß ihm durch einen selbsttätig arbeitenden Teufenzeiger der jeweilige Stand des Kübels räumlich kenntlich gemacht ist.

Ähnlich günstig im Personalbedarf ist die Kippgefäßbegichtung, die in Amerika weit verbreitet ist und in neuerer Zeit auch in Europa vielfach angewendet wird. Diese Begichtung erfolgt für jeden Ofen getrennt über einen meist zweitrümmig arbeitenden Schrägaufzug. Das Hochfahren der Kippgefäße, das Entleeren in den drehbaren Trichter, das nach jeder Entleerung folgende Drehen des Trichterdrehwerkes und endlich, nachdem der Trichter nach einer vollen Umdrehung ganz gefüllt ist, das Entleeren des Trichters in den Ofen erfolgen selbsttätig und erfordern nur das Geben des Anfahrkommandos.

Der Antrieb aller vorstehend geschilderten Aufzüge erfolgt in besonders sicherer Weise durch Verwendung der Leonardschaltung. Sie erfüllt in Verbindung mit den notwendigen Abhängigkeits- und Sicherheitseinrichtungen auf verhältnismäßig einfache Weise alle Anforderungen, die für einen guten Ofengang gestellt werden müssen. Das Arbeiten der Aufzüge sowie der jeweilige Stand der Beschickungshöhe in den Öfen wird auch auf elektrischem Wege auf Registrierinstrumente, die für alle Öfen in einer Meßzentrale angeordnet sind, übertragen, so daß der Werksleitung die Möglichkeit der ständigen genauen Überwachung der ordnungsmäßigen Beschickung der Hochöfen erleichtert wird.

In den Stahlwerken ging die Elektrisierung planmäßig weiter, die sich hier in erster Linie auf die Antriebe der Hilfseinrichtungen erstreckt. Zu bemerken ist, daß einige Stahlwerksturbogebläse mit elektrischem Antrieb versehen wurden. An der Stahlerzeugung selbst im elektrischen Ofen nahm die Elektrizität weiterhin mehr Anteil. Es wurden z. B. in Deutschland im vergangenen Jahre rd. 153 000 t Elektrostahl erzeugt bei einer Gesamtstahlerzeugung von 16 300 000 t.

Das Hauptanwendungsgebiet der Elektrizität im Hüttenwerk liegt aber in den Walzwerken. War in den älteren Werken, in denen der Kraftbedarf noch verhältnismäßig gering war, der Gleichstrom vorherrschend, so ging man in Anbetracht der räumlichen Ausdehnung und Größe des Energiebedarfs der heutigen großen Hüttenwerke immer mehr zum Drehstrom über. Allerdings hat sich für die Antriebe der schwersten Walzenstraßen der Gleichstrommotor als der einzig mögliche erwiesen. Seine Energiezufuhr erhält er von besonderen Schwungradumformern in der bekannten Leonard-Ilgner-Anordnung. Um die Walzwerksanlagen besser ausnutzen und die auf einer Walzenstraße erzeugbare Menge steigern zu können, verringerte man die Anzahl der Stiche und Länge der Stichpausen, ging mit den Blockgewichten herauf und verarbeitete den Stahl mit größerer Walzgeschwindigkeit. Infolgedessen steigerte sich der Leistungsbedarf der Walzwerksanlagen erheblich. So wurden eine ganze Reihe von elektrischen Antriebsmotoren für Blockstraßen gebaut und in Betrieb genommen, die ein maximales Drehmoment von 300 bis 330 mt abzugeben in der Lage sind. Da im allgemeinen das auf den schweren Blockstraßen verwalzte Material in der gleichen Hitze auf einer weiteren Walzenstraße fertig verarbeitet wird, mußte man mit der Walzgeschwindigkeit und damit mit der Drehzahl der Motoren höher hinaufgehen. In der Erfüllung dieser Wünsche stiegen die Leistungen der Walzmotoren beträchtlich. Im vergangenen Jahre wurde für eine Blockstraße eines deutschen Hüttenwerkes der größte bisher gebaute Motor in Betrieb genommen, der im endgültigen Betrieb ein Drehmoment von 300 mt bis zu 105 Umdr/min, entsprechend einer Maximalleistung von 32 400 kW, abzugeben in der Lage ist. Hand in Hand hiermit ging die Vervollkommnung der elektrischen Antriebe der Walzwerks-Hilfseinrichtungen, die besonders schwer beansprucht werden. Infolge des gesteigerten Walztempos sind hier oft rd. 2000 Einschaltungen in der Stunde erforderlich. Da bei dem scharf aussetzenden Betrieb diese Motoren in erster Linie durch die Beschleunigungsleistung beansprucht werden, wurden Spezialmotoren mit möglichst geringen Eigenschwungmomenten entwickelt. Das Schalten der Motoren wurde der Willkür des Bedienungspersonals, das bei den kurzen zur Verfügung stehenden Zeiten an sich schon nicht mehr korrekt arbeiten konnte, durch Schaffung selbsttätig arbeitender Schützensteuerungen entzogen. Mit einer derartigen Steuerung wird der Antrieb lediglich durch Geben des Drehrichtungskommandos unter Ausnutzung der vollen Leistungsfähigkeit des Motors in der kürzesten Zeit beschleunigt, wobei durch Verriegelungsschaltungen Überlastungen sicher verhütet werden. Gleichzeitig ergab sich hierbei noch der Vorteil, daß nunmehr einem Mann die Bedienung mehrerer Antriebe zugewiesen werden konnte. Waren z. B. bisher auf der Steuerbühne einer Blockstraße 5 ÷ 6 Mann erforderlich, die im engsten gegenseitigen Zusammenwirken arbeiten mußten, so ist man jetzt in der Lage, mit 2 Mann alle Antriebe einschließlich Walzmotor steuern zu lassen.

In ähnlicher Weise ging man auch bei den schweren Triowalzwerken vor. Bisher wurden derartige stets in einer Richtung laufende Walzenstraßen mit Schwungrädern an der Walze ausgerüstet. Das gab den Nachteil, daß während des Walzens die Drehzahl der Walzen nicht geändert werden konnte. Diese Drehzahl mußte aber mit Rücksicht auf sicheres Fassen beim ersten Stich verhältnismäßig gering gehalten werden, wodurch die maximale Produktion der Straße begrenzt wurde. In Erkenntnis dieser Nachteile hat man daher vielfach das Rad an der Straße weggelassen und als Antriebsmotor einen von einem Schwungradumformer gespeisten Gleichstrommotor verwendet. Bei derartig angetriebenen Straßen läßt sich dann ohne weiteres die Drehzahl von Stich zu Stich und auch während des Walzens regeln und bis auf den jeweils höchst möglichen Wert steigern, wodurch die Produktion derartiger Straßen beträchtlich gesteigert wird. Im Gegensatz hierzu löste man in Amerika die Fertigwalzwerke auf. Während in Deutschland meist ein Strang mit mehreren Gerüsten nebeneinander von einem gemeinsamen Motor angetrieben wird, gab man dort jedem einzelnen Gerüst einen besonderen Antrieb, dessen Drehzahl dem auf dem betreffenden Walzgerüst zu verarbeitenden Materialzustand angepaßt ist. Hierdurch wird ebenfalls eine ganz beträchtliche Produktionsteigerung erzielt.

Eine weitere bemerkenswerte Verbesserung der Walzwerksanlagen ergab sich durch die in Amerika erfolgreich durchgeführte Herstellung von Blechen auf kontinuierlichen Walzenstraßen. Im letzten Jahre wurden dort mehrere derartige Straßen in Betrieb genommen.

Bei den mittleren und kleineren Triostraßen hat man jedoch das Schwungrad an der Straße gelassen, da bei diesen Straßen die Regelmöglichkeit während des Walzens weniger Vorteile bringt. Günstige Anordnungen wurden dadurch getroffen, daß man an Stelle des direkten Antriebs zwischen Motor und Walzenstraße eine Zahnradübersetzung einbaute. Hierbei wurden mit Erfolg die Schwungmassen auf der schnellaufenden Motorwelle angeordnet, wodurch sich leichte und kleine Räder ergaben.

Infolge des stark wechselnden Walzprogramms müssen Fertigstraßen vielfach in weiten Grenzen regelbar sein, wobei die Drehzahl je nach dem Walzprofil eingestellt wird. Während des Walzens selbst braucht der Motor dann nur mit der Belastung stark abzufallen, um das Schwungrad zur Energieabgabe heranzuziehen. Als Antriebsmotoren werden Doppelschluß-Gleichstrommotoren mit Speisung durch Umformer und Asynchronmotoren mit Regelsätzen verwendet, mit denen verlustlos die gewünschte Drehzahl eingestellt werden kann. Sowohl Gleichstrom- wie auch reine Drehstromregelsätze wurden zahlreich ausgeführt.

Bei Antrieben, die keine Regelung erfordern, sondern lediglich bei Belastung stark schlüpfen müssen, wurden für die Asynchronmotoren Hintermaschinen entwickelt, die an die Welle der Vordermaschine die sonst in Widerständen in Wärme umgesetzte Schlupfenergie wieder zurückgeben.

Sowohl durch die Regelsätze wie auch die Hintermaschinen zur Schlupfrückgewinnung wird die Phasenverschiebung der Motoren wesentlich verbessert. Wenn auch im allgemeinen im Hüttenwerk die Frage der Phasenverbesserung eine weniger bedeutende Rolle spielt, so wurde doch bei kleineren Betrieben ohne eigene Zentrale dieser Frage volle Aufmerksamkeit gewidmet und wirtschaftlich arbeitende Lösungen gefunden. Bekanntlich erfolgt die Erzeugung der Blindleistung mit Rücksicht auf Anschaffungs- und Betriebskosten am günstigsten gleichzeitig mit der Wirkleistung zusammen. Infolgedessen legte man in einzelnen Fällen die asynchronen Antriebsmotoren von Umformern oder Walzenstraßen, die keine Drehzahlregelung erfordern, ihrer Typenleistung nach größer als für den Antrieb erforderlich aus und gab ihnen eine Drehstromerregermaschine. Mit einer solchen Anordnung erfolgt die Erzeugung der Blindleistung in der wirtschaftlich günstigsten Weise. Es konnte mitunter schon mit einem einzigen Antrieb der Leistungsfaktor des ganzen Werkes erheblich verbessert werden.

Auch für die kleinsten Walzwerke, die Kaltwalzwerke, wurden beachtliche Neuerungen geschaffen. Es wurden Schaltungen für die getrennten Antriebe der Walzen und der Haspel ausgeführt, die bei weitestgehender Drehzahlregelung ein sicheres Arbeiten des gesamten Antriebes und Steigerung der Produktion gewährleisten.

Große Beachtung hat in der Hüttenindustrie die Verwertung des Stromes zum Heizen von Öfen gefunden. Eine große Anzahl von elektrisch beheizten Öfen zur Materialveredelung wurden gebaut und in Betrieb genommen. Besondere Beachtung verdienen hierunter die Blankglühöfen, in denen die Glühung in einer Schutzgasatmosphäre erfolgt. Es ist zu erwarten, daß auch auf diesem Gebiete der Erfolg nicht ausbleiben wird und die Elektrotechnik in gleicher Weise wie auf dem Gebiet der Kraftversorgung hervorragenden Anteil nimmt, die Wirtschaftlichkeit der Betriebe zu erhöhen. Ferdinand Müller.

Die Entwicklung des Kurzschlußschutzes in den 110 kV-Leitungsanlagen der Bayernwerk A. G.*

Von Dipl.-Ing. **Adolf Schmolz,** München.

Übersicht. Es wird der im Jahre 1923 entwickelte Selektivschutz des Bayernwerkes kritisch betrachtet. Auf Grund von theoretischen Überlegungen und praktischen Versuchen werden die Forderungen aufgestellt, die ein neuzeitlicher Selektivschutz zu erfüllen hat. Praktische Ausführungen derartiger neuer Schutzrelais werden beschrieben.

Die Forderung einer unbedingten Betriebsicherheit der Bayernwerksanlagen, insbesondere auch der 110 kV-Fernleitungen, mußte namentlich deshalb immer so dringend erhoben werden, weil sich der Aufgabenkreis des Bayernwerkes infolge des immer mehr steigenden Energieumsatzes von Jahr zu Jahr vergrößerte. Es mußte daher eifrig danach gestrebt werden, eine zuverlässige Sicherheit für die Fernstromversorgung nachzuweisen und damit die Gegner dieses Gedankens davon zu überzeugen, daß die Technik imstande ist, dieses Problem zu lösen. Neben der Erhöhung der mechanischen Sicherheit der Leitungen — selbstverständlich in den entsprechenden wirtschaftlichen Grenzen — mußten Mittel und Wege gesucht werden, um bei Störungen auf den Leitungsstrecken selbst Betriebsunterbrechungen oder gar Betriebszusammenbrüche unter allen Umständen zu verhindern.

Die im Betrieb von Überlandwerken gesammelten Erfahrungen haben bereits zur Genüge die störenden Einflüsse von Gewittern und Rauhreif dargetan. Gerade die atmosphärischen Einwirkungen sind es, welche die Anlagen so kräftig beanspruchen können, daß Erd- oder Kurzschlüsse unvermeidlich sind. Die Hauptaufgabe der Technik ist daher in Erkenntnis der Wichtigkeit dieser Vorgänge, die auftretenden Störungen so rasch als möglich unter Benutzung von einwandfreien Schutzsystemen einzugrenzen.

Der Betrieb von ausgedehnten Drehstromnetzen erfordert grundsätzlich zwei Arten von Schutzsystemen:

1. den Erdschlußschutz und
2. den Kurzschlußschutz.

Der im Netz des Bayernwerkes im Jahre 1923 eingebaute Erdschlußschutz sollte so arbeiten, daß bei Auftreten eines Erdschlusses auf einer Leitung das kranke Leitungstück zwischen zwei Umspannwerken sofort abgeschaltet wird. Man hat jedoch aus zwingenden Gründen diesen Weg verlassen. Zur Kompensation des Erdschlußstromes und zur Löschung der Lichtbogen bei auftretenden Erdschlüssen wurden schon im Jahre 1923 in verschiedenen Umspannwerken Erdschlußspulen nach dem System der Resonanz- bzw. Dissonanzabstimmung aufgestellt, die so bemessen waren, daß der Netzbetrieb im Erdschluß bis zu 2 h aufrechterhalten werden konnte. Die Abschaltung des kranken Systems war aus betrieblichen Gründen im Interesse der Abnehmer nicht immer erwünscht, und man war manchmal froh, wenn dies so lange als angängig verzögert werden konnte. Dieser Umstand veranlaßte das Bayernwerk, die Abschaltung des Erdschlusses durch Relais aufzugeben. An deren Stelle wurden in den einzelnen Stationen für jede abgehende Leitung hochempfindliche Fallklappenrelais eingebaut, die auch noch auf Erdschlußwischer[1] von 1 ÷ 2 Per. Dauer ansprechen (Abb. 1). Diese Relais sind richtungsabhängig, so daß bei Auftreten eines Erdschlusses in den einzelnen Umspannwerken nur diejenigen Klappen fallen dürfen, die auf die Fehlerstelle hinweisen. Die Untersuchung über diese Art von Erdschlußerkundung bzw. Erdschlußeingrenzung kann noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Die Konstruktion der Relais ist gut, jedoch wird ihre Wirkungsweise durch die kapazitive Unsymmetrie der Leitungen stark beeinträchtigt. Arbeiten, diesen Mangel zu verbessern, sind im Gange.

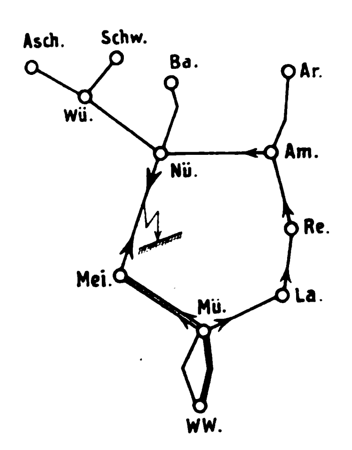


Abb. 1. Wirkungsweise der Erdschlußanzeige.

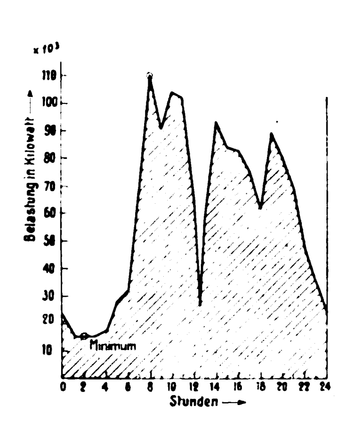


Abb. 3. Tagesbelastungsdiagramm des Bayernwerknetzes in früherer Zeit.

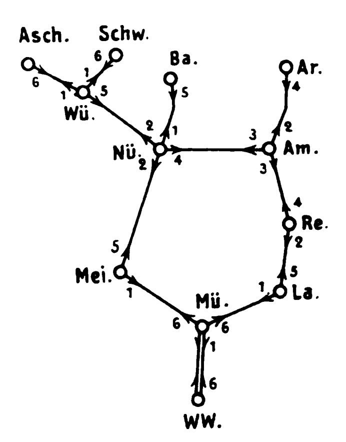


Abb. 4. Gegenläufige Zeitstaffelung.

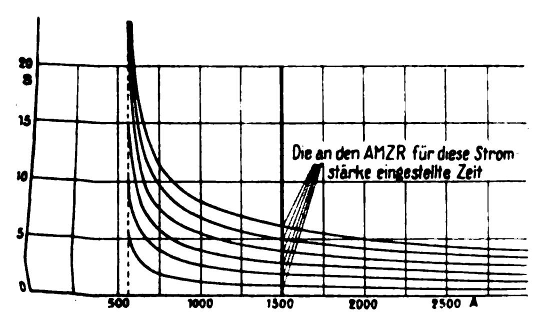


Abb. 2. Zeitabhängiger Überstromschutz.

Wichtiger als die Frage nach der Form und Ausgestaltung des Erdschlußschutzes ist die Durchbildung des Kurzschlußschutzes. Die bei auftretenden Kurzschlüssen am Fehlerort fließenden hohen Ströme, welche gerade bei ausgedehnten Überlandnetzen infolge der großen Zentralenleistungen verheerende Folgen mit sich bringen können, müssen innerhalb kürzester Zeit durch den Schutz beseitigt werden. Die technische Lösung besteht in der Abschaltung der kranken Leitung vom übrigen Netz.

Im allgemeinen hatte früher die Auffassung vorgeherrscht, daß höhere Abschaltzeiten in der Größenordnung von etwa 8 ÷ 10 s dem Betrieb nicht hinderlich sein könnten. Für den Betrieb von großen Hochvoltnetzen

* Vortrag, gehalten in der Sitzung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen am 23. XI. 1927 in Ulm a. D.


[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1263, 1926, S. 1461.

muß man heute einen anderen Standpunkt einnehmen. Bei geringem Maschineneinsatz und großem Netz wird während einer Zeit von 8 ÷ 10 s das die Netzkraftwerke zusammenhaltende synchronisierende Moment der Generatoren so sinken, daß nach erfolgtem Ansprechen und Auslösen des Schutzes die Maschinen der einzelnen Kraftwerke außer Tritt fallen, wodurch ein völliger Betriebszusammenbruch unvermeidlich ist. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die kritische Zeit, innerhalb deren die Auslösung von Schaltern unbedingt erfolgen muß, um das Außertrittfallen der parallelen Netzkraftwerke zu vermeiden, höchstens 3 s betragen darf. Diese Tatsache, zu der früher angestellte Erwägungen nicht geführt hatten, zog der Brauchbarkeit des im Jahre 1923 im Netz des Bayernwerkes eingebauten Selektivschutzes eine scharfe Grenze.

Die seinerzeitigen Untersuchungen im Jahre 1922 hatten zu dem Ergebnis geführt, als Kriterium für das Ansprechen des Kurzschlußschutzes den „Überstrom" anzusehen. Da aber bei großen Netzen stets mehrere Ölschalter in Reihe liegen, so sah man sich gezwungen, einen weiteren Faktor zu Hilfe zu nehmen, und zwar die „Zeit". So entstand der z e i t a b h ä n g i g e Ü b e r s t r o m s c h u t z. Seine Charakteristik zeigt Abb. 2. Die durch den Impuls des stromabhängigen Systems in Zusammenhang mit der Zeit erzeugten Kurven weisen eine anfänglich stark fallende, allmählich aber flacher werdende Tendenz auf. Die Stromstärken, deren Größen für die einzustellenden Zeiten bestimmend sind, ergeben sich aus den maximalen Betriebströmen; da Überlastungen von Leitungstrecken hierbei berücksichtigt werden müssen, werden die Einstellstromstärken noch mehr in die Höhe geschraubt. Gerade in diesen Bedingungen liegt eine Gefahr, welche die Brauchbarkeit des abhängigen Überstromschutzes beeinträchtigt.

Bei der Wahl dieses Prinzips für das Schutzsystem war der Grundgedanke vorherrschend, daß der Kurzschlußstrom stets einen größeren Wert als der größte Betriebstrom erreicht. Natürlich ist diese Auffassung richtig, wenn die eingesetzte Maschinenleistung während 24 h möglichst konstant bleibt. Bei der Projektierung des Schutzes mußte daher auf die Eigenart des Stromverbrauches im Bayernwerknetz besonders Rücksicht genommen werden. Aus Abb. 3 sind die schroffen B e l a s t u n g s s c h w a n k u n g e n eines Werktages früherer Zeit deutlich erkennbar. Die 24stündige Grundbelastung lag infolge des Mangels an angeschlossenen Dauerbetrieben in einer Höhe von nur rd. 15 000 kW. Diese minimale Last trat während der Nacht etwa von $1^{h} \div 5^{h}$ auf. An den Samstagnachmittagen und Sonntagen behielt sie den obigen Wert längere Zeit bei. Die Höchstbelastung des Netzes betrug dagegen rd. 110 000 kW. Daraus resultierte ein Belastungsverhältnis zwischen Tag und Nacht von rd. 7,5 : 1. Unter diesen Umständen war es schwierig, die Frage zu lösen: Auf welche Stromstärke soll das zeitabhängige Überstromrelais eingestellt werden? Heute hat sich das Belastungsverhältnis zwischen Tag und Nacht auf den Wert 4 : 1 verbessert.

Während der Zeit geringer Stromabnahme ist der Wert des Überstromprinzips überhaupt hinfällig, da die wenigen Generatoren zum größten Teil durch die Netzkapazität erregt werden. Die Fremderregung der Generatoren geht in Eigenerregung über mit dem hinsichtlich der Verwendbarkeit des Schutzes folgenschweren Ergebnis, daß bei einem auftretenden Kurzschluß die Netzkapazität teilweise oder, wenn dreiphasig, vollkommen zusammenbricht und infolgedessen die Erregung der Maschinen verschwindet. Die natürliche Folgeerscheinung ist das Fehlen von Spannung und Strom, weshalb nach Abklingen des Stoßkurzschlußstromes ein Dauerkurzschluß sich nicht aufrechterhalten kann. Das Überstromrelais wird in solchen Fällen, wenn es auf eine hohe Ansprechstromstärke eingestellt ist, überhaupt nicht betätigt werden. In Anlagen mit großem Lastschwankungsverhältnis zeigt sich eben eine weitgehende Überlappung zwischen Betriebs- und Kurzschlußstrom. Da jedoch mit den genannten Relais diesen Betriebserfordernissen nicht Rechnung getragen werden konnte, so erscheinen sie für die Zwecke des Bayernwerkes ungeeignet.

Ein weiteres Problem des Selektivschutzes war die Erfüllung der Forderung, daß nur die der Kurzschlußstelle zunächst liegenden Ölschalter auslösen durften. Dies wurde dadurch erreicht, daß die Überstromrelais in Verbindung mit E n e r g i e - R i c h t u n g s r e l a i s gebracht wurden. Diese Richtungsrelais verfolgten den Zweck, nur die dem Kurzschlußort zugewendeten Überstromrelais freizugeben, wobei der Kurzschlußstromfluß die Richtung weisen sollte. Diese infolge der Wahl des genannten Schutzes notwendig gewordene Anordnung brachte im Bayernwerk-R i n g eine unangenehme Erweiterung mit sich. Zur Beherrschung der Kurzschlüsse im Bayernwerkring mußte eine g e g e n l ä u f i g e Z e i t s t a f f e l u n g eingeführt werden (Abb. 4). Dadurch wieder wurde es notwendig, daß im Ring Auslösezeiten bis zu 6 s in Kauf genommen werden mußten. Wenn man bedenkt, daß das synchronisierende Moment höchstens 3 s durch den Kurzschluß unterbrochen werden darf, falls die einzelnen Maschinen in Tritt bleiben sollen, so bedeutet bereits die Wahl von maximal 6 s Auslösezeit einen schwerwiegenden Fehlgriff, der wohl der damaligen noch nicht klaren Erkenntnis der Beherrschung von Kurzschlüssen in großen Überlandnetzen bei Einsatz geringer Maschinenleistung zugeschrieben werden muß.

Abgesehen von der Größe des Kurzschlußstromes ist für das richtige Ansprechen der gegenläufigen Zeitstaffelung das Vorhandensein nur e i n e s S p e i s e p u n k t e s Grundbedingung. Nun ist aber für die Energieversorgung großer Gebiete mit Rücksicht auf die ständige, sichere Zurverfügungstellung der benötigten Energie der Ausgleich von Wasser- und Kohlenstrom von größter Wichtigkeit. Diese Forderung trifft auch beim Bayernwerk zu. Es war aus diesem Grunde nicht zu umgehen, daß außer dem bisher angenommenen Speisepunkt Karlsfeld auch noch andere Ringspeisepunkte gebildet wurden. Hierdurch wurde naturgemäß die Wirkungsweise der Zeitstaffelung so stark beeinträchtigt, daß von einem sicheren Schutz nicht mehr gesprochen werden konnte. — Aus den gegebenen Darlegungen folgt, daß das Überstromprinzip den Anforderungen des Betriebes nicht gerecht werden konnte. Die zum Teil g e r i n g e n K u r z s c h l u ß s t r ö m e, d i e l a n g e n A b s c h a l t z e i t e n und das Vorhandensein m e h r e r e r S p e i s e p u n k t e bewirkten teils Nichtauslösungen, teils Fehlabschaltungen, die den Betrieb, zum Glück nur in vereinzelten Fällen, störten. Es möge bei der Feststellung dieser Tatsachen darauf hingewiesen sein, daß auf Grund der Statistik die absolute Zahl der Kurzschlußstörungen auf den 110 kV-Leitungsanlagen als sehr klein bezeichnet werden kann.

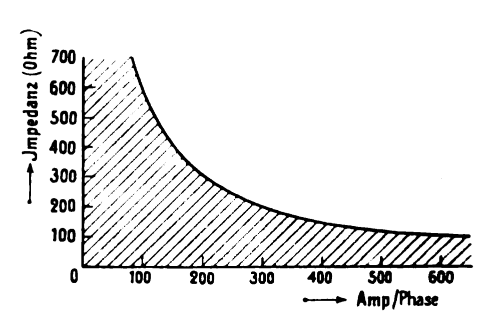


Abb. 5. Betriebsimpedanz als Funktion des Stromes.

Die ungünstigen Erfahrungen, die das Bayernwerk mit dem eingebauten Überstromschutz gemacht hatte, stellten es vor die Aufgabe, nach einem n e u e n Schutz zu forschen, der vor allem den besonderen Bedingungen des Bayernwerknetzes zu genügen imstande war. In erster Linie galt es, unter Berücksichtigung der festgestellten Mängel, das diesen Forderungen gerecht werdende Grundprinzip, d. h. das Kriterium für eine jederzeit richtige Auslösung zu finden. Nachdem die weitere Verwendung des Überstromprinzips hinfällig geworden war, wurde die Verwertung des S p a n n u n g s z u s a m m e n b r u c h e s beim Kurzschluß als Kriterium studiert. Hier trat jedoch die Schwierigkeit der Festsetzung der Spannungsgrenze, die den Schutz zur Auslösung freigeben sollte, in den Vordergrund. Bei langen Leitungen und großen Kurzschlußströmen kann die Kurzschlußspannung am Auslöseort so groß bleiben, daß sie wenig unter oder sogar über der untersten Grenze der normalen Spannung liegen kann. Ähnlich wie beim Überstrom überlappen sich hier Betriebs- und Kurzschlußspannung. Man wird wiederum vor die schwierige Frage gestellt: Bei welcher Spannung soll der Schutz ansprechen? Ein zuverlässiges Kriterium für die Erfassung des Fehlerortes bietet diese Art des Schutzes demnach ebensowenig wie das Überstromprinzip.

Nachdem also weder Strom noch Spannung als Grundlage für einen sicheren Schutz in Betracht kommen konnten, wurden erneut systematische Untersuchungen in theoretischer und praktischer Hinsicht angestellt. Sie führten schließlich zu der Erkenntnis, daß nur eine Kombination von Strom und Spannung zu einem aussichtsreichen Ziele

führen würde. Das Ergebnis war die Einführung des Verhältnisses: Spannung dividiert durch Strom, ein Ausdruck, der für den Normalbetrieb mit dem Begriff Betriebsimpedanz bezeichnet wird. Aus Abb. 5 ist die Kurvenform der Betriebsimpedanz — eine Hyperbel — in Abhängigkeit vom Betriebstrom zu ersehen. Entsprechend ihrer Charakteristik erreicht sie beim Maximum des Stromes ihren kleinsten Wert, vorausgesetzt, daß die Spannung konstant ist.

Im Bayernwerknetz betragen zur Zeit unter der Annahme einer Höchstleistung von etwa 40 000 kVA auf einer Ringhälfte der zugehörige Phasenstrom rd. 250 A und die Betriebsimpedanz 240 Ω. Fällt eine Ringleitung aus irgendwelchen Gründen aus, so sinkt die Impedanz unter Berücksichtigung der genannten Belastungsverhältnisse auf den geringsten Wert von 120 Ω. Da betrieblich auch größere Impedanzwerte möglich sind, so kommt die zwischen den Koordinaten und der Kurve liegende Fläche für die Bemessung und Durchbildung des Schutzes in Frage. Bei Auftreten eines Kurzschlusses bricht die Betriebsimpedanz an der Kurzschlußstelle zusammen, die Spannung wird Null und der Betriebstrom geht in den Kurzschlußstrom über. Bei der Untersuchung der Kurzschlußimpedanz muß nun aber die Leitungstrecke zwischen Relais und Fehlerort berücksichtigt werden; denn bereits am nächsten Ölschalter erreicht diese Kurzschlußgröße einen bestimmten Wert. Sie ist eine proportionale Funktion der Entfernung der Fehlerstelle vom Relais; ihr Höchstwert enspricht der größten Entfernung zwischen zwei Stationen. Die aus dem Ohmschen und induktiven Widerstand errechnete spezifische Impedanz beträgt bei einer Kupferleitung des Bayernwerkringes 0,42 Ω. Für die längste Leitungstrecke des Bayernwerknetzes errechnet sich demnach ein Wert von 45 Ω, der nahezu identisch ist mit der Reaktanz dieser Leitungstrecke.

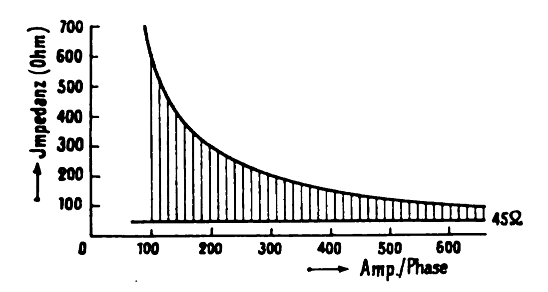


Abb. 6. Betriebs- und Kurzschlußimpedanz als Funktion des Stromes.

Aus Abb. 6 geht die Kurvenform der größten Kurzschlußimpedanz in Abhängigkeit vom Strom hervor, dargestellt durch eine Gerade. Die Kurzschluß- und Betriebsimpedanz nähern sich mit wachsendem Strom immer mehr. Das Maß der Näherung beider Grenzkurven ist ausgedrückt durch den Quotienten zwischen Kurzschluß- und Betriebsimpedanz. Der geringste Verhältniswert liegt bei einem im Bayernwerknetz maximal vorhandenen Betriebstrom von 500 A und beträgt $\frac{1}{2{,}7}$.

Bei einem auftretenden Kurzschluß wird die dem augenblicklichen Betriebstrom zugehörige Betriebsimpedanz um den dazu gehörigen Wert verkleinert; sie muß also einen Vertikalwert zwischen dieser und der Kurzschlußimpedanz durchlaufen. Dieser Vorgang, der Zusammenbruch der Betriebsimpedanz, ist geeignet, zum Ansprechen eines Schutzsystems herangezogen zu werden. Irgendwo zwischen den beiden Kurven der Betriebs- und Kurzschlußimpedanz muß nun die Relais-Ansprechkurve liegen, deren Ordinaten die Ansprechwerte ergeben. Nachdem das kleinste Verhältnis 1 : 2,7 beträgt, ist für die Ansprechkurve genügend Sicherheit gegenüber zu starker Annäherung an die Grenzkurve vorhanden. Das bemerkenswerteste Ergebnis dieser Untersuchungen ist darin zu sehen, daß im Gegensatz zum Überstrom- und Spannungszusammenbruch-Prinzip eine Überlappung der Grenzwerte nicht mehr eintritt, im Gegenteil: es ist hier ein ausreichender Verhältnisfaktor vorhanden. Abb. 7 gibt die ungefähre Lage der Ansprechkurve wieder. Wie weit sie über die Gerade der Kurzschlußimpedanz gehoben werden soll, wird in einem anderen Zusammenhang erläutert werden.

Mit der Festlegung der auf den bisherigen Überlegungen aufgebauten Kurven sind jedoch die Schwierigkeiten, die sich einem einwandfreien Anlauf der Relais entgegenstellen, noch nicht behoben. Das Auftreten eines Kurzschlusses wird bekanntlich in den weitaus meisten Fällen durch die Entstehung eines Lichtbogens verursacht. Der Lichtbogen beeinflußt die Durchbildung der Relais so stark, daß er unter keinen Umständen vernachlässigt werden darf. Brauchbare Versuchsergebnisse über

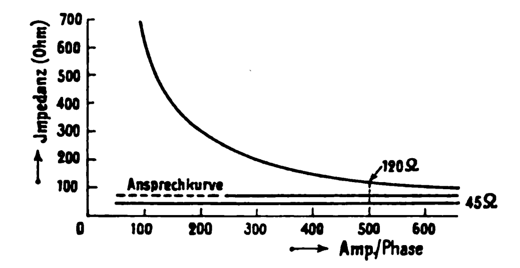


Abb. 7. Ansprech- und Grenzkurven als Funktion des Stromes.

seine Form und Größe lagen nicht vor. So sah sich das Bayernwerk gezwungen, in umfangreichen Vorversuchen sich mit der Klärung der Lichtbogenfrage zu beschäftigen, wobei als unbedingte Voraussetzung die genaue Nachahmung von praktischen Betriebsvorgängen gefordert wurde. Das wichtigste Ergebnis dieser Versuche besteht in der Feststellung, daß der Lichtbogenwiderstand einen fast reinen Ohmschen Charakter trägt. Seine Größe schwankt zwischen 100 und 200 Ω. Bei steigender Stromstärke nimmt der Widerstand beträchtlich ab. Da er aber gerade bei kleinen Strömen große Werte annimmt, so muß er zur Kurzschlußimpedanz hinzugerechnet werden. In Abb. 8 zeigt die schraffierte Fläche das Ansteigen des Lichtbogenwiderstandes mit abnehmendem Strom. Bei Stromstärken über rd. 200 A ist sein Einfluß gegenüber den Kurzschlußimpedanzen der Bayernwerk-Leitungen zu vernachlässigen.

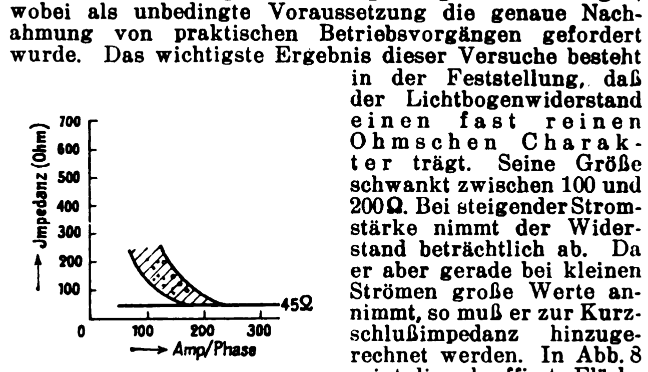


Abb. 8. Lichtbogenwiderstand als Funktion des Stromes.

Die Versuchsergebnisse der Messung des Lichtbogenwiderstandes führten zu der Folgerung, die Relaisansprechkurve so zu heben, daß sie die Werte des Lichtbogenwiderstandes oder, bildlich gesprochen, die schraffierte Fläche umhüllt. Dann entsteht die in Abb. 9

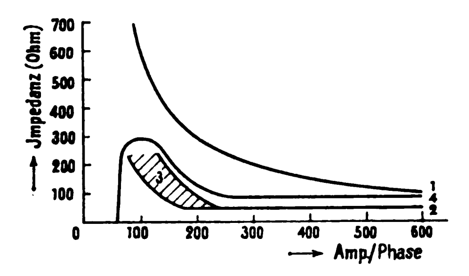


Abb. 9. Betriebs-, Kurzschluß- und Ansprechimpedanz als Funktion des Stromes.

wiedergegebene Ansprechkurve mit den bei kleinen Stromstärken vergrößerten Ansprechimpedanzwerten. Glücklicherweise sind an diesen Stellen die Werte der Betriebsimpedanz so groß, daß eine Überlappung oder auch nur gefährliche Annäherung der Kurven nicht eintreten kann. Eine Zusammenstellung der in Betracht kommenden Kurven zur besseren Gesamtbeurteilung zeigt dieses Bild außerdem. Kurve *1* mit den höchsten vorkommenden Werten gibt die Betriebsimpedanz als obere Grenzkurve wieder. Die Gerade *2*, unabhängig vom Strom, bezeichnet die Kurzschlußimpedanz. Die mit wachsendem Strom stark abfallende schraffierte Fläche *3*, die in die Gerade der Kurzschlußimpedanz einmündet, umfaßt die Lichtbogenwiderstände. Endlich verläuft zwischen

diesen Kurven die in dieser Form erwünschte Ansprechkurve 4.

Man unterscheidet bei einer Ölschalterauslösung durch ein Relais zwei zeitlich aufeinanderfolgende Vorgänge:

1. den durch den Kurzschluß an das Relais gegebenen Impuls, bezeichnet als Anlauf;
2. die zeitabhängige Betätigung des Ölschalters, bezeichnet als Ablauf.

Beide Vorgänge sind in ihren technischen Voraussetzungen voneinander völlig verschieden. Die Ansprechkurve des Anlaufes wurde, wie schon ausgeführt, nach Impedanzwerten durchgebildet. Es könnte nunmehr die Frage auftauchen: wie wird der Ablauf ausgebildet, und wäre es nicht aus verschiedenen Gründen zweckmäßiger, für den Anlauf eine Reaktanzabhängigkeit einzuführen? Wenn man jedoch kurz die Eigenschaften der Betriebsreaktanz kritisch betrachtet, so gelangt man schließlich zu dem Ergebnis, daß sie im Zusammenhang mit dem Stromfluß in einem Abhängigkeitsverhältnis zum Leistungsfaktor der Leitung steht. Nachdem letzerer aber induktiv, 1 oder kapazitiv sein kann, wird die Reaktanz positiv, Null oder negativ. Das Vorhandensein des $\cos\varphi$ gestaltet die Verhältnisse so schwierig, daß an eine Verwendung der Betriebsreaktanz für den Anlauf nicht gedacht werden darf. Es ist nämlich zu bedenken, daß die Betriebsimpedanzkurve beim Ersatz durch die Kurve der Betriebsreaktanz um so stärker in ihrer Lage zum Koordinatensystem gehoben wird, je mehr sich der Leistungsfaktor der Größe 1 nähert. Dadurch wechselt das Verhältnis zwischen den Werten der Betriebsreaktanz und der Ansprechlinie trotz der Konstanz des Scheinstromes ständig; eine fest fixierte Lage ist nicht vorhanden. Die durch den Einfluß des $\cos\varphi$ erzeugte Verwirrung in der Kurvenlage bei Anwendung eines Reaktanzanlaufes gibt Abb. 10 wieder. Man beobachtet hier keine Linie mehr, sondern eine Fläche, die für die Reaktanzwerte maßgebend ist. Aus diesen Gründen konnte für den Anlauf der Relais nur ein impedanzabhängiges System in Anwendung gebracht werden.

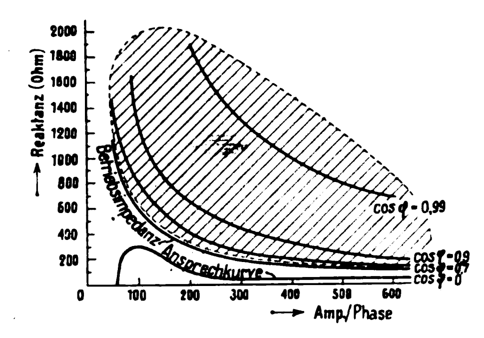


Abb. 10. Reaktanz als Funktion des Stromes.

An früherer Stelle wurde bereits erläutert, daß die Entfernung des Fehlerortes von den Ölschaltern, die das schadhafte System abschalten müssen, eine große Rolle spielt; denn nur durch die Berücksichtigung dieses Umstandes wird erst die unbedingte Selektivität erreicht. Der Ablauf ist daher eine Funktion der Widerstandschleife. Würde in diesem Falle die Impedanz der in Frage stehenden Leitungstrecke als maßgebend für den Ablauf zugrundegelegt, so würde der Lichtbogenwiderstand je nach seiner Natur zu großen Schwankungen der Widerstandsgröße Anlaß geben. Die Ablaufzeiten würden nicht mehr in festem Zusammenhang mit der Fehlerortsentfernung stehen, sondern durch den Einfluß des Ohmschen Widerstandes des Kurzschlußlichtbogens verzerrt werden. Diesem Übelstand kann nur dadurch abgeholfen werden, daß statt der Impedanz die Reaktanz der Widerstandschleife die Regelung des Ablaufes übernimmt.

Die Einstellung eines nach den vorstehenden theoretischen und praktischen Untersuchungsergebnissen gebauten Schutzes muß verschiedenen Netzbedingungen entsprechen. Vor allem ist es wichtig, den Umfang des Schutzbereiches zu diskutieren. Wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß der Kurzschlußschutz jeweils nur das anschließende Leitungsystem schützen soll, so ist es nicht schwierig, die Ansprechkurve zwischen die Betriebs- und Kurzschlußimpedanz zu legen. Falls jedoch unter der Annahme, daß auch Relaisversager ausnahmsweise vorkommen können, der Ansprechbereich für eine Beherrschung mehrerer Leitungstrecken vorgesehen wird, so rückt die Kurve der Kurzschlußimpedanz zu nahe an den Ansprechwert heran. Diese Gefahr wird noch durch das Vorhandensein von Transformatoren vergrößert. Sie können bei der Wahl der richtigen Relaiseinstellung als Leitungen von bestimmter Länge je nach ihrem Größenverhältnis aufgefaßt werden. Z. B. ist der Widerstandswert eines Großtransformators der Bayernwerktype von 16000 kVA gleich einer Leitungslänge von etwa 150 km; dies ergibt eine Impedanz von rd. 60 Ω, welche zu der Kurzschlußimpedanz hinzuzurechnen ist. Bei Parallelschaltung mehrerer Transformatoren sinkt dieser Wert entsprechend. Durch die Zuschaltung von Transformatoren, deren resultierender Widerstandswert sich je nach den Schaltmaßnahmen ändert, können also Schwierigkeiten verschiedener Natur auftreten. Steigt der zusätzliche Kurzschlußimpedanzwert zu stark, so liegt unter Umständen die Grenzkurve über dem Ansprechwert. Eine Auslösung der Relais kann dann nicht eintreten. Der andere Fall kann sich dagegen so auswirken, daß bei Parallelschaltungen mehrerer Transformatoren ein Kurzschluß auf der Niedervoltseite durch den Hochvoltschutz abgeschaltet wird, ein Vorgang, der aus Betriebsgründen nicht zugelassen werden soll. Als wirksame Gegenmaßnahmen können angeführt werden:

1. Die Impedanzdifferenz zwischen Ansprechkurve und unterer Grenzkurve soll mindestens 50 % betragen.
2. Auf der Niedervoltseite soll dasselbe Schutzsystem eingebaut werden, wie es im Vorangegangenen für die Hochvoltseite entwickelt wurde.

Der Vorschlag unter 2. stellt hinsichtlich der Kosten eine strenge Forderung dar. Anderseits gehen aber die technischen Eigenschaften zwischen der Wirkungsweise des eben behandelten Schutzes und des auf der Niedervoltseite der Transformatoren meist eingebauten Maximalschutzes so weit auseinander, daß Fehlauslösungen nicht zu vermeiden sein werden. Es ist zu berücksichtigen, daß die maximale Zeiteinteilung dieses Schutzes bis zu 6 s und darüber beträgt. Innerhalb dieser Zeit hat ein den heutigen Anforderungen entsprechender Schutz auf der Hochvoltseite bereits ausgelöst. Die weiteren Untersuchungen, welche das Bayernwerk gegenwärtig anstellt, werden wohl auch hier bald die Wahl der richtigen Anordnung ergeben.

Im Anschluß an diese Darlegungen möchte ich noch kurz die Frage des Doppelerdschlusses streifen. Aus Gründen der Aufrechterhaltung des Betriebes stellt das Bayernwerk die Forderung, daß bei einem Doppelerdschluß nur einer der Erdschlüsse durch den Schutz beseitigt werden darf. Der andere Erdschluß wird erst, wie bereits eingangs ausgeführt, nach Auffindung des Fehlerortes bzw. nach Inbetriebsetzung von Reserveanlagen von Hand abgeschaltet. Diese Maßnahme ist deshalb möglich, weil im Netz des Bayernwerkes Erdschlußkompensation durch Resonanz- bzw. Dissonanzspulen vorhanden ist. Die Untersuchungen über die sichere Wirkung des neuen Kurzschlußschutzes bei Doppelerdschlüssen sind jedoch noch im Gange und versprechen eine zweckmäßige Lösung.

Das vom Bayernwerk auf die geschilderte Weise entwickelte Verfahren wurde mit dem Namen Doppeldistanzschutz bezeichnet und zum Patent angemeldet. Neben den eingehenden theoretischen Untersuchungen wurden auch in der Praxis durch Kurzschlußversuche im Netz Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit des Schutzsystems geprüft. Die zwei Firmen AEG und S & H hatten in Zusammenarbeit mit dem Bayernwerk unter Zugrundelegung der aufgestellten Grundsätze Apparaturen für derartige Relais angefertigt und mit ihnen in ihren Laboratorien interne Versuche angestellt. Zur Nachprüfung der Laboratoriumsergebnisse, und um die Brauchbarkeit für den Betrieb weiter zu erforschen, wurde den Firmen vom Bayernwerk Gelegenheit gegeben, ihre Relaiskonstruktionen bei Abhaltung der Netzkurzschlußversuche praktisch auszuproben. Derartige Versuche großen Stiles wurden durchgeführt im Juli 1926, im März und Oktober 1927. Die Versuche im Juli 1926 behandelten die Prüfung der von S & H und AEG entwickelten Relais. Die allgemeine Schaltanordnung im Netz des Bayernwerkes geht aus Abb. 11 hervor. Die Kurzschlußstelle beliefert ein Generator des Walchenseewerkes über den Bayernwerk-Oststrang mit einer Leitungslänge von rd. 330 km. Die Kurzschlüsse selbst wurden im Umspannwerk Arzberg eingeleitet. Außer im Umspannwerk Arzberg waren noch Relais in den Umspannwerken Regensburg und Amberg eingebaut. Durch die Relaisaufstellung in mehreren Sta-

tionen war die Möglichkeit gegeben, das Verhalten des Schutzes umfassender kennen zu lernen. Die Anordnung wurde deshalb so gewählt, um den Betrieb mit geringem Maschineneinsatz und großer kapazitiver Erregung (entsprechend dem Nacht- und Sonntagsbetrieb) nachzuahmen. Gerade bei diesem Zustande herrschen die schwierigsten Bedingungen für die zu prüfenden Relais. Bei diesen Versuchen handelt es sich auch darum, zum erstenmal Ergebnisse über die Charakteristik von Kurzschlußlichtbogen

Versuchsleitung
Oszillographen
Arzberg
Amberg
Regensburg
Landshut
Karlsfeld
Walchenseewerk
Oszillograph
Wasserwiderstand
Generator

▭ S & H-Relais ▬ AEG-Relais
Abb. 11. Kurzschlußversuche am 11. VII. 1926.

zu gewinnen. Es wurden daher Lichtbogen zwischen zwei Phasen mit unbelastetem, halb- und vollbelastetem Generator eingeleitet (Abb. 12 u. 13). Viele oszillographische Aufnahmen bereicherten die Versuchsreihen und lieferten wertvolle Unterlagen für das Weiterarbeiten. Auf Grund des Gesamtergebnisses dieses Versuchstages kam das Bayernwerk zu der Erkenntnis, daß die Untersuchungen über die Lösung der Kurzschlußfrage noch lange nicht als abgeschlossen gelten konnten, sondern noch weiter durchgeführt werden mußten. Vor allen Dingen brachten diese ersten Versuche Aufklärung über die Form und das Wesen des Kurzschlußlichtbogens. Abb. 14 bringt den oszillographischen Verlauf des Stromes und der Spannung bei Auftreten eines Lichtbogens. Während der Strom eine

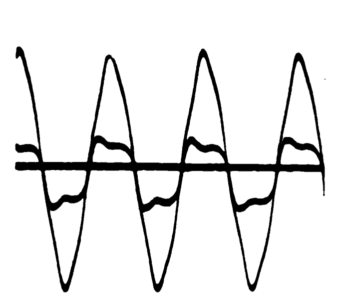


Abb. 14. Oszillogramm von Strom und Spannung eines Lichtbogens.

durch die Lichtbogenkurzschlüsse erzielten Strom- und Spannungsverhältnisse deckten sich mit den im Juli 1926 gewonnenen Werten. Die verbesserten Relais wiesen bedeutende Fortschritte auf, so hinsichtlich der Ansprechstromstärke und der Auslösezeit. Die eine Ausführungsform entsprach den an sie gestellten Bedingungen in bezug auf die Abschaltung des Kurzschlusses; die andere Ausführungsform bedurfte noch einer Verkürzung der Ablaufzeiten. Jedoch bewiesen beide, daß die gewählte Lösung auf den richtigen Weg geführt hat. Wie wichtig in erster Linie eine **k u r z e A b s c h a l t z e i t** ist, zeigen in Abb. 15 Kurven, die gelegentlich der Versuche aufgenommen wurden. Die mit *J* bezeichnete Kurve, die den Verlauf des Stromes angibt, hat bis zu einer Lichtbogendauer von 2 s einen nahezu geradlinigen Verlauf, fällt aber dann sehr

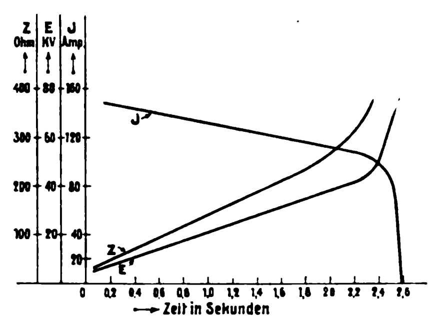


Abb. 15. Strom, Spannung und Impedanz eines Lichtbogens als Funktion der Zeit.

rasch. Die rasche Abnahme des Stromes ist durch das Abreißen des Lichtbogens hervorgerufen. Bei stehenbleibendem Lichtbogen verläuft die Kurve nahezu geradlinig weiter bis auf den konstanten Wert des Dauerkurzschlußstromes. Die mit *E* bezeichnete Spannungskurve

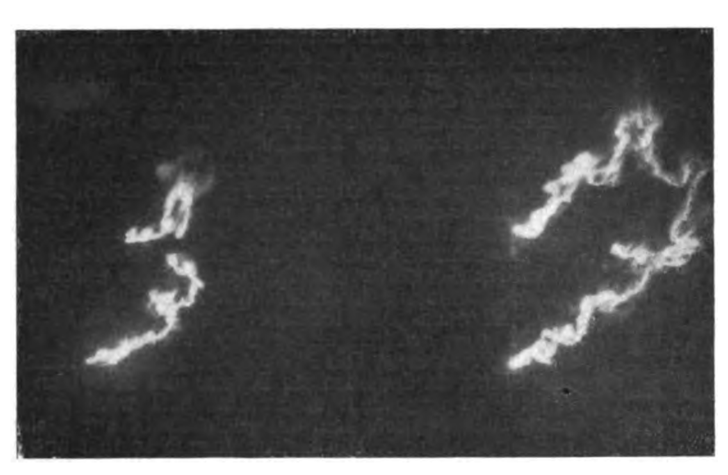




Abb. 12 u. 13. Kurzschlußlichtbogen.

nahezu sinusförmige Linie besitzt, ist die Lichtbogenspannung in bekannter Weise entsprechend der dynamischen Bogencharakteristik verzerrt.

Die beiden Firmen benutzten inzwischen die Ergebnisse der Juliversuche und unterzogen ihre Konstruktionen weiteren Durchbildungen. Im Frühjahr 1927 waren diese Arbeiten soweit gediehen, daß im März neue Kurzschlußversuche mit AEG- und S & H-Relais vorgenommen werden konnten. Zur Ermöglichung von einwandfreien Vergleichen wurden die Lichtbogen wiederum in Arzberg eingeleitet. Die Schaltanordnung und die Verteilung der Relais entsprachen den ersten Kurzschlußversuchen. Die

weist eine dementsprechend entgegengesetzt gerichtete Tendenz auf. Gemäß diesen Kurven verläuft der Lichtbogenwiderstand zuerst proportional der Zeit, um dann sehr rasch anzusteigen. Ehe das Gebiet der steilen, unstabilen Front erreicht ist, muß der Kurzschluß abgeschaltet sein, ein weiterer Grund für die Forderung nach kurzen Abschaltzeiten. Das Verlangen nach einer Abschaltzeit von höchstens 3 s ist daher, wie man sieht, durchaus gerechtfertigt.

In der Zwischenzeit hatte auch die Firma BBC ein neues Relais durchgebildet, das den Bedingungen des Bayernwerkes zu entsprechen schien und daher im Netz



des Bayernwerkes betriebsmäßig geprüft werden sollte. Diese Versuche fanden am 16. X. 1927 statt. Die Anordnung wurde des Vergleiches halber wiederum so durchgeführt wie früher. Es wurden neben Kurzschlüssen auf der 100 kV-Seite auch Kurzschlüsse auf der 40 kV-Seite über einen Transformator von 16 000 kVA Leistung und ferner noch Doppelerdschlüsse eingeleitet. Das Ergebnis hinsichtlich der Erfassung der Kurzschlüsse auf der 100 kV-Seite befriedigte in jeder Beziehung.

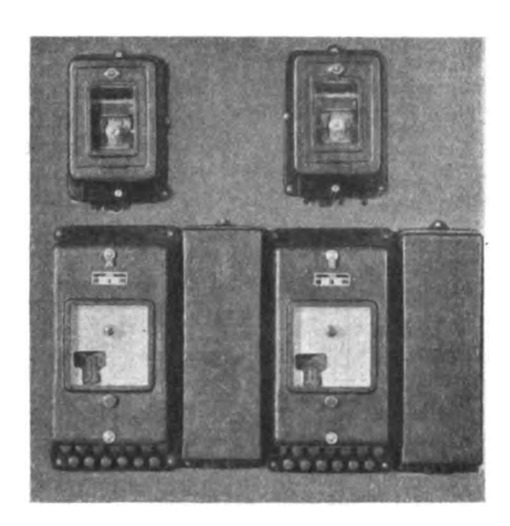


Abb. 16. AEG-Relais.

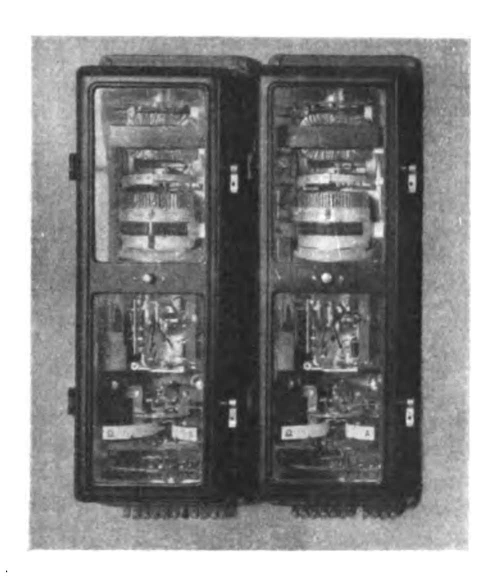


Abb. 17. S & H-Relais.

Die Vornahme von Kurzschlußversuchen auf der 40 kV-Seite galt der Untersuchung der Strom- und Spannungsverhältnisse beim niedervoltseitigen Kurzschluß. Bei einem dreipoligen Kurzschluß kann die Reaktanz des Transformators ohne weiteres als Verlängerung der 100 kV-Leitung angesehen werden. Schwierigkeiten bereiten noch die meistens mit langen Auslösezeiten in den Niedervoltanlagen eingebauten Maximalrelais. Vielleicht läßt sich das Problem dadurch erfassen, daß die neuen Distanzrelais bis zu einer Ablaufzeit von 2 s normal arbeiten und bei größerer Entfernung des Kurzschlußortes erst nach etwa 7 s auslösen; Arbeiten hierüber sind im Gange. Beim zweipoligen metallischen Kurzschluß lagen die erreichten Stromstärken unter dem kleinsten Arbeitstrom; eindeutige Rückschlüsse waren daher nicht möglich. Der zweipolige Lichtbogenkurzschluß ließ die Relais im normalen Strombereich auch hier richtig arbeiten.

Die äußeren Formen der drei Relaiskonstruktionen zeigen die Abb. 16 bis 18. Wenn auch heute noch kein endgültiges Urteil darüber gefällt werden kann, welches der drei Relaisfabrikate den Forderungen des Bayernwerkes am nächsten kommt, so kann doch ausgesprochen werden, daß die vom Bayernwerk in Verbindung mit den theoretischen Entwicklungen angestellten Versuche volle Klarheit in den ganzen Fragenkomplex gebracht haben, und daß wohl bald eine entscheidende Wahl getroffen werden kann. Um in der Zwischenzeit einen den Betriebsverhältnissen entsprechend sicheren Schutz zu besitzen, wurden an den vorhandenen Relais die Auslösezeiten wesentlich verkürzt; außerdem wird zur Erreichung der notwendigen Auslösestromstärke in den belastungschwachen Zeiten mit erhöhtem Maschineneinsatz gefahren. Die Erfahrung hat gezeigt, daß mit dieser Zwischenlösung den Betrieberfordernissen Rechnung getragen werden konnte, jedoch darf das Verlangen nach einem anderen, verbesserten Schutzsystem nicht fallen gelassen werden. Das Ergebnis der vielen Untersuchungen und Forschungsarbeiten wird ein Schutzsystem bilden, welches den Betrieb großer Netze mit einem nicht zu unterschätzenden Sicherheitsgrad ausstattet.



Abb. 18. BBC-Relais.

Armaturen für Klein-Kettenisolatoren.

Anstatt der Stützenisolatoren werden für die Isolierung von Mittelspannungsleitungen heute in zunehmendem Maße Kettenisolatoren eingebaut, um die Betriebsicherheit zu erhöhen. Es werden für diesen Zweck fast ausnahmslos die mit Rücksicht auf die geringere mechanische Beanspruchung und im Hinblick auf die verhältnismäßig niedrigen Betriebspannungen entwickelten Klein-Kettenisolatoren verwendet. Die geringere mechanische Beanspruchung läßt auch eine Herabsetzung der zur Armierung der Isolatoren dienenden Kappen und Klöppel zu. Der Klöppelschaftdurchmesser wurde z. B. von 16 auf 11 mm herabgesetzt. Das hatte die Einführung kleinerer und demgemäß auch billigerer Armaturen zur Folge. Während die AEG bislang nur Armaturen für Ketten aus Isolatoren des sogenannten Normaltyps (Klöppelschaftdurchmesser-Nennmaß 16 mm) hergestellt hat, hat sie jetzt auch die Fabrikation von Armaturen für Klein-Kettenisolatoren (Klöppelschaftdurchmesser-Nennmaß 11 mm) aufgenommen und verwendet dafür die gleichen Werkstoffe — Preßmessing und Preßaluminium — wie für die zuerst genannten Armaturen. Da bei der Entwicklung der Klein-Kettenisolatoren ein maximaler Kupferquerschnitt von 50 bzw. 70 mm² zugrundegelegt wurde, wurden auch die Armaturen so ausgeführt, daß die Querschnitte von 16 bis 70 mm² Verwendung finden können. Ganz besonderer Wert wurde auf die Beschränkung der Zahl der Typen gelegt.

Es werden zwei Tragklemmen und eine Abspannklemme hergestellt. Alle drei Typen gestatten, abgesehen von dem Einsetzen der für den jeweiligen Querschnitt erforderlichen Keile bei den Abspannklemmen, ohne Änderung die Montage aller Querschnitte von 16 bis 70 mm². Die beiden Ausführungen der Tragklemme unterscheiden sich grundsätzlich in ihrer Wirkungsweise. Während bei der Pfannen-Tragklemme das Seil in der Klemme festgepreßt wird, erfolgt bei der Rutschklemme nur eine beschränkte Pressung. Die Pfannen-Tragklemme besteht aus einer Platte, an der oben die Pfanne und an beiden Seiten Tragmulden angepreßt sind. Das Seil wird durch ein Klemmstück festgehalten, das gleichzeitig zur Sicherung des Klöppels dient. Die Rutschklemme besteht aus einem U-förmig gebogenen, in der Mitte ausgesparten Blech. Durch einen Druckbügel wird dem Seil eine wellenförmige Durchbiegung erteilt. Bei der Keilabspannklemme ist besonders bemerkenswert, daß der Klemmkörper aus einem Stück gepreßt wird und somit auf jegliche Verschraubung verzichtet werden konnte. Lediglich durch einen U-Splint werden die Keile gegen Herausfallen gesichert.

Daneben sind auch die außerdem zum Zusammenbau der Ketten erforderlichen Armaturen entwickelt worden. Die Klöppelpfanne wird mit Stiftsicherung ausgeführt und aus Preßmessing oder Temperguß hergestellt. Als Werkstoff für alle anderen Teile wird Stahl verwendet, der nach der Bearbeitung feuerverzinkt wird. (Hosch, AEG-Mitt. 1928, S. 64.)



Kaplan- und Propellerturbinen.

Von Dr. H. **Pflieger-Haertel**, Heidenheim a. d. Brenz.

Übersicht. Merkmale und Eigenschaften der Kaplan- und Propellerturbinen. Kaplanturbinen: Schaufelloser Raum, kurze und verstellbare Laufradschaufeln. Propellerturbinen: Schaufelloser Raum, feste Laufradschaufeln. Beide Turbinenarten zeigen hohe Schnelläufigkeit, die bei Kaplanturbinen mit einer hohen und flachen Wirkungsgradkurve, bei Propellerturbinen mit einem hohen Wirkungsgradmaximum mit steilem Abfall verbunden ist. Überlastbarkeit der Kaplanturbine. Schaufelformen. Vermeidung von Kavitationen. Grenzen der Saughöhe. Energierückgewinn. Saugrohrform. Die Konstruktion des Flügelkopfes mit den beweglichen Laufradschaufeln. Die Regelung der Kaplanturbine. Anwendungsbereich und Einbau. Beispiele ausgeführter Anlagen.

I. Einleitung.

Im neuzeitlichen Wasserturbinenbau bedeuten Kaplan- und Propellerturbinen, die man auch unter dem Namen Flügelradturbinen zusammenfaßt, einen wichtigen Fortschritt. Der Anstoß zu ihrer Verwendung ist den Arbeiten des Brünner Professors Dr. Victor Kaplan zu danken, der seit dem Anfang des Jahrhunderts im Entwurf von Wasserturbinen gänzlich neuartige Wege beschritt und durch zahlreiche Versuche und scharfsinnige Überlegungen zu Laufradformen geführt wurde, die sich von den bisher im Wasserturbinenbau benutzten grundsätzlich unterscheiden und hinsichtlich Schnelläufigkeit und zugleich günstiger Wirkungsgradwerte die Francis-Laufräder übertreffen.

Von den Erfindungen Kaplans ausgehend, haben die führenden Wasserturbinenfabriken die Kaplan- und Propellerturbinen zu Kraftmaschinen ausgebildet, die allen Anforderungen eines angestrengten Dauerbetriebes gewachsen sind. Bedeutsam ist, daß sich in der raschen Entwicklung keine Fehlschläge gezeigt haben, sondern daß alle Anlagen ohne besondere Schwierigkeiten oder Störungen in Betrieb gekommen sind. Diese Erfolge sind vor allem auf die innige Verbindung von Theorie und Praxis zurückzuführen, die der Entwicklung der Kaplan- und Propellerturbinen das Gepräge gegeben hat.

Kaplans Original-Laufrad war auf Grund theoretischer Überlegungen entstanden und durch Versuche an kleinen Modellrädern bei kleinem Gefälle erprobt worden. Größere Modellräder ergaben unter vergrößertem Gefälle zunächst nicht die erhofften Ergebnisse. Es bedurfte einer zähen Arbeit, durch zahllose Modellversuche, die von richtunggebenden theoretischen Überlegungen begleitet waren, zu Radformen zu gelangen, die wirklich den Erwartungen entsprachen.

Inzwischen hat sich die Kaplanturbine ihren Platz unter den Wasserkraftmaschinen für die Ausnutzung niederer Gefälle erobert. Noch vor wenigen Jahren als eine unbewährte Neuerung mit kritischen Augen angesehen und dem Vorurteil auch sehr erfahrener Fachleute ausgesetzt, hat sie inzwischen in einer großen Reihe von Anlagen ihre Probe bestanden. Allein in Deutschland sind bis zum Ende 1927 insgesamt rd. 80 Kaplanturbinen ausgeführt worden, denen sich etwa 20 Propellerturbinen zugesellen.

Im folgenden sollen nach einer Darstellung der Merkmale und Eigenschaften der Flügelradturbinen die bei ihrem Bau auftretenden hydraulischen und konstruktiven Probleme und die Lösungen, die für sie gefunden worden sind, gekennzeichnet und im Anschluß daran Anwendungsbereich, Einbaumöglichkeiten und erreichte Ergebnisse vor Augen geführt werden. Dabei werden die Konstruktionen der Maschinenfabrik J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz und St. Pölten (Nieder-Österr.) zugrunde gelegt.

II. Merkmale und Eigenschaften der Kaplan- und Propellerturbinen.

Die Kaplan- und Propeller-Laufräder zeigen eine gegenüber der Francisturbine gänzlich neuartige Form (Abb. 1). An einer starken Nabe sitzen wenige flügelähnliche Laufradschaufeln, die am Außenrand durch keinen Kranz zusammengehalten sind. Das ganze Rad erinnert mehr an einen Flugzeug- oder Schiffspropeller als an ein Wasserturbinenlaufrad.

Für die eigentliche Kaplanturbine sind folgende drei wesentliche, durch zahlreiche deutsche Reichspatente und Auslandspatente geschützte Merkmale kennzeichnend.

1. Einschaufelloser Raum zwischen Leitradaustritt und Laufradeintritt (Abb. 2). Die Bauart des Leitrades ist von der Francisturbine übernommen worden. Das zwischen den Leitschaufeln in die Turbine strömende Wasser wird in die axiale Richtung umgelenkt und durchfließt so das Laufrad.

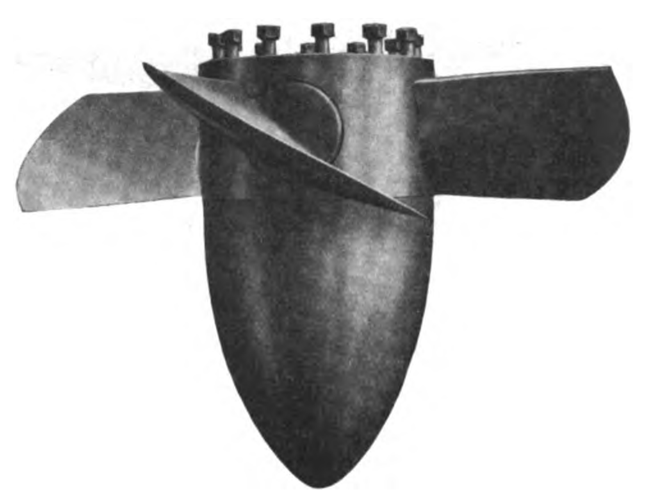


Abb. 1. **Kaplanlaufrad, Schaufeln geöffnet.**

2. Kurze Laufradschaufeln, die mit einer so weiten Teilung angeordnet sind, daß sie keine Zellen mehr bilden, und die am Umfang nicht durch einen Außenkranz zusammengehalten werden (Abb. 3). Die in der Umfangsrichtung gemessene Schaufellänge λ wird kleiner gewählt als die Schaufelteilung t, d. h. der Abstand entsprechender Umfangspunkte zweier benachbarter Schaufeln ($\lambda < t$). Es sind also nur noch wenige, in der Umfangsrichtung sehr kurze Schaufeln vorhanden, zwischen denen man in axialer Richtung freien Durchblick hat.

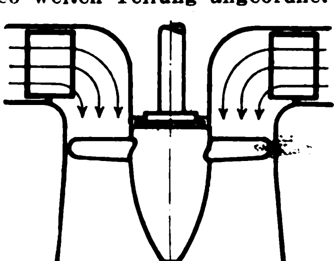


Abb. 2. Schaufelloser Raum.

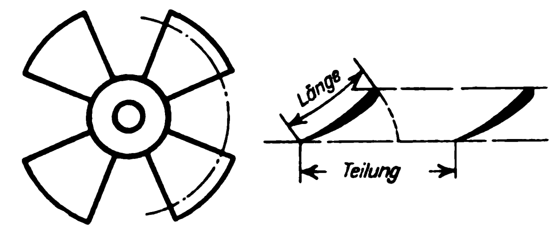


Abb. 3. Kurze Laufradschaufeln.

3. Die Verstellbarkeit der Laufradschaufeln. Kaplan ist zum erstenmal darangegangen, die Schaufeln im ganzen zu verdrehen, so daß sowohl Eintritts- wie Austrittswinkel gleichzeitig geändert werden. In der geschlossenen Stellung (Abb. 4) liegen die Schaufeln annähernd mit ihrer ganzen Fläche in einer zur Turbinenachse senkrechten Ebene. Mit steigender Beaufschlagung werden sie aus dieser Ebene herausgedreht, so daß zwischen ihnen immer mehr Durchflußraum entsteht. Die einzelnen Lagen der Laufradschaufeln müssen dabei in bestimmter Weise den Stellungen der Leitschaufeln für die entsprechenden Beaufschlagungen zugeordnet werden, wenn der Wirkungsgrad bei jeder Wassermenge das dafür mögliche Maximum erreichen soll.

Das Merkmal der Propellerturbinen gegenüber den Kaplanturbinen besteht darin, daß die Ver-



stellbarkeit der Laufradschaufeln ganz wegfällt. Die Propellerturbinen haben feste Schaufeln. Dagegen stimmen sie hinsichtlich der Lage des Laufrades gegenüber dem Leitrade mit der Kaplanturbine überein: der schaufellose Raum ist auch bei den Propellerturbinen vorhanden. Bezüglich der Länge der Laufradschaufeln ergeben sich je nach den Verhältnissen verschiedene Bauarten. Im allgemeinen sind die Schaufeln kürzer als die Teilung oder nur wenig (bis zu ⅕) länger. Diese Ausführungen fallen in den Schutzbereich der Kaplan-Laufradpatente. Die Schaufeln können aber auch die Teilung wesentlich übertreffen.

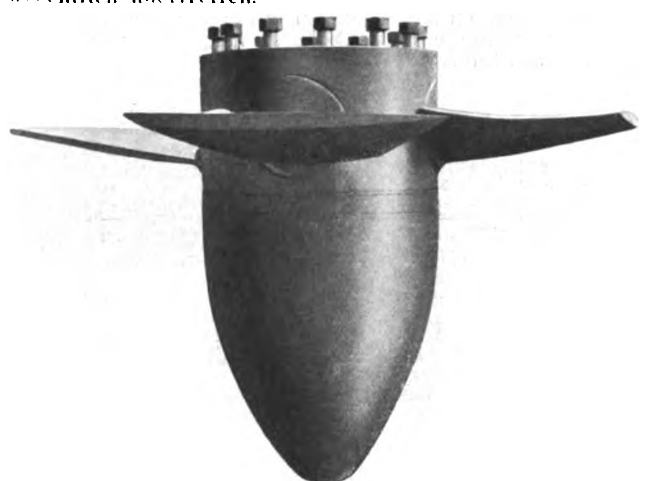


Abb. 4. Kaplanlaufrad. Schaufeln geschlossen.

Die geschilderte Bauart gibt den Kaplan- und Propellerturbinen Eigenschaften, denen diese Turbinenarten ihre schnelle Einführung in die Praxis verdanken.

1. Durch die Verkleinerung der Schaufelflächen und die Erniedrigung der Schaufelzahl bei gleichzeitiger Weglassung des Außenkranzes wird die Reibung an den Laufradflächen wesentlich vermindert. Infolgedessen ist es möglich, sehr gute Wirkungsgrade und gleichzeitig eine hohe Schnelläufigkeit zu erzielen. Während Francisturbinen für spezifische Drehzahlen bis rd. 450 bis 500 gebaut werden können, hat die Kaplanturbine diese Grenze praktisch auf rd. 1000 hinaufgeschoben. Bei Propellerturbinen können spezifische Drehzahlen bis rd. 750 gewählt werden. Dabei müssen etwa von der spezifischen Drehzahl 600 an die Schaufeln so kurz wie bei Kaplanturbinen gemacht werden, um einen guten Wirkungsgrad zu ergeben.

2. Bei Kaplanturbinen mit beweglichen Laufradschaufeln wird durch die Verstellbarkeit der Laufradschaufeln und die damit verbundene Änderung der Eintritts- und Austrittswinkel des Laufrades erreicht, daß die Kaplanturbine auch bei Teilbeaufschlagungen mit gutem Wirkungsgrad arbeitet oder, anders ausgedrückt, daß die Wirkungsgradkurve sehr flach verläuft.

Im Gegensatz dazu besteht die Eigentümlichkeit der Propellerturbine mit festen Schaufeln hinsichtlich des Wirkungsgrades darin, daß das hohe Wirkungsgradmaximum nur bei voller oder nahezu voller Beaufschlagung eintritt, daß dagegen bei Teilbeaufschlagungen der Wirkungsgrad stark sinkt. Dieser steile Abfall des Wirkungsgrades ist um so größer, je höher die spezifische Drehzahl liegt. Bei hohen spezifischen Drehzahlen ist also nur noch in der Nähe der vollen Beaufschlagung ein sehr kleiner Regelbereich mit annehmbarem Wirkungsgrad vorhanden. Solche Turbinen kommen daher nur dann in Frage, wenn sie stets mit voller oder annähernd voller Beaufschlagung laufen.

3. Es ist üblich, Francis- und Propellerturbinen bis an die Grenzen ihrer maximalen Leistungsfähigkeit auszunutzen. Eine Überlastbarkeit der Turbinen über diesen absoluten Höchstwert hinaus ist überhaupt nicht möglich. Im Gegensatz dazu sind Kaplanturbinen infolge der Verstellbarkeit der Laufradschaufeln überlastbar über die Grenzen ihrer normalen Höchstleistung hinaus, bei der sie noch mit einem den Propeller- und Francisturbinen entsprechenden Wirkungsgrad arbeiten. Durch die Überlastung läßt sich ihre Leistung um rd. 15 ÷ 20 % steigern. Dieser Umstand ist besonders dann wertvoll, wenn genügend Wasser vorhanden ist, z. B. bei Hochwasser, und es auf den Wirkungsgrad der Turbine nicht ankommt.

Die Abb. 5 und 6 zeigen die Wirkungsgradkurven einiger Francis- und Propellerturbinen verschiedener spezifischer Drehzahlen im Vergleich mit einer Kaplanturbine mit der spezifischen Drehzahl 750 nach Ergebnissen der Versuchsanstalten von J. M. Voith, Heidenheim a. d. Brenz. Dabei ist in Abb. 5 der Wirkungsgrad auf die Beaufschlagung, d. h. auf die verbrauchte Wassermenge, in Abb. 6 auf die Leistung bezogen.

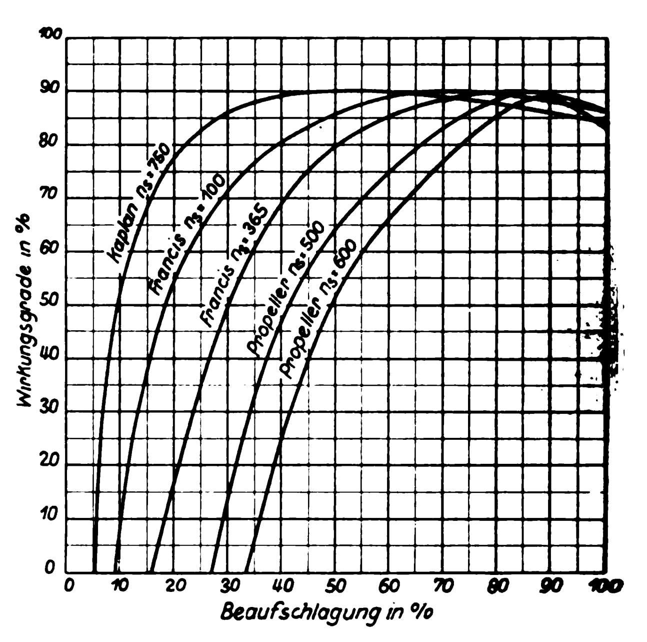


Abb. 5. Vergleichende Wirkungsgradkurven, bezogen auf die Beaufschlagung.

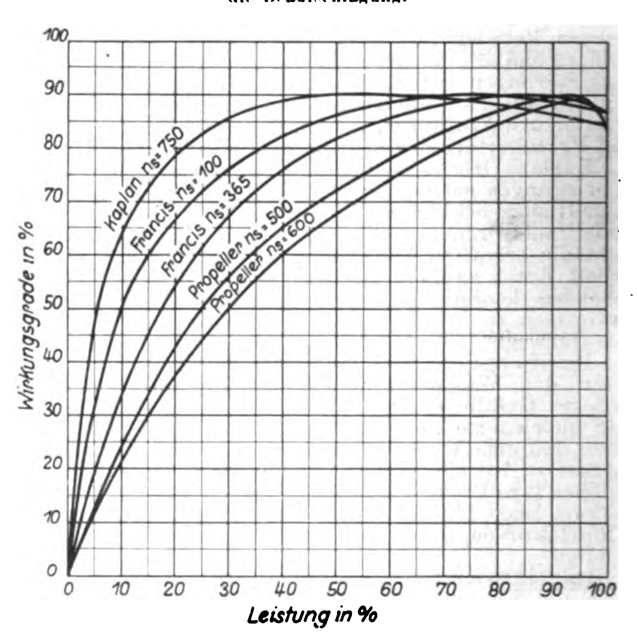


Abb. 6. Vergleichende Wirkungsgradkurven, bezogen auf die Leistung.

III. Hydraulische und konstruktive Probleme und ihre Lösung.

Die dargelegten Eigentümlichkeiten der Kaplan- und Propellerturbine haben eine Reihe neuer Probleme für den Hydrauliker und Konstrukteur gebracht, zu deren einwandfreier Lösung umfangreiche Versuche und konstruktive Arbeit nötig waren.

1. Schaufelformen. Der Grundgedanke Kaplans läßt noch eine Reihe von Ausführungsmöglichkeiten hinsichtlich der Gestaltung der Laufradschaufeln offen. Sowohl die Schaufelzahl wie ihre Länge können verschieden sein; vor allem ist auch die Profilform mannigfacher Abwandlungen fähig, die sich in verschiedenen Ergebnissen hinsichtlich Schnelläufigkeit und Verlauf der Wirkungsgradkurve äußern.

Wenn auch die heutige Strömungslehre manchen Einblick in die Wasserströmung in Turbinenrädern gebracht und die Hilfsmittel zur theoretischen Behandlung solcher Fragen erweitert hat, so liegt der Schwerpunkt für den Fortschritt doch in den Modellversuchen. Sie allein können über die Richtigkeit theoretischer Überlegungen und Ableitungen entscheiden. Besonders auf einem so neuen Ge-

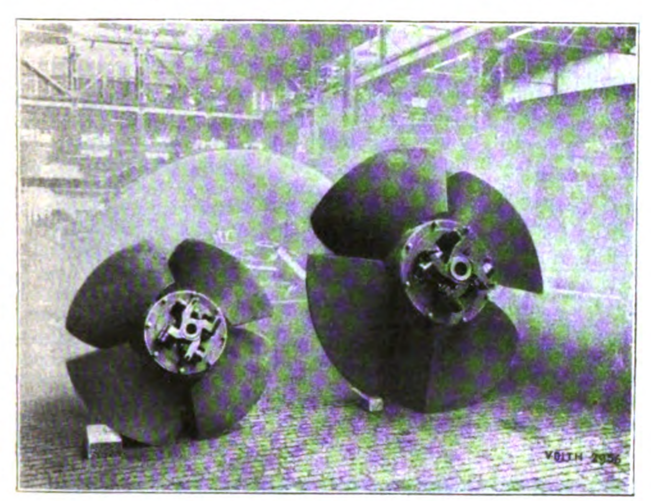


Abb. 7. **Kaplanlaufrad mit 4 Schaufeln für mittleres Gefälle.**

Abb. 8. **Kaplanlaufräder für hohes Gefälle mit langen Schaufeln.**

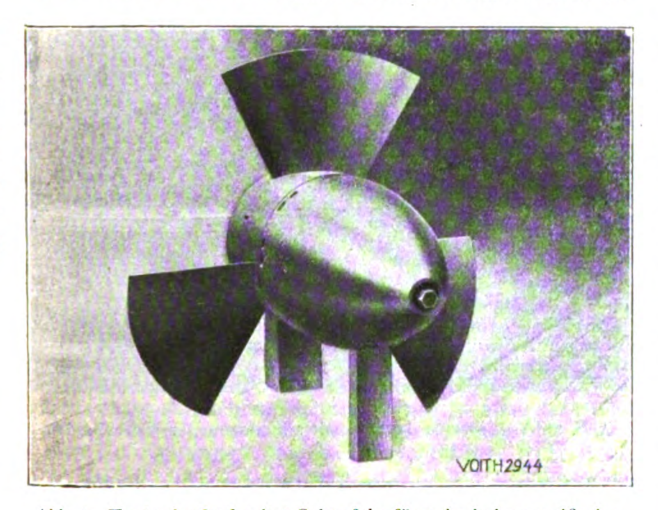


Abb. 9. **Kaplanlaufrad mit 3 Schaufeln für sehr hohe spezifische Drehzahl.**

biete wie dem Bau von Flügelradturbinen ist daher der Modellversuch nicht zu entbehren, so daß nur solche Firmen die Gewähr für sachgemäße Bauarten bieten können, die über gut eingerichtete Versuchsanstalten verfügen.

Die Abb. 7, 8 und 9 zeigen als Beispiele für die verschiedenen Formen einige Kaplanlaufräder. Das Laufrad der Abb. 7 mit 4 Flügeln ist für mittleres Gefälle und spezifische Drehzahl 750 gebaut; die Laufräder der Abb. 8 sollen unter wesentlich höherem Gefälle arbeiten und besitzen daher viel längere Schaufeln. Die 3 Flügel des dritten Rades sind durch eine besonders hohe spezifische Drehzahl bedingt. Abb. 10 bringt weiter ein sehr großes Propellerrad mit 6 Schaufeln.

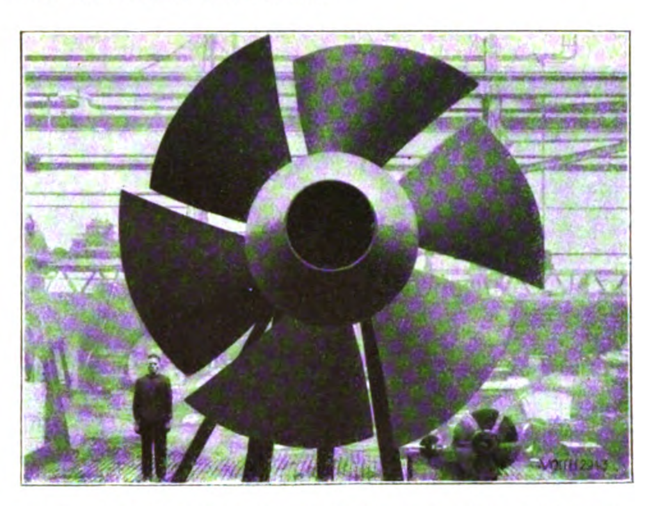


Abb. 10. **Propellerlaufrad für das Kraftwerk Kachlet mit 2 Modellrädern von 250 mm und 700 mm Durchmesser.**

2. Vermeidung von Kavitationen; Grenzen der Saughöhe; Energie-Rückgewinn; Saugrohrform. Bei der Steigerung der spezifischen Drehzahl der Laufräder war Kaplan auf zunächst unerklärliche Erscheinungen gestoßen, die sich schon bei mittleren spezifischen Drehzahlen zeigten, wenn Gefälle und Saughöhe höhere Werte erreichten. Der Wirkungsgrad und die Leistung blieben weit unter der erwarteten Höhe, insbesondere bei den größeren Beaufschlagungen. Im Zusammenhang damit traten Luftabscheidungen und starke knatternde Geräusche im Saugrohr auf. Erst nach vielen Schwierigkeiten und vergeblichen Erklärungsversuchen wurde die Ursache dieser Erscheinungen erkannt: auf der Schaufelrückseite löst sich das Wasser von der Schaufel ab, so daß mit Wasserdampf gefüllte Hohlräume (Kavitationen) entstehen.

Der Grund hierfür liegt darin, daß infolge der Kürze der Laufradschaufeln ihre spezifische Belastung sehr groß wird. Diese ist die Differenz des auf ihre Ober- und Unterfläche wirkenden Druckes. Sinkt der Druck auf der Rückseite bis auf den Wert der Wasserdampfspannung, dann treten die Ablösungen auf. Sie bewirken Verringerung des Wirkungsgrades und der Leistung, außerdem Zerstörungen an den Schaufeln und im Saugrohr und rufen die Geräusche hervor, indem das Wasser die Hohlräume schlagartig wieder ausfüllt.

Die Kavitationserscheinungen stehen in ursächlichem Zusammenhang mit der Saughöhe, d. h. der Lage der Turbine über dem Unterwasserspiegel. Je größer sie gewählt, je höher also die Turbine gesetzt wird, ein um so größerer Unterdruck wird auf der Laufschaufelrückseite von vornherein erzeugt. Infolgedessen wird die Möglichkeit, daß der Druck auf Null sinkt, mit der Vergrößerung der Saughöhe immer größer. Die zulässige Saughöhe sinkt mit dem Gefälle und der Schnelläufigkeit. Sie hängt insbesondere von der Länge der Schaufeln ab, weil mit größerer Länge die Schaufelbelastung kleiner wird. Daher kann man bei Propellerturbinen mit längeren Schaufeln eine etwas größere Saughöhe wählen als bei Kaplanturbinen.

Der Zusammenhang zwischen den Betriebsbedingungen der Anlage, dem Gefälle H, der barometrischen Saughöhe H_a (Luftdruck minus Wasserdampfspannung) und der statischen Saughöhe H_s einerseits und den Konstruktionsdaten eines Laufrades anderseits wird durch den Thomaschen Kavitationsbeiwert

$$\sigma = \frac{H_a - H_s}{H}$$

vermittelt. Er hat für gegebene Anlagenverhältnisse einen bestimmten Wert, und das Laufrad ist nun so zu entwerfen, daß der entsprechende aus seinen Konstruktionsdaten zu ermittelnde Wert kleiner wird.

Für die Feststellung der für die Kavitationsicherheit und die zulässige Saughöhe maßgebenden Laufradwerte stehen zwar Näherungsrechnungen zu Gebote. Aber sie müssen durch Versuche aufs sorgfältigste nachgeprüft werden.

Wie bereits erwähnt, hat das Wasser beim Austritt aus dem Laufrad dieser schnellaufenden Turbinen eine sehr große Geschwindigkeit. Infolgedessen enthält es noch

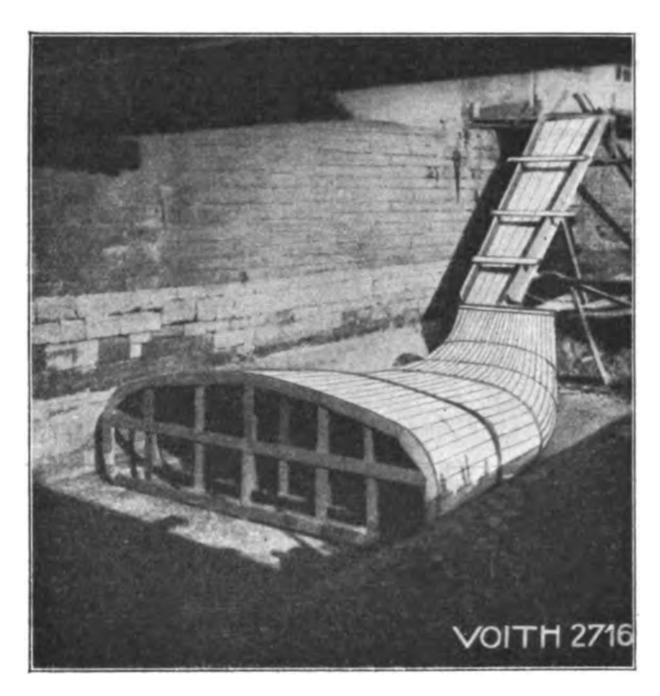


Abb. 11. Einschalung eines Saugrohres.

sehr viel Energie, die bis zu 40 % des Gefälles betragen kann. Um einen guten Gesamtwirkungsgrad zu erzielen, muß diese Energie im Saugrohr zurückgewonnen werden. Das Saugrohr erhält daher bei Kaplan- und Propellerturbinen eine gegenüber Francisturbinen gesteigerte Bedeutung, und seiner Ausbildung ist die größte Sorgfalt zu widmen.

Abb. 11 zeigt eines der gebräuchlichsten einfach gekrümmten Saugrohre, das gegenüber den in Amerika beliebten Spreiz- und Hydrocone-Saugrohren eine viel einfachere Form hat, daher geringere Baukosten verursacht und dabei den gleichen Wirkungsgrad erreicht.

3. Die Konstruktion des Flügelkopfes mit den beweglichen Laufradschaufeln. Besondere Aufmerksamkeit beansprucht die Konstruktion des Flügelkopfes mit den beweglichen Laufradschaufeln und die Regelung der Kaplanturbine. In dem verhältnismäßig kleinen Raum im Innern des jetzt einteilig ausgeführten Flügelkopfes muß das ganze Getriebe für die Bewegung der Laufradschaufeln untergebracht werden, und zwar in solcher Ausbildung, daß es allen Anforderungen eines angestrengten Betriebes gewachsen ist. Dabei ist jeder Kubikzentimeter des zur Verfügung stehenden Raumes sorgfältig auszunutzen, um die Beanspruchung der einzelnen Teile so zu gestalten, daß von vornherein jede Gewähr gegen unzulässige und übermäßige Abnutzungen gegeben ist.

Die Laufradschaufeln sitzen mit ihren Stielen in Bohrungen der Nabe, die mit Bronzebüchsen ausgefüttert sind. Auf jedem Stiel ist eine Kurbel aufgeklemmt, die zugleich die Verschiebung der Schaufel in der Richtung ihrer Achse verhindert. Diese Kurbeln, die in ihrer Mittelstellung senkrecht zur Achse stehen, sind durch Zugstangen mit einem Mitnehmerkreuz verbunden, das sich in der Haube der Laufradnabe befindet und von einer Regelstange getragen wird, die in der hohlen Welle der Turbine liegt. Die Stange ist beim Durchgang durch die Flügelnabe in Bronzebüchsen geführt und kann in der Welle längs verschoben werden. Ihre Längsbewegung wird mittels des Mitnehmerkreuzes und der Zugstangen auf die Kurbeln der Schaufeln übertragen, die dadurch gedreht werden. Sämtliche Kurbelgelenke sind mit Deltametall ausgebüchst.

Abb. 12 gibt eine Schnitt- und Ansichtzeichnung eines Flügelkopfes, Abb. 13 zeigt ein Voith-Kaplanlaufrad mit abgenommener Haube sowie eine einzelne Schaufel. Man sieht das Mitnehmerkreuz auf der Regelstange und die nach den Kurbeln der Schaufeln gehenden Zugstangen. Die Laufradschaufeln werden ebenso wie der Flügelkopf bei höherem Gefälle aus Stahlguß, bei niedrigerem Gefälle aus einem hochwertigen Gußeisen hergestellt. Auf die Bearbeitung der Schaufelflächen wird die größte Sorgfalt verwendet, so daß die Gewähr für richtige Form und störungslose Strömung gegeben ist.

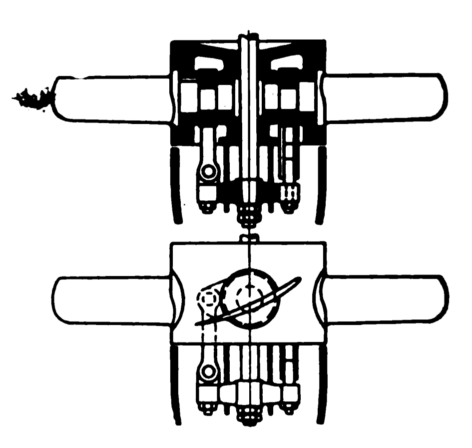


Abb. 12. Flügelkopf.

Damit sämtliche beweglichen Teile im Flügelkopf ständig geschmiert werden, erhält dieser bei den Turbinen mit stehender Welle eine Füllung mit dickflüssigem Öl. Das Öl wird durch hochgelegene Löcher der hohlen Turbinenwelle zugeführt, durch die es auch bequem nachgefüllt werden kann. Jeder Schaufelzapfen ist bei seinem Durchtritt durch die Nabenwand besonders abgedichtet, so daß der Ölverlust verschwindend gering ist. Diese Dichtung und der innere Überdruck des Öles (teils statisch, weil das Öl hoch in der hohlen Welle steht, teils dynamisch infolge der bei der Drehung auftretenden Zentrifugalkraft) verhindern das Eindringen von Sand, Wasser und sonstigen Unreinigkeiten in die Laufradnabe. Bei Turbinen mit liegender Welle wird der Flügelkopf mit Fett gefüllt, das mittels einer Fettpresse eingeführt wird und ebenso nachgefüllt werden kann.

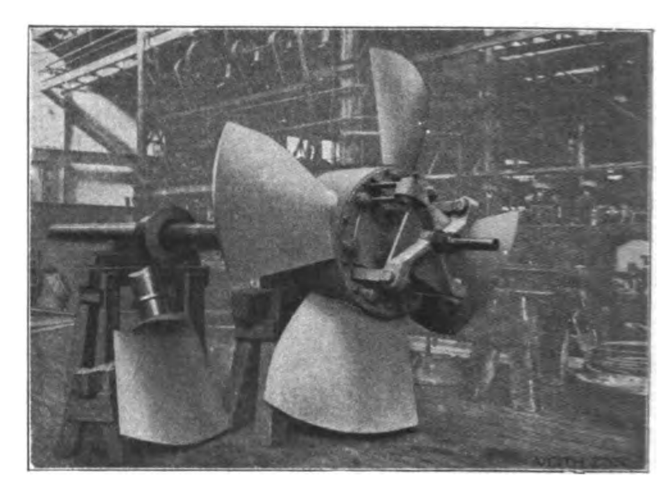


Abb. 13. Voith-Kaplanlaufrad mit abgenommener Nabenhaube.

Für besonders hohe Gefälle muß die dargestellte Konstruktion eine besondere Ausgestaltung erfahren. Es werden in solchen Fällen Rollenlager statt der Gleitlager für die Lagerung der Schaufeln verwendet (Abb. 14).

4. Regelung der Kaplanturbine. Wie wir bereits ausführten, müssen während des Betriebes bei Belastungsänderungen außer den Leitschaufeln auch die Laufradschaufeln der Kaplanturbine verstellt werden, damit auch bei der neuen Beaufschlagung die Turbine mit

dem bestmöglichen Wirkungsgrad arbeitet. Dabei muß die Bewegung beider Schaufelsysteme in bestimmtem Zusammenhang stehen, so daß jeder Leitradöffnung eine bestimmte Stellung der Laufradschaufeln entspricht. Diesen Bedingungen kann vollkommen nur dadurch entsprochen werden, daß Leitapparat und Laufrad je einen besonderen

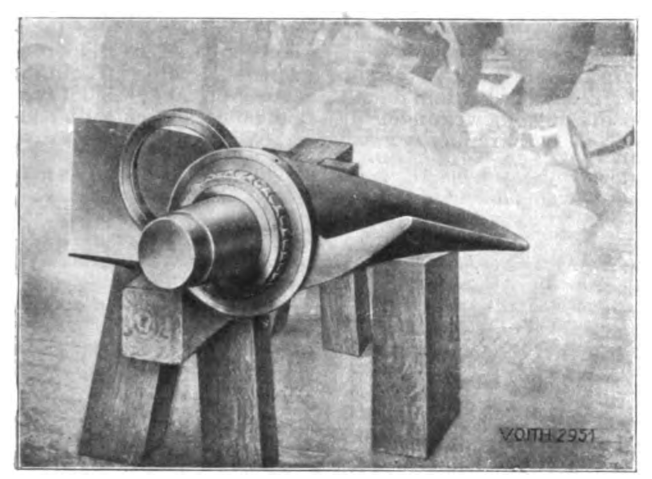


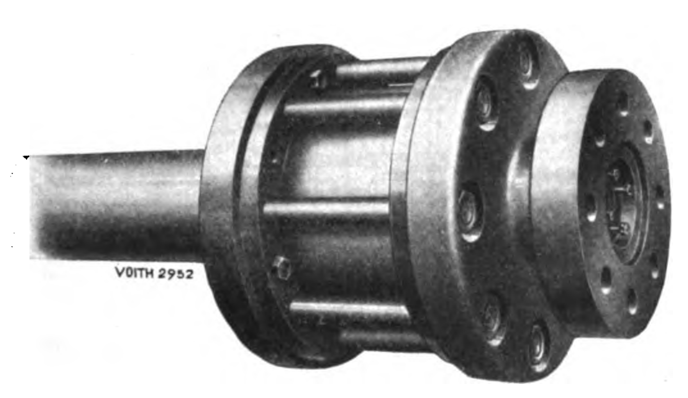
Abb. 14. Laufradschaufel mit Rollenlager.

wünschten Verhältnis bewegt werden, das den bestmöglichen Wirkungsgrad sichert. Abb. 18 zeigt schematisch eine derartige Regelung, Abb. 19 einen solchen Regler.

Diese Art der Regelung hat wegen ihrer größeren Billigkeit diejenige verdrängt, die bei den ersten Kaplanturbinen verwendet wurde und die auch jetzt noch in einzelnen Fällen bei kleinen Turbinen benutzt wird, nämlich durch einen Doppelregler mit Übertragung auf die Laufradregelung durch eine Muffe. Diese Doppelregler sind mit zwei Servomotoren ausgerüstet, von denen der eine die Steuerung der Leitschaufeln, der andere die der Laufradschaufeln bewirkt. Die zwangsläufige Verkettung beider Bewegungen wird wiederum durch eine in die Rückführung eingeschaltete Kurvenscheibe erzielt.

Die Leitschaufeln werden bei dieser Art der Regelung ebenfalls in der bekannten, bereits oben angegebenen Weise verstellt. Die Drehbewegungen der Regelwelle für die Laufradregelung werden auf die Regelstange des Laufrades mechanisch durch eine auf der Turbinenwelle sitzende Muffe übertragen. Ein Schema dieser Regelung gibt Abb. 20.

Bei den beschriebenen Reglern ist die durch die Kurvenscheibe vermittelte Kuppelung der Bewegungen des Leitrades und des Laufrades so durchgeführt, daß beide Räder stets die richtigen zusammengehörigen Stellungen einnehmen, so daß in jedem Augenblick des Betriebes tatsächlich der höchstmögliche Wirkungsgrad gewährleistet ist. Diese Art der Regelung wird nicht von allen Kaplanturbinen bauenden Firmen durchgeführt, und zwar mit



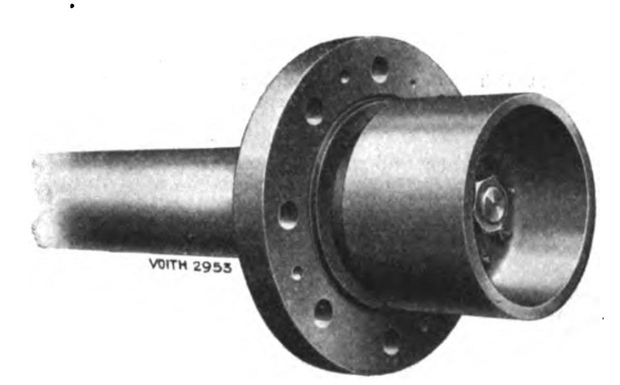


Abb. 15 und 16. Laufrad-Servomotor in der Welle.

Öldruck-Servomotor mit eigenem Regelventil erhalten. Für die Übertragung der Regelbewegung auf die Laufradschaufeln und die Anordnung der Servomotoren haben sich zwei Bauarten herausgebildet. Bei den großen und mittleren Turbinen werden die Laufradschaufeln durch einen Servomotor verstellt, der mit der Turbinenwelle fest verbunden ist und mit ihr umläuft. Sein Kolben sitzt unmittelbar am oberen Ende der zum Flügelkopf führenden Regelstange, welche die Kolbenbewegungen auf das Laufradschaufelgetriebe überträgt (Abb. 15 und 16).

Der Servomotor ist bei diesen im allgemeinen mit stehender Welle gebauten Turbinen zwischen den Flanschen der Turbinen- und der Generatorwelle angeordnet. Das Öl wird ihm (Abb. 17) von oben her durch zwei in der hohlen Welle konzentrisch ineinandergesteckte Rohre zugeführt. Das innere Rohr, das das Öl auf die Kolbenunterseite leitet, ist fest mit dem Kolben verbunden und bewegt sich mit ihm aufwärts und abwärts. An seinem oberen Ende steht es mit dem Rückführgestänge in Verbindung und betätigt die Rückführung. Am oberen Ende der Generatorwelle münden die beiden Rohre in zwei feststehende übereinanderliegende Ölverteilräume, denen das Öl durch zwei Rohrleitungen vom Regler zugeführt wird.

Der Regler selbst wird als einfacher Geschwindigkeitsregler mit Windkessel gebaut. Er enthält den Servomotor für die Verstellung der Leitschaufeln. Deren Antrieb wird in derselben Weise ausgebildet, wie er bei Francisturbinen üblich ist: die senkrechte Welle des Geschwindigkeitsreglers bewegt mittels zweier Zugstangen den Regelring zur Verstellung der Leitschaufeln. Dieser Regler erhält weiter ein zweites Steuerventil für die Laufradregelung. Es steht durch eine in seine Rückführung eingeschaltete Kurvenscheibe mit der für die Leitradregelung in solcher Verbindung, daß Leit- und Laufradschaufeln in dem er-

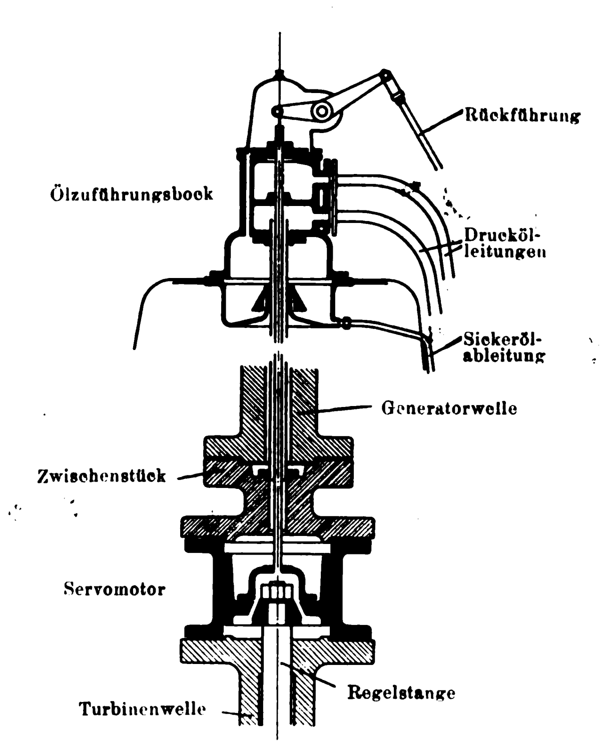


Abb. 17. Laufrad-Servomotor in der Welle und Ölzuführung.



Rücksicht auf die Beanspruchungen des Verstellmechanismus für die Laufradschaufeln. In den Drehzapfen der Laufradschaufeln und in den Gelenken im Flügelkopf treten hohe Lagerdrücke auf, die große Reibungsarbeit

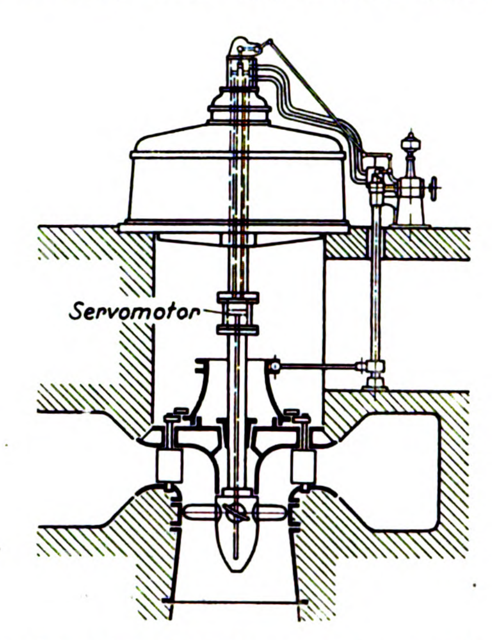


Abb. 18. Schematische Darstellung der Regelung mit umlaufendem Laufrad-Servomotor.

in diesen Lagern und große Regelkräfte zur Folge haben. Diese großen Reibungsarbeiten haben die Befürchtung aufkommen lassen, daß sich vorzeitig eine starke Abnutzung der Zapfen und Schaufellager einstellen würde. Reparaturen an diesen Stellen erscheinen sehr umständlich und schwierig, weil dazu nicht nur der Flügelkopf selbst, sondern auch der Turbinendeckel, die Lager, der Generator usw. abmontiert werden müßten. Eine Reihe von Firmen hat daher zu dem Ausweg gegriffen, das Laufrad-Regelgetriebe dadurch zu schonen, daß sie dem Laufrad-Servomotor eine große nach Minuten zählende Schließ- und Öffnungszeit geben, so daß nur langsame Regelbewegungen im Laufrad auftreten. Es sind sogar Regelungen vorgeschlagen worden, bei denen das Getriebe des Laufrades gegenüber der Leitradregelung einen toten Gang aufweist, damit bei ziemlich gleichmäßiger Belastung zeitweise überhaupt keine Verstellbewegung der Laufradschaufeln einzutreten braucht. Weiterhin hat man für die Einstellung der Laufradschaufeln auch Handregelung angewendet und so die Regelbewegungen des Laufrades auf ein Mindestmaß zu beschränken versucht.

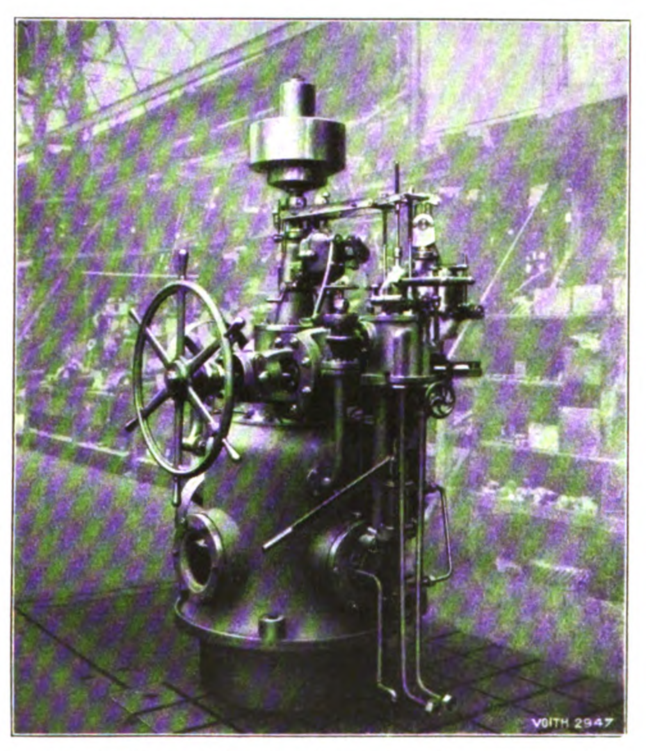


Abb. 19. Geschwindigkeitsregler mit doppeltem Steuerventil für Kaplanturbinen.

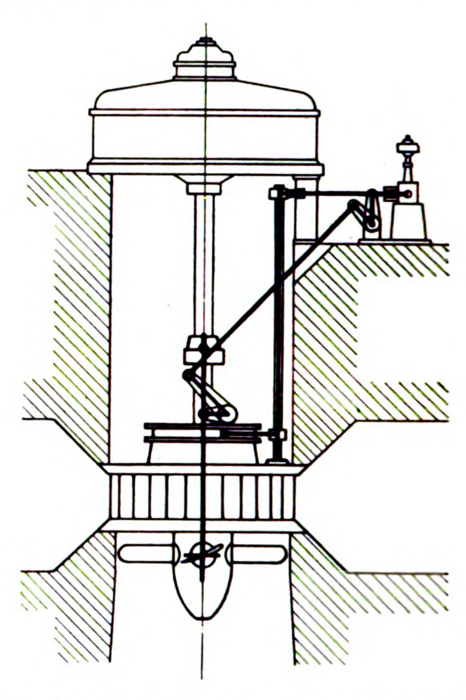


Abb. 20. Schematische Darstellung der Regelung mit Muffe.

Alle diese Regelungsarten haben aber große Nachteile. Bei E n t l a s t u n g e n ist es zwar zulässig, daß die Laufradschaufeln viel langsamer als das Leitrad in die der neuen Belastung entsprechende Stellung übergehen. Hauptsache ist, daß es überhaupt geschieht. Bei einer B e l a s t u n g dagegen verlangt die richtige Regelung ein rasches Öffnen nicht nur des Leitapparates, sondern auch der Laufradschaufeln, weil sonst die Drehzahl plötzlich abfällt. Bei sehr gleichmäßigem Betriebe mit nur geringen Belastungschwankungen, bei dem die Regelung längere Zeit stillsteht, werden diese Nachteile zwar nicht besonders ins Gewicht fallen, weil die Laufradregelung dabei immer genügend Zeit haben wird, die Schaufeln in die neue Stellung zu verdrehen, so daß der gute Wirkungsgrad der Kaplanturbine erhalten bleibt. Schwankt jedoch der Betrieb, dann wird die zögernd nachfolgende Laufradregelung fast ständig eine falsche Stellung zur Leitradregelung einnehmen, was mit großem Leistungsverlust verbunden ist.

Die Handregelung des Laufrades ist ganz zu verwerfen. Denn erfahrungsgemäß genügt die Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals bei nicht ganz gleichmäßigem Betrieb nicht, um alle notwendigen Einstellungen vorzunehmen. Eine so geregelte Anlage wird während der meisten Zeit mit ungünstigem Wirkungsgrad arbeiten, so daß der in der Verstellbarkeit der Laufradschaufeln liegende Vorteil der Kaplanturbine nur zu einem sehr geringen Teil ausgenutzt wird.

Wie die Erfahrungen an den bisher gebauten Voith-Kaplanturbinen gezeigt haben, sind alle gegen die vollkommene Regelung geäußerten Befürchtungen unbegründet, wenn die Laufräder sorgfältig konstruiert sind. Die Abnutzung der hochbeanspruchten Teile bleibt dann, wie die schon jahrelang laufenden Anlagen zeigen, in normalen Grenzen.

(Schluß folgt.)

Beispiele für Nomogramme mit vier Veränderlichen.

Von Prof. Dr.-Ing. C. v. **Dobbeler,** Karlsruhe.

Übersicht. Die bekannten Fluchtlinientafeln mit drei Skalen lassen sich durch Hinzufügung einer vierten Skala erweitern, wenn man an Stelle der einen Schnittgeraden deren zwei verwendet, welche einen rechten Winkel miteinander bilden. Die Ablesung erfolgt dann nicht mit einem Lineal, sondern mit einem rechtwinkligen Dreieck; es zeigt sich, daß die sonst gebräuchliche logarithmische Umformung überflüssig wird und man sehr weitgehend mit rein linearen Skalen auskommen kann. Die Berechnung und Anwendung derartiger Nomogramme wird an Hand von praktisch interessierenden Beispielen erläutert, es werden Tafeln entwickelt für die Parallelschaltung von Widerständen, für die Stefan-Boltzmannsche Strahlungsformel, für die Berechnung der Zeitkonstante von Maschinen, für das Gewicht eines Transformators u. a. Bei allen diesen Tafeln kann man mit einer einzigen Einstellung des Dreiecks das Resultat ablesen.

Die bekannten Nomogramme mit drei Skalen und einer Schnittgeraden sind an sich auf die Darstellung von drei Veränderlichen beschränkt. Eine vierte oder auch weitere Veränderliche kann man hinzufügen, wenn man mehrere derartiger Nomogramme mit Hilfe von sogenannten Zapfenlinien zusammensetzt. Dann sind aber auch stets mehrere Schnittgeraden und also auch mehrere aufeinanderfolgende Einstellungen nötig. Im folgenden sollen Nomogramme beschrieben werden, an welchen man mit einer einzigen Einstellung bereits vier veränderliche Größen ablesen kann. Dies läßt sich erreichen, wenn man die Schnittgerade durch zwei einen konstanten Winkel einschließende Geraden ersetzt, d. h. man benutzt zur Ablesung nicht mehr ein Lineal, sondern ein rechtwinkliges Dreieck. Wie sich zeigen wird, haben derartige Nomogramme den Vorzug, daß man nicht nur eine Veränderliche mehr erhält, sondern auch auf die sonst meist erforderliche logarithmische Umformung verzichten kann; es lassen sich Produkte und Quotienten vielfach mit rein linearen Skalenteilungen darstellen. Das bedeutet aber weiterhin, daß man auch solche Gleichungen, welche multiplikative und additive Glieder gleichzeitig enthalten, ebenfalls ohne Schwierigkeiten in ein Nomogramm bringen kann.

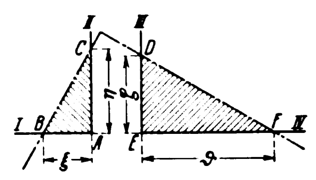


Abb. 1. Grundsätzliche Skalenanordnung.

Abb. 1 zeigt das Prinzip eines solchen „vierskaligen" Nomogrammes. Die vier Skalen *I, II, III* und *IV* stehen paarweise aufeinander senkrecht. Der strichpunktierte rechte Winkel deutet das Dreieck an, mit dessen Hilfe die Ablesung erfolgt. Seine Lage muß stets so sein, daß die Skalen *I* und *II* von dem einen und *III* und *IV* von dem anderen Schenkel des rechten Winkels geschnitten werden, im übrigen ist die Lage des Dreiecks gänzlich beliebig. Aus der Ähnlichkeit der schraffierten Dreiecke folgt dann ohne weiteres die Beziehung:

$$AB : AC = DE : EF,$$

also

$$AB = AC \frac{DE}{EF}.$$

Wenn man also auf den vier Skalen die vier veränderlichen Größen x, y, z, v in linearer Teilung aufträgt, so kann man mit einem Nomogramm nach Abb. 1 ohne weiteres die Gleichung auflösen:

$$x = y \frac{z}{v} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Für die praktische Anwendung ist die Skalenanordnung nach Abb. 1 insofern etwas unbequem, als die Schnittpunkte auf den Skalen ziemlich flach sind. Man kann jedoch die Skalen in eine andere Lage zueinander bringen, der Winkel, den die Skala *I* und *II* bzw. *III* und *IV* miteinander bilden, braucht durchaus kein rechter Winkel zu sein. Diese Lage war in Abb. 1 nur deshalb gewählt, weil sie den einfachsten Überblick über die Zusammenhänge ergibt. Wie ersichtlich, beruht die Gl. (1) lediglich auf der Ähnlichkeit der beiden Dreiecke; diese Bedingung ist aber stets dann erfüllt, wenn die Skala *I* senkrecht auf *III* und Skala *II* senkrecht auf *IV* steht. Dagegen ist der Winkel zwischen *I* und *II* bzw. zwischen *III* und *IV* vollkommen beliebig, ebenso ist auch die gegenseitige Lage des Schnittpunktes der Skalen vollkommen belanglos.

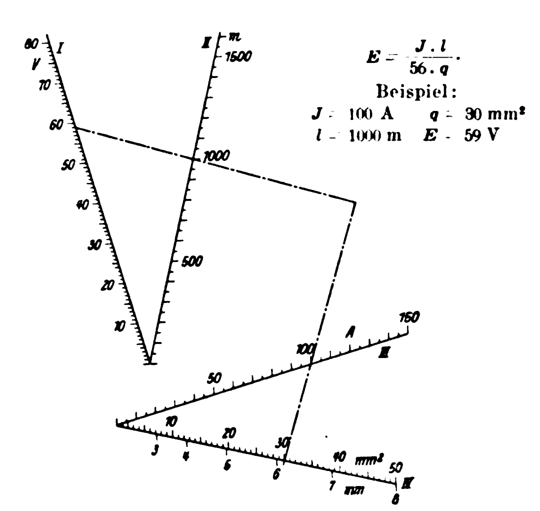


Abb. 2. Verbesserte Skalenanordnung mit größerer Ablesegenauigkeit.

Eine zweckmäßigere Anordnung der Skalen zeigt Abb. 2. Dargestellt ist hierin der Spannungsverbrauch von Kupferleitungen in Abhängigkeit von der Länge, der Stromstärke und dem Leitungsquerschnitt. Wie man sieht, sind sämtliche Skalen linear geteilt. Die Aufzeichnung einer derartigen Tafel ist denkbar einfach. Man trägt auf zwei beliebigen Geraden *I* und *II* in einem beliebigen Maßstab die Spannungen und die Leitungslängen auf. Darauf zeichnet man eine weitere Gerade, welche senkrecht auf *I* steht, und trägt auf dieser die Stromstärke in einem ebenfalls beliebigen Maßstab auf. Die Wahl der Maßstäbe kann, wie gesagt, beliebig erfolgen, man wird sie jedoch in praktischen Fällen so wählen, wie es die gerade erwünschte Ablesegenauigkeit bzw. der gewünschte Ablesebereich erfordert. Lediglich die Skaleneinteilung auf der Skala *IV* darf nicht mehr beliebig gewählt, sondern muß berechnet werden. *IV* muß senkrecht stehen auf der Skala *II*. Eine Kontrolle wird stets dadurch ermöglicht, daß man die Ähnlichkeit der beiden in Frage kommenden Dreiecke und die daraus folgenden Proportionen berücksichtigt.

Das Vorstehende gilt natürlich nur für solche Gleichungen, welche dieselbe Form haben wie die Gl. (1), d. h. es müssen rechts vom Gleichungszeichen zwei Größen im Zähler und eine Größe im Nenner stehen. Hat die gegebene Gleichung eine andere Form, so kommt man nicht mehr mit linearen Skalen aus, man muß dann vielmehr zu dem bekannten Hilfsmittel der Funktionskalen greifen. Die Berechnung derartiger Funktionskalen kann als bekannt vorausgesetzt werden[1].

[1] Ihre Berechnung wird im folgenden stets so vorgenommen werden, daß alle Längenabmessungen der Nomogramme mit griechischen Buchstaben bezeichnet werden, dagegen die darzustellenden Größen (J, E, q oder auch x, y, z usw.) wie üblich mit lateinischen Buchstaben. Die griechischen Buchstaben (ξ, η, ζ, ϑ) bedeuten also unmittelbar eine Länge im Nomogramm in mm. Für eine Funktionskala erhält man dann die Gleichung

$$\xi = \varkappa f(x).$$

Die Funktionskala wird hiernach punktweise berechnet, indem man für x der Reihe nach 1, 2, 3, 4 usw. einsetzt und jeweils die zugehörige Nomogrammstrecke ξ in mm ausrechnet. Für Abb. 1 müßte nach diesen Voraussetzungen die eigentliche Nomogrammgleichung nunmehr geschrieben werden:

$$\xi = \eta \frac{\vartheta}{\zeta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1a)$$

Hierbei ist angenommen, daß die Größe der Skala ξ *I*, die Größe η der Skala *II*, ζ der Skala *III* und ϑ der Skala *IV* entspricht, wie in Abb. 1 angegeben. In allen folgenden Abbildungen soll diese nämliche Voraussetzung ebenfalls gelten, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

Es war eingangs erwähnt worden, daß man additive Gleichungen mit den beschriebenen Nomogrammen darstellen kann. Die grundsätzliche Skalenanordnung hierfür zeigt Abb. 3. Aus der Ähnlichkeit der schraffierten Dreiecke folgt hierbei:

$$(\eta - \xi) : \alpha = (\vartheta - \zeta) : \beta.$$

In dieser Gleichung bezeichnen α und β den Abstand der beiden Skalen *I* und *II* bzw. *III* und *IV*. Macht man diesen Abstand gleich, dann ergibt sich:

$$\eta - \xi = \vartheta - \zeta$$

bzw.

$$\xi = \eta + \zeta - \vartheta \quad . . . . (2)$$

In Gl. (2) hat ϑ ein negatives Vorzeichen. Will man eine rein additive Gleichung darstellen, so muß man die Einteilung für ϑ in entgegengesetzter Richtung zählen wie für ζ. Die Lage der Nullpunkte auf drei Skalen ist beliebig, auf der vierten Skala folgt er aus der Bedingung, daß für $\xi = 0$, $\eta = 0$, $\zeta = 0$ auch $\vartheta = 0$ sein muß.

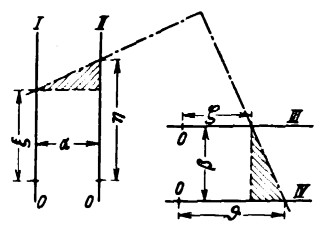


Abb. 3. Skalenanordnung A.

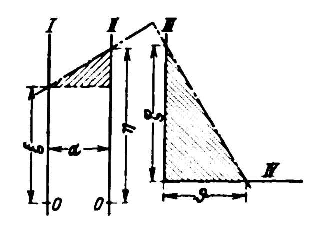


Abb. 5. Skalenanordnung B.

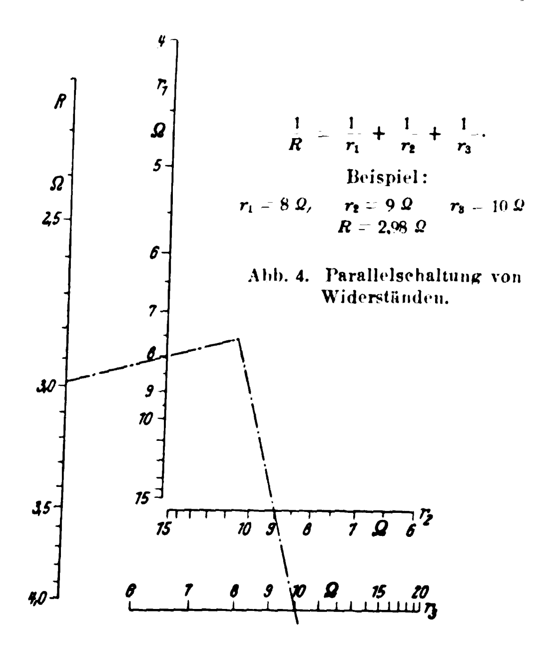


Abb. 4. Parallelschaltung von Widerständen.

Als Beispiel soll die Gleichung:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

dargestellt werden. Die Gleichung nimmt die Form der Gl. (2) an, wenn man einsetzt:

$$\xi = \frac{100}{R}, \qquad \zeta = \frac{100}{r_2},$$

$$\eta = \frac{100}{r_1}, \qquad \vartheta = \frac{100}{r_3}.$$

Abb. 4 zeigt die fertige Tafel. Als Beispiel ist eingezeichnet

$$r_1 = 8\,\Omega, \quad r_2 = 9\,\Omega, \quad r_3 = 10\,\Omega.$$

Die Parallelschaltung dieser drei Widerstände ergibt den Gesamtwiderstand $R = 2{,}98\ \Omega$. Die Ablesung selbst kann mittelst der Tafel ohne weiteres erfolgen.

Die Nullpunkte liegen in Abb. 4 durchweg außerhalb der Zeichnung. Die positive Richtung auf der Skala *IV* ist, wie oben erwähnt wurde, entgegengesetzt der von Skala *III*.

Ein Vergleich zwischen Abb. 1 und Abb. 3 zeigt, daß man für reine Multiplikation zwei Paare von sich schneidenden Skalen, für reine Addition dagegen zwei Paare von parallelen Skalen erhält. Es liegt nahe, daß man für Aufgaben, bei denen Multiplikation und Addition gleichzeitig vorkommen, ein Paar Skalen, welche sich schneiden und ein zweites Paar, welches untereinander parallel verläuft, erhalten wird, d. h. man wird eine Skalenanordnung wie in Abb. 5 erhalten. Für Abb. 5 ergibt sich wiederum aus der Ähnlichkeit der schraffierten Dreiecke die Beziehung:

$$(\eta - \xi) : \alpha = \vartheta : \zeta$$

oder

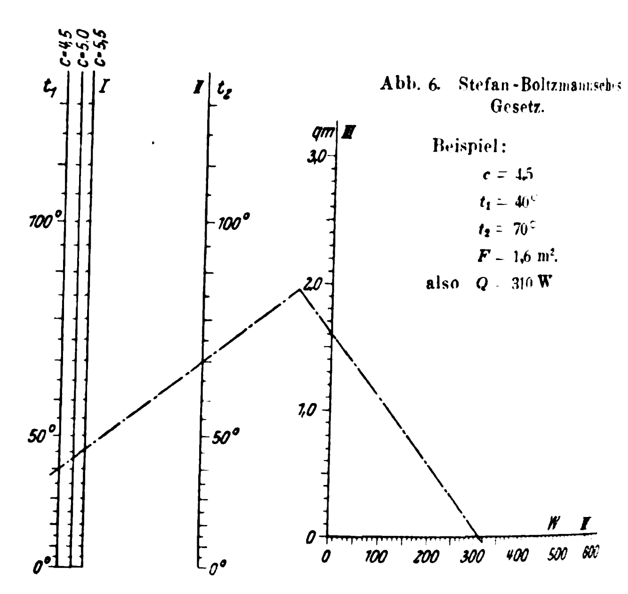
$$\eta - \xi = \alpha \frac{\vartheta}{\zeta} : \quad . . . . (3)$$

hierin ist α der (konstante) Skalenabstand von *I* und *II*.

Als Anwendung dieser Skalenanordnung sei die bekannte Stefan-Boltzmannsche Strahlungsformel behandelt. Die Formel lautet:

$$Q = C\,F\left[\left(\frac{T_2}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_1}{100}\right)^4\right].$$

Hierin ist Q die ausgestrahlte Wärmemenge, F die ausstrahlende Fläche und T_1 bzw. T_2 die absolute Temperatur des Körpers bzw. der Umgebung.



Die Gleichung enthält, wie man sieht, fünf veränderliche Größen, jedoch ist die Größe C für den Strahlungsvorgang selber als Konstante zu betrachten, kann aber für verschiedene Strahlungsverhältnisse verschiedene Werte annehmen. Bei der Aufstellung des Nomogrammes muß man daher die Möglichkeit haben, verschiedene Größen von C berücksichtigen zu können, damit das Nomogramm nicht nur für einen speziellen Sonderfall geeignet ist, sondern allgemein brauchbar ist. C mag etwa zwischen 4 und 5 liegen. Eine genaue Berechnung könnte nach einem Schema ähnlich Abb. 4 erfolgen, soll aber hier nicht behandelt werden. Nimmt man zunächst an, daß $C = 5$ ist, so hat die gegebene Gleichung die Form der Gl. (3), wenn man einsetzt:

$$\xi = 100\left(\frac{T_1}{100}\right)^4; \qquad \zeta = 10\,F$$

$$\eta = 100\left(\frac{T_2}{100}\right)^4; \qquad \vartheta = 10\,Q,$$

$$\alpha = 100\,\frac{1}{C}.$$

Es ergibt sich hiermit das Nomogramm nach Abb. 6. Der Skalenabstand der beiden Parallelskalen folgt aus $\alpha = 1/c$. Ist $c \neq 5$, sondern etwa $c = 4{,}5$ oder auch $c = 5{,}5$, so erhält man einen anderen Skalenabstand, d. h. man bekommt mehrere Skalen nebeneinander, wie Abb. 6 zeigt. Die Anwendung der Abb. 6 erfolgt so, daß man zunächst die Strahlungskonstante c ermittelt, darauf auf der hierzu gehörigen Skala die Temperatur t_1 und auf der zweiten Parallelskala die Temperatur t_2 aufsucht. Durch diese beiden Punkte wird der eine Schenkel des Dreiecks gelegt, der andere schneidet dann auf den beiden rechtwinkligen Skalen zwei zusammengehörige Werte für Oberfläche in m² und ausgestrahlte Wärmemenge in Watt ab. Als Beispiel eingezeichnet sind die Größen $c = 4{,}5$, $t_1 = 40°$, $t_2 = 70°$, Fläche $= 1{,}6$ m² und demnach die ausgestrahlte Wärmemenge $= 310$ W. Wie man sieht, ist die Ablese-

genauigkeit ausreichend groß. Außerdem kann man die beiden rechtwinkligen Skalen beliebig verlängern oder auch in einem beliebig vergrößerten oder verkleinerten Maßstab nochmals dazuzeichnen. In der Abb. 6 sind nicht die absoluten Temperaturen T auf den Skalen angegeben, sondern unmittelbar t in Celsiusgraden, was ja selbstverständlich möglich ist.

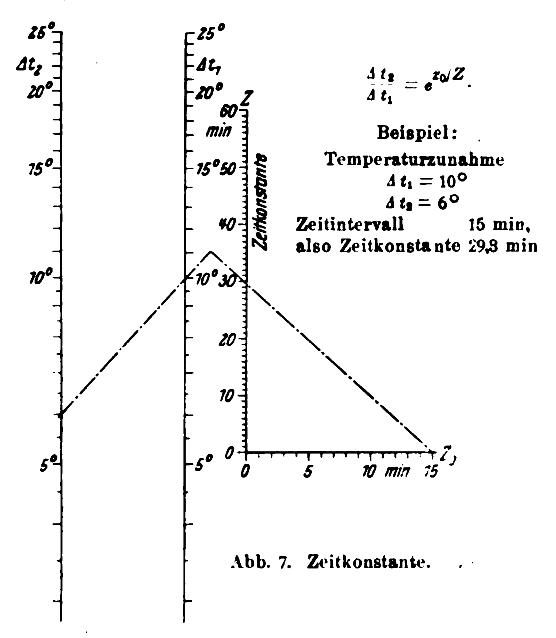


Abb. 7. Zeitkonstante.

Die bisher gebrachten Beispiele zeigen, daß man sowohl Multiplikation als auch Addition ohne irgendeine logarithmische Umformung in einem Nomogramm darstellen kann. Hat man eine Gleichung, in welcher bereits Exponentialfunktionen an sich enthalten sind, so wird man selbstverständlich diese logarithmische Umformung nicht entbehren können. Aber es bieten gerade in diesem Falle die entwickelten Nomogramme den Vorteil, daß man auch solche Gleichungen, welche gleichzeitig

Abb. 8. Krummlinige Skalen. Abb. 9.

Exponentialglieder und multiplikative Glieder enthalten, darstellen kann. In derartigen Gleichungen wird ja durch das Logarithmieren aus dem Exponentialglied ein multiplikatives Glied und aus dem multiplikativen ein additives. Als Beispiel möge die Bestimmung der Zeitkonstante für den Erwärmungsvorgang gewählt werden. Hierfür gilt die bekannte Gleichung:

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = e^{\frac{z_0}{Z}} \quad \text{oder} \quad \log \Delta t_2 - \log \Delta t_1 = \frac{z_0}{Z} \cdot \frac{1}{2{,}3}\,.$$

In dieser Gleichung bedeutet Z die Zeitkonstante, Δt_1 die Zunahme der Temperatur in einem bestimmten Zeitintervall z_0, und Δt_2 die Zunahme der Temperatur in einem anschließenden gleichgroßen zweiten Zeitintervall.

Wenn man einsetzt:

$$\xi = 250 \log \Delta t_2\,, \qquad \zeta = 2{,}3\, Z\,,$$
$$\eta = 250 \log \Delta t_1\,, \qquad \vartheta = 10\, z_0\,,$$
$$\alpha = 250\,,$$

so geht die Gleichung vollständig in die Form der Gl. (3) über. Das Nomogramm selber ist in Abb. 7 dargestellt.

Wenn man Gleichungen hat, welche eine ganze Reihe multiplikativer und additiver Glieder gleichzeitig enthalten, so ist es nicht mehr möglich, mit geradlinigen Skalen auszukommen, sondern man muß dann manchmal eine der Skalen auf eine Kurve verlegen. Das Schema eines derartigen Nomogrammes zeigt Abb. 9. Hierin sind *I*, *III* und *IV* geradlinig, dagegen *II* eine Kurve. Aus der Ähnlichkeit der schraffierten Dreiecke folgt ganz ähnlich wieder wie früher:

$$\frac{\eta'' - \xi}{\eta'}\,\alpha = \vartheta - \zeta\,. \qquad (4)$$

In dieser Gleichung ist jedoch nicht mehr wie früher η' proportional η'', sondern der Zusammenhang zwischen beiden Größen ist eben durch die Kurve gegeben. η' ist die Abszisse und η'' die Ordinate der Kurve η. Am zweckmäßigsten ist es, Abszisse und Ordinate getrennt zu berechnen. Als Beispiel möge das Gewicht des Magnetgestelles eines Kerntransformators mit quadratischem Kern gewählt werden. Für dieses Gewicht ergibt sich mit den in Abb. 9 angegebenen Bezeichnungen die folgende Gleichung:

$$G_{\text{kg}} = \frac{7{,}6 \,.\, 0{,}9}{1000}\,(3\,a^2 h + 2\,a^2\,[3\,a + 2\,b]).$$

Diese Gleichung läßt sich wie folgt umformen:

$$\frac{1000}{7{,}6 \,.\, 0{,}9} \cdot \frac{G}{a^2} = 3\,h + 6\,a + 4\,b$$

oder

$$\frac{1000\,G - 7{,}6 \,.\, 0{,}9 \,.\, 6 \,.\, a^3}{7{,}6 \,.\, 0{,}9 \,.\, a^2} = 3\,h + 4\,b.$$

Damit geht sie in die Form der Gl. (4) über, wenn man einsetzt:

$$-\eta'' = 7{,}6 \,.\, 0{,}9 \,.\, a^3$$
$$\eta' = 7{,}6 \,.\, 0{,}9 \,.\, a^3$$
$$-\xi = 1000\, G.$$

Auf die Berechnung der Maßstabkonstanten im einzelnen soll hierbei nicht eingegangen werden. Sie können grundsätzlich genau so bestimmt werden wie in den früheren Berechnungen. Die fertige Tafel zeigt Abb. 10. Wie er-

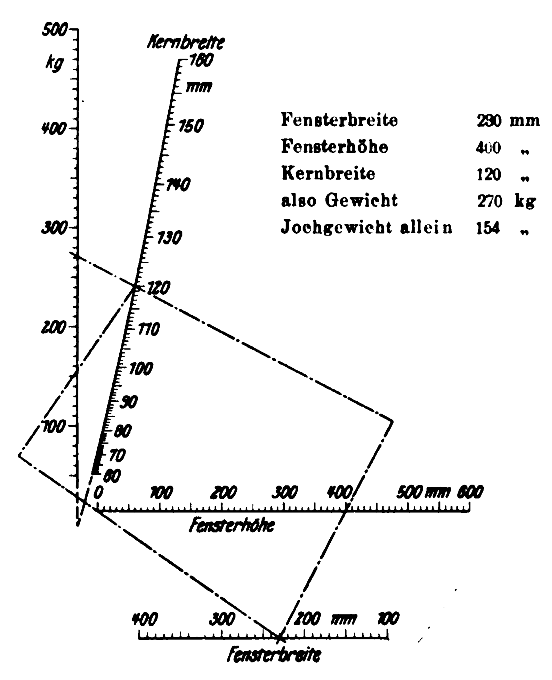


Abb. 10. Gewicht eines Kerntransformators.

sichtlich, kann man mit einer einzigen Einstellung des Dreiecks feststellen, wie groß das Gewicht des Magnetgestelles ist, wenn Fensterhöhe, Fensterbreite und Kernbreite gegeben sind. Die Maße sind in mm angegeben. Als Beispiel eingezeichnet ist: Fensterbreite 230 mm, Fensterhöhe 400 mm, Kernbreite 120 mm. Daraus wird unmittelbar das Gewicht mit 270 kg abgelesen. Man kann dasselbe Nomogramm auch verwenden, um Kerngewicht bzw. Jochgewicht getrennt zu ermitteln. Das Jochgewicht kann man nämlich errechnen, wenn man die Fensterhöhe gleich Null einsetzt. Für das vorliegende Beispiel ergibt sich ein Jochgewicht (für beide Joche zusammen) von 154 kg. Wie man aus Abb. 10 ersieht, ist es bei dieser

zweiten Ablesung erforderlich, das Zeichendreieck um 180° herumzudrehen. Dies ist ohne weiteres sowohl in diesem Nomogramm, wie auch in allen früheren Nomogrammen unzulässig, denn alle Ableitungen beruhen ja immer auf der Ähnlichkeit der beiden Dreiecke. Durch eine Drehung des Winkels um 180° wird aber hierin nichts geändert. In den früher erwähnten Beispielen kann von dieser Drehung manchmal Gebrauch gemacht werden, wenn man besonders weit außerhalb liegende Punkte noch mit für die Ablesung benutzen will.

Die vorstehend beschriebenen Beispiele mögen genügen, um die vielseitige Anwendbarkeit der erwähnten Nomogrammart zu zeigen. Eine ausführlichere Theorie derselben ist an anderer[1] Stelle gegeben.

[1] Z. ang. Math. u. Mech. Dezember 1927.

Verschublokomotive der Schweizerischen Bundesbahnen.

Von Dipl.-Ing. **A. E. Müller**, Genf.

Übersicht. Es wird eine allgemeine Beschreibung der bei den Schweiz. Bundesbahnen auf Zwischenstationen verwendeten Einphasenwechselstrom-Verschublokomotiven gegeben und über die damit gemachten Erfahrungen, insbesondere auch im Vergleich mit Akkumulatorenlokomotiven, berichtet.

Die Schweiz. Bundesbahnen (SBB), welche bereits eine langjährige Erfahrung im Verschiebedienst mit elektrischen Triebfahrzeugen besitzen, haben bis jetzt für den Rangierbetrieb auf kleineren Bahnhöfen Akkumulatoren-Fahrzeuge von 50, 100 und 200 PS Stundenleistung und auf großen Bahnhöfen (wie Bern und Bellinzona) Einphasenstromlokomotiven Typ Ee 3/4 (Achsanordnung 1 C)[1] und Ee 3/3 (Achsanordnung C) von 690 PS Stundenleistung verwendet. Die Brauchbarkeit der elektrischen Verschublokomotiven ist erwiesen; sie bieten gegenüber den Dampflokomotiven insbesondere folgende Vorteile: keine Rauchplage; Wegfall von Kohlen- und Wasserfassen; stete Betriebsbereitschaft; geringer Unterhalt; Personalersparnis infolge Einmannbedienung; hohe Anfahrbeschleunigung; Energieverbrauch nur während der Fahrt.

[1] BBC-Mitt. Baden 1925, H. 11.

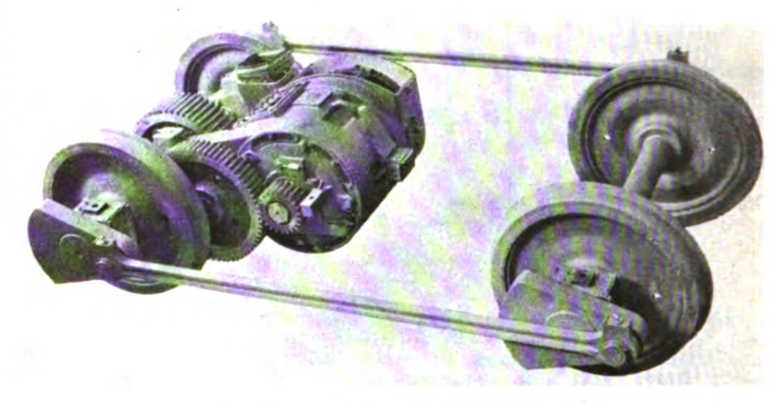


Abb. 2. Triebgestell der Ee 2/2-Verschublokomotive.

Um feststellen zu können, ob in Zukunft an Stelle der Akkumulatoren-Fahrzeuge für den Verschiebedienst auf den Zwischenstationen elektrisierter Strecken mit Vorteil kleine Einphasenstromlokomotiven verwendet werden können, haben die SBB im März 1926 der S. A. des Ateliers de Sécheron in Genf die Lieferung von 2 Lokomotiven Typ Ee 2/2 (Achsanordnung B) übertragen. Die eine dieser Maschinen (Ee 2/2 Nr. 16 001) besorgt seit Mai 1927 den Rangierdienst auf der Station Langenthal, während die zweite (Ee 2/2 Nr. 16 002) seit Juni 1927 im Bahnhof Sitten Verwendung findet.

Für den Entwurf der Ee 2/2-Lokomotiven war maßgebend, daß sie so betriebsicher und einfach gebaut werden können, daß sie von ungeschultem Personal (Stations- oder Güterarbeiter) bedient werden können, wie dies bei den Akkumula-

1 Stromabnehmer
2 Einführungsisolator
3 Hauptschalter
4 Stufentransformator
5 Stufenschalter
6 Überschaltdrosselspule
7 Stromwandler
8 Wendeschalter
9 Triebmotor
10 Erdungstrennmesser
29 Akkumulatorenbatterie
37 Motorshunt.

Abb. 1. Ee 2/2-Verschublokomotive der Schweiz. Bundesbahnen.



torenfahrzeugen der Fall ist. Die weiteren Bauvorschriften waren folgende:

Spurweite . . . . 1435 mm
Höchstgewicht einschl. Ballast 25 t (12,5 t Achse)
Höchstgeschwindigkeit . . { 30 km/h bei Fahrt mit Strom / 40 km/h bei Leerfahrt (Schleppfahrt)
Anfahrzugkraft am Radumfang 6000 kg.

Die Lokomotive soll imstande sein, innerhalb einer Stunde 20mal in Abständen von 3 min mit einem der größten Anfahrzugkraft entsprechenden Zuggewicht (mind. 300 t) auf der Horizontalen anzufahren und dieses Zuggewicht innerhalb 1 min auf 15 km/h zu beschleunigen.

Die Lokomotive erhält keine Drucklufteinrichtung: die Bremse und Steuerung sind daher entsprechend einzurichten.

Die Gesamtanordnung und Hauptabmessungen der Lokomotive sind aus Abb. 1 ersichtlich. Der von der Schweiz. Lokomotivfabrik Winterthur hergestellte mechanische Teil umfaßt das Triebgestell und den Führerstand mit anschließendem Vorbau für die elektrische Apparatur. Das aus einem B ¾-Tender-Untergestell verfertigte Triebgestell besitzt 2 unter sich gekuppelte Triebachsen; der Antrieb erfolgt durch einen Vorgelegemotor gleicher Type, wie bei den Ce 4/6-Motorwagen der SBB zur Verwendung gelangt[2], jedoch mit entsprechend geändertem Gehäuse und doppeltem Stirnradvorgelege mit dem Übersetzungsverhältnis 1 : 9,6 (Abb. 2 und 3). Bei einem Triebraddurchmesser von 1040 mm sind die Leistungs- und Zugkraftverhältnisse folgende: Stundenleistung am Radumfang = 200 PS bei 18,3 km/h; Dauerleistung am Radumfang = 150 PS bei 18,3 km/h; Stundenzugkraft = 2950 kg; Dauerzugkraft = 2200 kg; mittlere Anfahrzug-

[2] Vgl. Schweiz. Bauzg. Bd. 82, Nr. 1 u. 2.

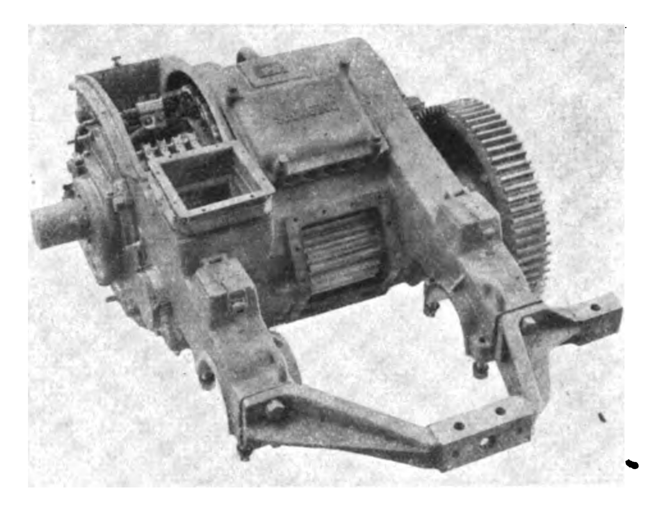


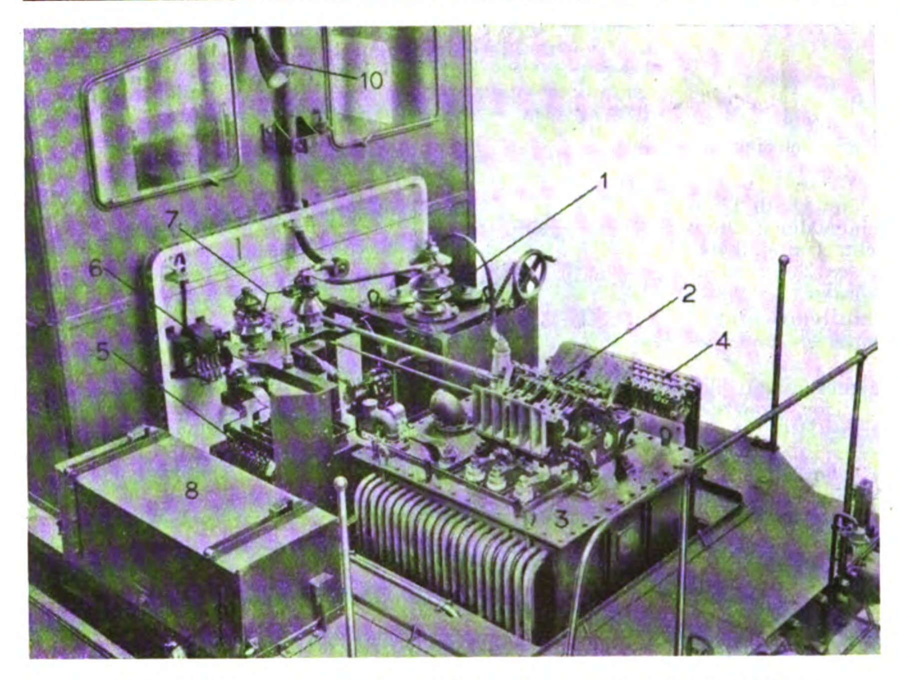
Abb. 3. Triebmotor.

SCHALTFOLGE DER STUFENHÜPFER

HOCHSPANNUNGSSTROMKREIS. BELEUCHTUNGSSTROMKREIS. HILFSSTROMKREIS. STEUERSTROMKREIS. TRIEBMOTORSTROMKREIS.

1 Stromabnehmer
2 Einführungsisolator
3 Hauptschalter
3a Stromwandler
4 Stufentransformator
5 Stufenschalter
5a Funkenlöschung
6 Überschaltdrosselspule
7 Stromwandler
8 Wendeschalter
9 Triebmotor
10 Erdungstrennmesser
11 Maximalstromrelais im Hochspannungstromkreis
12 Vorschaltwiderstand zum Blockierrelais
13 Blockierrelais
14 Maximalstromrelais im Triebmotorstromkreis
15 Triebmotor-Amperemeter
16 Sicherung
17 Beleuchtungs-Regelschalter
18 Beleuchtungs-Transformator
19 Beleuchtungs-Umschalter
20 Voltmeter-Vorschaltwiderstand
21 Fahrleitungs-Voltmeter
22 Nullspannungsrelais
23 Steckdose
24 Signalhupe
25 Druckknopf zu 24
26 Batterievoltmeter
27 Hauptschalterantrieb
27a u. d Handantrieb
27b Verriegelungskontakt
27c Ausschaltmagnet
28 Stufenschalterantrieb
29 Akkumulatorenbatterie
30 Ah-Zähler
31 Schalter für Signallaterne
32 Signallaterne
33 Innenlampen
34 Steckdose für Handlampe
35 Haubenverriegelung
36 Hauptschalterkübel-Verriegelung
37 Motorshunt
38 Stromabnehmerantrieb

Abb. 4. Schaltplan der Ee 2/2-Verschublokomotive.



1 Hauptschalter
2 Stufenschalter
3 Stufentransformator
4 Motorshunt
5 Überschaltdrosselspule
6 Stromwandler
7 Erdungstrennmesser
8 Akkumulatorenbatterie
9 Ah-Zähler
10 Signalhupe

Abb. 5. Führerstandsvorbau mit Stufenschalter und Stufentransformator.

kraft = 6000 kg. Der Triebmotor besitzt Eigenventilation. Das Ansaugen der Kühlluft erfolgt mit Rücksicht auf die Bremsstaubbildung beim Rangierbetrieb unter dem Führerstandsdach durch ein Sieb, die Luftzuführung zum Motor durch Blechkanäle und Faltenbalg.

Als Bremse ist nur eine von jeder Seite des Führerstandes aus betätigbare und auf alle Triebräder mit je zwei Bremsklötzen wirkende Wurfhebelbremse vorhanden. Bei 40 kg Bremsdruck am Wurfhebel beträgt der totale Bremsdruck 80 % des Lokomotivgewichtes. Die Betätigung der Sandstreuvorrichtung geschieht für beide Fahrrichtungen vom Führerstand aus mittels Pedal. Es werden jeweils nur die vorderen Räder gesandet; die Umsteuerung der Sandstreuvorrichtung erfolgt durch ein Gestänge vom Wendeschalter aus.

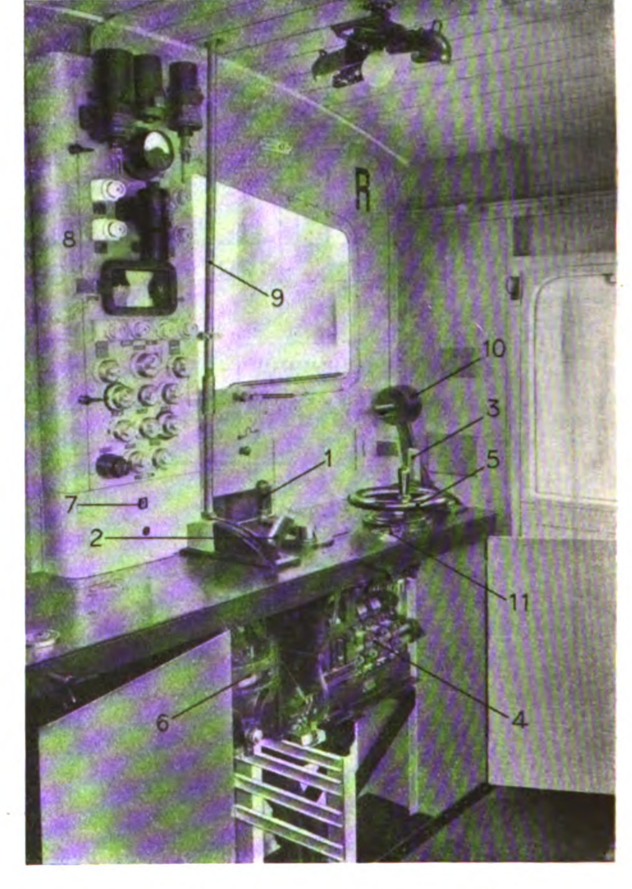
Abb. 4 zeigt die Schaltanordnung der elektrischen Apparatur. Der Einbau ist so getroffen, daß im Führerstandsvorbau der Stufentransformator mit aufgebautem Stufenschalter, der Haupt-(Öl-)Schalter, die Überschalt-Drosselspule und der Motorshunt untergebracht sind (Abb. 5), während der Triebmotor unter dem Führerstandsboden sich befindet und die übrigen Apparate und Einrichtungen teils im Führertisch, teils an der vorderen Führerstandswand angebracht sind (Abb. 6).

Alle elektrischen Hauptschaltapparate werden mechanisch von Hand betätigt. Die Handräder für den Stufenschalter und die Hebel für den Wendeschalter sind auf der rechten und linken Seite des Führerstandes vorgesehen, so daß der Führer seinen Standort beliebig wechseln kann, wie dies im Verschiebedienst erforderlich ist. In der Mitte des Führertisches sind die Stromabnehmerkurbel und der Hauptschalter-Betätigungshebel angebracht; darüber befindet sich die Schalttafel mit Stellungsanzeiger zum Stufenschalter.

Der Stromabnehmer (Abb. 7) ist mit einer Doppelwippe versehen zwecks Überbrückung der in der Leitungsanlage der Bahnhöfe vorhandenen Streckentrenner. Das Heben erfolgt durch Drehen der Stromabnehmerkurbel im Führerstand in der Weise, daß über einen Übersetzungs- und Gestängeantrieb eine den Antriebsfedern entgegenwirkende Rückzugfeder zusammengepreßt und dadurch die Antriebsfedern freigegeben werden. Während zum Heben des Stromabnehmers 16½ Kurbelumdrehungen nötig sind, erfolgt das Senken unter dem Einfluß der erwähnten Rückzugfeder mit einer halben Umdrehung im Gegensinn, wobei das Antriebsgestänge vom Kurbelantrieb selbsttätig losgekuppelt wird. Mit dieser einfachen, den Sécheron-Werken geschützten Vorrichtung wird auf rein mechanischem Wege der Forderung für rasches Senken des Stromabnehmers genügt. In der „Abschlußstellung" des Stromabnehmerantriebes wird der Stufen- und Wendeschalterantrieb blockiert und kann die Handkurbel weggenommen werden. Das Verbringen des Antriebes in die Abschlußstellung ist anderseits nur möglich, wenn der Stufenschalter und die Wendeschalter sich in der Nullstellung befinden. Mit der frei gewordenen Stromabnehmerkurbel kann nun im Bedarfsfall auch die Blechhaube des Vorbaues entriegelt werden, wobei gleichzeitig die Hochspannungsleitung vor dem Hauptschalter geerdet und die Hauptschalterkübel-Verriegelung zwecks Herablassens des Ölkübels aufgehoben wird. Die Kurbel kann erst nach dem Schließen der Haube wieder abgezogen werden.

Der Hauptschalter (Ölschalter) kann außer der mechanischen Ein- und Ausschaltung bei Überlast, Kurzschluß oder Spannungsausfall auch selbsttätig vermittels eines Auslösemagneten in Verbindung mit Maximalstrom- und Nullspannungsrelais ausgeschaltet werden.

Der Stufentransformator (Abb. 8) von 180 kVA Stundenleistung ist als Öltransformator mit Sparschaltung und natürlicher Ölkühlung durch ein am Transformatorkessel



1 Stromabnehmerkurbel
2 Hauptschalter-Betätigungshebel
3 Wendeschalter-Betätigungshebel
4 Wendeschalter
5 Handrad zum Stufenschalter
6 Schnappschalter
7 Stufenzeiger
8 Führerstand-Schalttafel
9 Gestängeantrieb zum Stromabnehmer
10 Wurfhebelbremse
11 Druckknopf zur Signalhupe

Abb. 6. Führerstand der Ee 2/2-Verschublokomotive.



angebrachtes Röhrensystem ausgeführt. Die Sekundärwicklung besitzt sechs Anzapfungen zwischen 0 und 310 V. Die Spannungs- (Geschwindigkeits-) Regelung des Triebmotors erfolgt durch Anschluß an die verschiedenen Stufenspannungen mittels des Stufenschalters über eine Überschalt- (Spannungsteiler-) Drosselspule in der aus Abb. 4 ersichtlichen Schaltung.

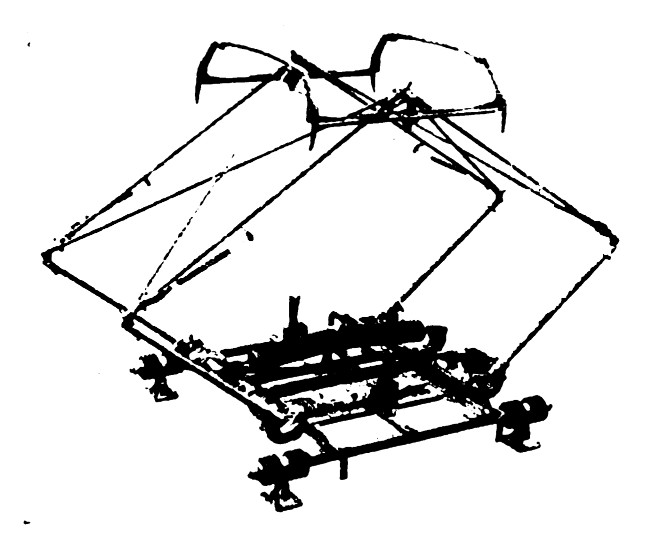


Abb. 7. Stromabnehmer.

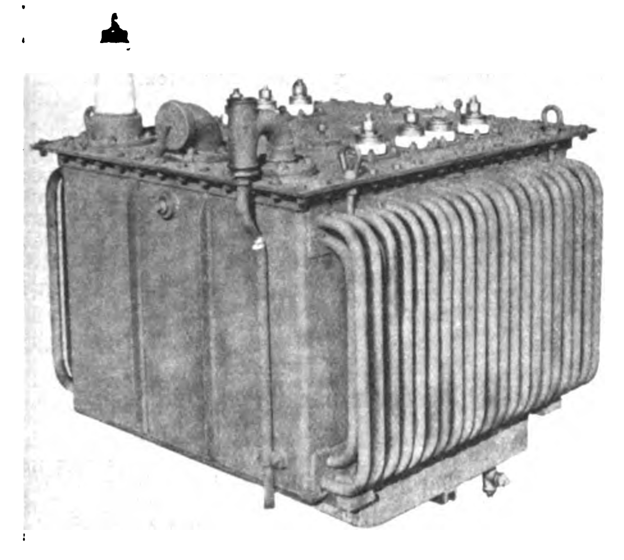


Abb. 8. Stufentransformator.

Der Stufenschalter (Abb. 5) umfaßt 12 in einem Rahmengestell vereinigte, durch Nockenscheiben betätigte Einzelschalter. Bei der in Abb. 4 angegebenen Schaltfolge werden 12 Anfahr- und Regelstufen erzielt. Die Übersetzung des Antriebes ist so gewählt, daß in jeder Schaltstufe das Handrad um 90° gedreht werden muß. Um sofortige und von der Handbewegung des Führers möglichst unbeeinflußte Schaltungen zu erreichen, ist im Handantrieb ein patentiertes mechanisches Schaltwerk („Schnappschalter") mit folgender Wirkungsweise eingeschaltet: Beim Drehen des Handrades von einer Stufe auf die nächstfolgende wird durch ein Klinkenwerk eine Spiralfeder gespannt, welche bei Erreichung der neuen Stufe plötzlich freigegeben wird, so daß unter Wirkung der Federkraft eine plötzliche Betätigung der Nockenwelle erfolgt. Dieser Vorgang wiederholt sich für jede Stufe, beim Auf- und Abschalten des Stufenschalters. Mit dieser Einrichtung wird bei geringem Kraftaufwand am Handrad unabhängig von der Geschwindigkeit der Betätigung des Handantriebes eine augenblickliche Schaltung der Kontaktorgane erreicht und dem Führer unmöglich gemacht, die Einzelschalter in einer Zwischenstellung zu halten.

Der im Führertisch eingebaute Wendeschalter (Abb. 6) ist als Walzenschalter mit Kontaktfingern ausgebildet und wird direkt von der linken oder rechten Führerstandseite aus mittels Hebels betätigt. Die Stufen-, Hauptschalter, Wendeschalter- und Stromabnehmerantriebe sind derart untereinander verriegelt, daß jedes falsche Schaltmanöver ausgeschlossen ist. Die Beleuchtung erfolgt normalerweise mit 36 V Wechselstrom durch einen besonderen kleinen Beleuchtungstransformator mit drei Regelungsanzapfungen zwecks Ausgleichung des Spannungsabfalles im Netz. Mittels eines Umschalters kann der Beleuchtungsstromkreis auch an eine 36 V-Akkumulatorenbatterie angeschlossen werden (bei Ausbleiben der Fahrdrahtspannung), von welcher auch die beiden Signalhupen und die Auslösespule des Hauptschalters gespeist werden. Zur Kontrolle der Batterie dienen ein Voltmeter und ein Ah-Zähler. Da ein Motorgenerator nicht vorhanden ist, wird die Batterie nach Entladung gegen eine frisch geladene ausgetauscht. Außer den Batterieinstrumenten sind ferner ein Voltmeter für die Fahrleitungsspannung und ein Amperemeter für den Triebmotorstrom vorhanden. Mit Ausnahme des am Batteriekasten angebrachten Ah-Zählers sind sämtliche Meßinstrumente, Relais, Schalter und Sicherungen auf der aus Abb. 6 ersichtlichen Führerstand-Schalttafel vereinigt.

Die vorstehend beschriebenen Verschublokomotiven haben die beim Entwurf gestellten Forderungen im praktischen Betrieb in jeder Beziehung erfüllt. Die mittlere Tagesleistung der Maschine Nr. 16001 beträgt bei 12- bis 14stündigem Betrieb rd. 80 km, während die Lokomotive Nr. 16002 etwa 50 ÷ 60 Tageskilometer zurücklegt. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit beträgt etwa 6 km/h; es werden täglich rd. 4000 Schaltungen (Zu- und Abschalten des Stufenschalters) ausgeführt. Die Einfachheit der Bedienung und die Leistungsfähigkeit der Ee 2/2-Lokomotiven haben dieselben bald zum bevorzugten Rangierfahrzeug für Zwischenstationen gemacht. Diese Tatsache hat dann auch die Bahnverwaltung veranlaßt, den Sécheron-Werken Ende 1927 eine weitere Bestellung auf drei gleiche Verschublokomotiven zu erteilen.

Der Steuerwert der Wasserkraft.

Von Baurat Prof. **R. Toepel**, Leipzig.

Übersicht. Die Ermittlung des Steuerwertes einer Wasserkraftanlage aus den Anlagekosten zuzüglich des Wertes des Wasserkraftnutzungsrechtes nach der Formel des Erlasses des Reichsfinanzministers vom 15. I. 1927 deckt sich nicht mit dem grundsätzlich in Ansatz zu bringenden „gemeinen Wert" für alle Kraftmaschinen — Wasser-, Wärme-, Verbrennungskräfte —, der sich bei Wasserkräften in der wirtschaftlichen Leistung, den Selbstkosten und dem sog. Ertragswerte auswirkt.

Es ist sicher, daß aus unserer wirtschaftlichen Notlage nur eine Rettung durch intensive produktive Arbeit möglich ist unter Rationalisierung der Gütererzeugung. Hierzu müssen unter Ausschaltung der begrenzten menschlichen Arbeit hochwertige Arbeitsmaschinen in ihren vielgestaltigen Ausführungsformen dienen, die ihren Antrieb von Kraftmaschinen erhalten. Die natürlichen Hilfsquellen der Länder, die Naturkräfte, sind restlos auszunützen, was geradezu eine Lebensfrage für uns geworden ist, mag diese Ausnutzung in einer Wasser-, Wärme- oder Verbrennungskraftmaschine stattfinden. Volkswirtschaftlich am wertvollsten ist offenbar die erstere, weil sie allein auf einer unerschöpflichen Kraftquelle beruht. Allerdings ist sie an den Ort gebunden, veränderlich und die billigste nicht, im Gegenteil in den Anlagekosten am teuersten, in den Betriebskosten am billigsten.

Man sollte nun meinen, daß zur Erschließung und Ausnutzung dieser wertvollsten Arbeitskraft, an der auch das Ausland mit allen Mitteln arbeitet, bei uns alle künstlichen Hemmnisse hinweggeräumt, insbesondere auch die Steuerlasten auf ein erträgliches Maß beschränkt würden. Dem ist aber nicht so, auch der bekannte Erlaß des Reichsfinanzministers vom 15. I. 1927 entspricht dieser Voraussetzung nicht, obgleich er von mancher Seite schon als ein Fortschritt angesehen wird. Natürlich können wir in unserer heutigen Lage nicht ohne schwer tragbare Steuern auskommen, aber das kann wenigstens verlangt werden, daß eine gerechte Verteilung derselben stattfindet, d. h. bei den Kraftanlagen eine Bewertung nach ihrer Größe und Leistung bzw. ihrem „Ertrag". Dies geschieht zwar annähernd

bei den anderen Kraftanlagen, deren Herstellungs- und Steuerwert etwa dem entspricht, nicht aber bei den Wasserkraftanlagen, deren „Ertrag" von dem Gefälle und der Wassermenge abhängt und deren Grenze der Wirtschaftlichkeit erreicht, ja bereits überschritten wird, wenn die Betriebskosten denen einer anderen, am Ort billigsten motorischen Anlage gleich sind. Wir sind hierbei gewöhnt, um alle diese verschiedenen Kraftmaschinenanlagen miteinander vergleichen zu können und auch sonst im wirtschaftlichen Verkehr eine Krafteinheit, die Pferdestärke oder das Kilowatt, zugrunde zu legen, die aber nach dem Erlaß bei der steuerlichen Bewertung nicht in Frage kommen soll. Die Besteuerung erstreckt sich auf die Wasserkraftanlage als zum Betriebsvermögen gehörigen Gegenstand einerseits und auf das Wassernutzungsrecht andererseits. Die zur Bewertung dieses Rechtes angegebene Formel kann aber auch nicht umhin, die durchschnittliche Jahresarbeit in Pferdekraftstunden und deren Rohertrag sowie die Baukosten der Wasserkraftanlage auf heutigen Preis bezogen mit den jährlichen Gesamtbetriebskosten zur Berechnung heranzuziehen, um die jährliche Reinertragsrente und damit den Reinertragswert selbst zu ermitteln. Man ersieht hieraus, daß dieses Schätzungsverfahren durchaus nicht einfacher und genauer als das früher übliche nach Pferdestärken ist.

Die Wasserkraftanlage wird hiernach einmal bewertet nach dem Herstellungswert und außerdem nach dem Ertragswert, also doppelt. Man muß sich wundern, warum demgegenüber die anderweitigen Nutzungen des Wassers, die nicht nur einem kurzen Gebrauche wie bei der Wasserkraft, sondern auch einem Verbrauche, einer Verunreinigung usw. unterliegen, wie die Wässerungs- und Meliorationsanlagen, die Abwässervorflut u. a., insbesondere aber die eine intensivste Ausnutzung bewirkenden Wasserversorgungsanlagen nicht ebenfalls der Besteuerung verfallen sind.

Die Herstellungs- oder Anlagekosten einer Wasserkraftanlage laufen durchaus nicht ihrer allein in Betracht kommenden Leistungsfähigkeit wie bei den anderen Kraftanlagen parallel, sie würden ein unrichtiges Bild des Wertes ergeben; gerade die Anlagen mit großem Gefälle, also großer Leistungsfähigkeit, sind billiger zu erstellen als die Anlagen mit kleinem Gefälle; zudem finden die neueren und neuen Anlagen meist ungünstigere Geländeverhältnisse als die älteren vor, die bereits die günstigsten Gefälls- und Geländeverhältnisse ausgenutzt haben, so daß deren höhere Besteuerung nach den höheren Anlagekosten allen Anreiz zum Ausbau, bei älteren Anlagen zu ihrer Erweiterung vermissen läßt.

Und wir haben noch viele Gelegenheiten zum Ausbau von kleinen und mittleren Wasserkräften an unseren Bächen und Flüssen, deren Ausbau oder Erweiterung durchaus lohnend ist. Volkswirtschaftlich haben diese kleineren Anlagen der Mühlen, Sägewerke und gewerblichen Unternehmungen, wenn auch nur von örtlicher Bedeutung, infolge ihrer Vielseitigkeit und großen Anzahl fast ein Viertel der deutschen Stromerzeugung allein geliefert und könnten leicht auf das Doppelte gebracht werden; sie müßten nur in jeder Beziehung auch durch Steuerbegünstigung wie in anderen Ländern unterstützt werden.

Welches auch der Gesamtwert der Wasserkraftanlage und ihrer Wassernutzungsrechte ist, jedenfalls darf sie den sog. gemeinen Wert, richtiger allgemeinen Wert (Verkehrs-, Markt-, Handels-, Tauschwert), nicht unterschreiten. Der Begriff des gemeinen Wertes ist von der früheren Steuergesetzgebung auf die neueren Steuergesetze übergegangen und u. a. in der Reichsabgabenordnung vom 13. XII. 1919 (RAO.) und im Reichsbewertungsgesetze vom 10. VIII. 1925 (RBG.) verankert; hiernach wird der gemeine Wert durch den Preis bestimmt, der im gewöhnlichen Geschäftsverkehr unter Berücksichtigung aller den Preis beeinflussenden Umstände (ausgeschlossen ungewöhnliche und persönliche Verhältnisse) bei einer Veräußerung an einen beliebigen Käufer im ganzen im Weiterbetriebe normalerweise erzielt wird. Dieser Wert ist zwar bei einer Ware und auch bei anderen Kraftanlagen nicht schwierig festzustellen, wohl aber bei einer Wasserkraftanlage, da Vergleichszahlen aus Verkäufen bzw. Marktpreise in der Regel fehlen. Man ist deshalb auf andere Hilfswerte angewiesen. Der Hauptnachdruck ist aber auf die Leistungs- bzw. Ertragsfähigkeit zu legen, nach dem Gewerbesteuergesetz auf den Wert der Betriebsanlage (Neuwert abzüglich Abnutzung); die Werte müssen selbstverständlich in einem gesunden Verhältnisse zum gemeinen Wert stehen. Natürlich gibt keiner dieser Hilfswerte den gesuchten ohne weiteres an, sie sind nur als Vergleichszahlen zu würdigen. Man könnte nun in ähnlicher Weise wie bei der Abschätzung von bebauten Grundstücken verfahren, indem man den Mittelwert aus dem Ertragswerte und dem Werte der Anlage mit Zuschlag des Bodenwerts zum Bauwert berechnet (bei der Wasserkraftanlage die Wasserbenutzungsrechte) und bei einer Kapitalisierung durch den Zinsfuß noch andere beeinflussende Umstände erfaßt wie die Ortsgebundenheit, Veränderlichkeit des Wasserzuflusses, Beschaffenheit der Anlage, Verkehrs- und Geschäftslage u. dgl.

Die für die Berechnung des Kapitalwertes der Jahresrente von Wassernutzungsrechten aufgestellte Formel des Erlasses vom 15. I. 1927 dürfte nur in wenigen Fällen bei großen Anlagen, die aber meist in öffentlichen Händen sind und sonst zu einer Überbewertung führen, dem gemeinen Werte des Rechtes entsprechen, während man bei kleineren Anlagen mit geringem oder keinem Werte des Rechtes einfacher und schneller auf dem Wege der Schätzung, z. B. als Zuschlag zum Grundwerte, zum Ziele kommt. Indessen spielt wie oben bereits ausgeführt, der Herstellungspreis einer Wasserkraftanlage für die Bewertung nur eine untergeordnete Rolle, er ist auch bei älteren Anlagen schwer zu beziffern und ist nur bei Feststellung des Ertrages und der dabei zu ermittelnden Betriebskosten wichtig; denn der Kapitaldienst einschließlich Abschreibung und Tilgung nimmt allein meist über die Hälfte der Betriebskosten in Anspruch. Als „Ertrag" der ausgebauten Wasserkraft kommt der Wert der gewonnenen motorischen Kraft allein in Betracht, und der Ertragswert hat lediglich diesen Wert zu ermitteln, und zwar ohne Rücksicht auf die Gestaltung des Betriebes und auf etwaigen anderweitigen Gebrauch und Verbrauch des Wassers. Man wird hierbei meist nicht umhin können, einen Vergleich zu ziehen mit dem Sachwerte und den Betriebskosten einer anderweitigen gleichwertigen, d. h. gleich leistungsfähigen, für den betreffenden Ort billigsten motorischen Kraft. Die kapitalisierten Unterschiede der Betriebskosten einschließlich des Sachwertes werden hierbei einen Beurteilungsmaßstab für den gemeinen Wert ergeben. Sollte hierbei ein Mißverhältnis zwischen dem gemeinen Wert und dem Ertrage sich ergeben, so ist dies nach einem Urteile des Reichsfinanzhofes kein Grund zur Nichtberücksichtigung des Ertragswertes.

Wenn bei der Steuerveranlagung meist vom Anschaffungs-(Anlage-)wert abzüglich der Abnutzung ausgegangen wird unter Bezugnahme auf § 139, Abs. 2, RAO., so ist anderseits auf § 31, Abs 1, RBG. hinzuweisen, und es ist Sache des fachkundigen Beraters in theoretischer und praktischer Beherrschung aller Bewertungseinflüsse zwischen dem Steuerpflichtigen und der Steuerbehörde zu vermitteln.

Erdschlußschutz paralleler Leitungen.

Für den Erdschlußschutz paralleler Leitungen hat sich die seit einer Reihe von Jahren bekannte Schaltung nach Holmgreen bewährt, bei der drei parallelgeschaltete Stromwandler an der Stromspule eines Relais liegen, dessen Spannungsspule an der Nullpunktspannung des Systems gegen Erde liegt[1]. Auf die Arbeitsweise dieser Anordnung ist die Lage des Erdschlußpunktes von Einfluß, ferner etwa angeschlossene größere Netzteile sowie etwa vorhandene Erdschluß-Löschspulen. Diese Fälle werden von F. Ahrberg[2] hinsichtlich der Selektivität des Schutzes untersucht. Der Verfasser stellt zunächst bei verschiedener Lage des Erdschlusses im Netz ohne Löscheinrichtung fest, daß die Selektivität in allen Fällen gewahrt bleibt, sofern die Zeitverzögerung der vier Relais entsprechend eingestellt ist. Die Relais sprechen auf den kapazitiven Erdschlußstrom an, also auf $E I \sin\varphi$. Ist eine Löscheinrichtung vorhanden, so wird zur Anzeige die Wirkkomponente des Erdschluß-Reststromes benutzt, also auf $E I \cos\varphi$ ansprechende Relais. Auch für diesen Fall ergibt die Untersuchung verschiedener Lagen des Erdschlußpunktes, daß die Selektivität immer gewahrt werden kann, indem man wieder die Zeitverzögerung geeignet wählt. Fehlauslösungen bzw. -Anzeigen der Relais ohne Vorhandensein eines Erdschlusses erscheinen in guten Netzen ausgeschlossen. *nkl*

[1] Vgl. Siemens-Z. 1923, S. 459.
[2] F. Ahrberg, El. u. Maschinenb. Bd. 43, S. 613.



RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Über den Einfluß der Behandlung des Transformatoreisens auf seine Wattverluste. — Nachdem durch die umfassenden Untersuchungen von Gumlich über die Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften der Eisenlegierungen von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung auch über die Rolle, welche das Silizium beim Transformatoreisen spielt, im wesentlichen Klarheit geschaffen war, fand Yensen[1] bei der Wiederholung eines Teils dieser Versuche mit bedeutend reinerem Ausgangsmaterial, daß für die magnetischen Eigenschaften, insbesondere den Hystereseverlust, noch ein anderer Faktor

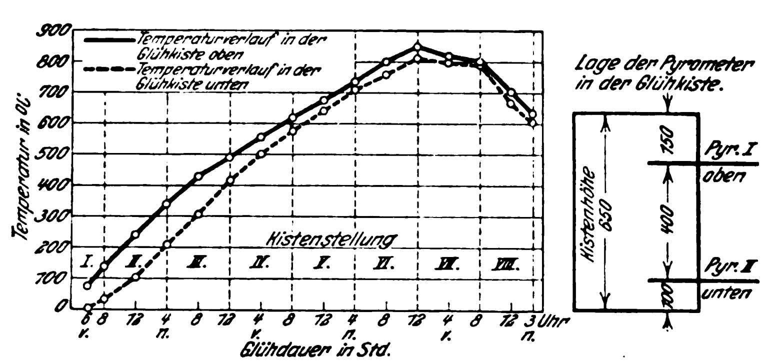


Abb. 1. Günstigster Temperaturverlauf in der Glühkiste.

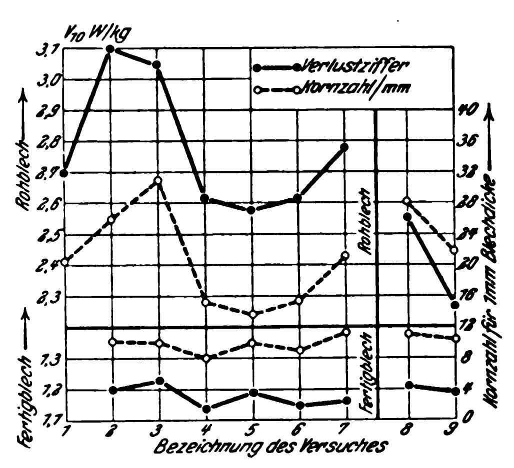


Abb. 2. Verlustziffer und Kornzahl.

von Einfluß ist, nämlich die Korngröße, und zwar sollte eine lineare Abhängigkeit zwischen dieser und dem Hystereseverlust bestehen, so daß kleines Korn größeren Hystereseverlust bedingt und umgekehrt. In der Folge hat sich hier tatsächlich ein Zusammenhang gezeigt, wie die Arbeiten von Daeves und von Ruder erwiesen haben. Da nun aber die Korngröße ihrerseits wieder stark von der mechanisch-thermischen Behandlung abhängt, so erhob sich die praktisch äußerst wichtige Frage, welchen Einfluß der übliche Herstellungsgang von Transformatorblechen auf die Korngröße und damit auf die Wattverluste hat. Die beiden Verfasser haben über diese Frage sehr umfangreiche Untersuchungen angestellt. Sie gingen so vor, daß sie zunächst diejenigen Umstände ermittelten, die hier eine Rolle spielen, und dann die Größe dieser Einflüsse nachprüften. Es kommen im wesentlichen die folgenden Umstände in Betracht:

1. Verformungsgrad: Da die Platinen zum Teil beträchtliche Unterschiede in der Stärke aufweisen, so sind sehr verschiedene Walzdrucke erforderlich, um sie schließlich auf eine Blechform herunterzuwalzen.

2. Dauer der Wärmung vor dem Walzen: Da die Dauer der Walzzeit eines Ganges gleichzeitig die Länge der darauffolgenden Zwischenwärmung darstellt, so ergibt sich, daß diese letztere mit der Anzahl der gewalzten Platinen, also mit der Walzdauer überhaupt, stark schwanken kann.

3. Zahl und Temperatur der Stiche beim Fertigwalzen: Um eine genaue Blechform zu erreichen, ist es mitunter erforderlich, daß ein oder zwei Stiche mehr als gewöhnlich, daher auch bei tieferer Temperatur ausgeführt werden.

4. Glühdauer und Glühtemperatur der Rohbleche: Hier wurde zur besseren Kontrolle oben und unten in jede Glühkiste je ein Thermoelement eingebaut. Abb. 1 zeigt den günstigsten Temperaturverlauf.

Nach diesen vorbereitenden Feststellungen wurde nun die Größe dieser Einflüsse bestimmt, indem die Herstellungsbedingungen bei der Verarbeitung der Platinen zum Blech weitgehend variiert wurden. Es kamen 17 Blöcke einer Schmelzung zur Verarbeitung. Silizium- (4,42 %) und Kohlenstoffgehalt (0,075 %) schwankten nur ganz unwesentlich. In allen Stufen der Verarbeitung wurden die Bleche mikrographisch untersucht sowohl hinsichtlich der Kornzahl auf 1 mm Blechdicke als auch des Streckungsgrades der Körner. Ferner wurden die Verlustziffern V_{10} und V_{15} an allen Roh- und Fertigblechen bestimmt. Den Plan der ersten Versuchsgruppe gibt Zahlentafel 1. Bei einer zweiten Gruppe wurden nur die Wärmzeiten variiert (siehe Zahlentafel 2). Die Hauptresultate sind in den Abbildungen 2, 3, 4 und 5 enthalten.

Abb. 3. Verlustziffer und Streckungsgrad der Körner.

Abb. 4. Verlustziffer und Endstichtemperatur.

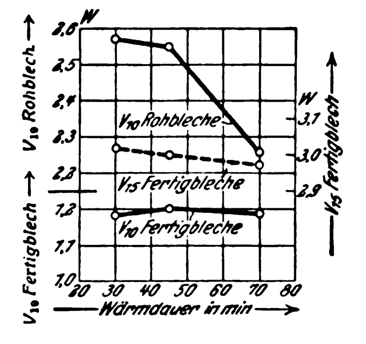


Abb. 5. Verlustziffer und Wärmdauer.

Ihre Diskussion ergibt, daß eine Beziehung zwischen Korngröße und Verlustziffer besteht, und zwar derart, daß großes und gleichmäßiges Korn niedrige Wattverluste be-

[1] ETZ 1924, S. 534.



Zahlentafel 1.

Walzvorgang	Temperatur im Schweißherd des Flammofens °C	Anstichtemperatur °C	Zwischenstichtemperatur am Fertiggerüst °C	Stichzahlen	Gesamtwalzdauer min	Gesamtwärmdauer	Enddicke der Bleche mm	Bearbeitungsgrad	Versuchsnummer
Platinenart: 12 mm Dicke = 12,5 kg									
Platinengang	1180	1115	800	6	10	13 st Stoßofen	1,55	6,7	
Gang zu 4 Blechen	—	—	830	2	10	10 min	0,75	15,0	
Fertiggang	1000	—	690 675 630	2 3 4	10	10 min	0,35	33,2	1 2 3
Platinenart: 13,5 mm Dicke = 14,5 kg									
Platinengang	1170	1110	840	6	15	12 st Stoßofen	1,55	7,7	
Gang zu 4 Blechen	1040	—	845	2	13	15 min	0,78	16,3	
Fertiggang	1020	830 850	800 725	2 3	15	20 min	0,35	37,5	4 5
Platinenart: 19 mm Dicke = 19,3 kg									
Platinengang	1150	1120	810	6	25	12½ st Stoßofen	1,75	9,9	
Gang zu 4 Blechen	1020	850	815	2	20	25 min	0,78	22,0	
Fertiggang	1035	870 840	700 650	3 4	20	20 min	0,35	53,5	6 7

Zahlentafel 2.

Walzvorgang (13,5 mm-Platinen)	Gewöhnliche Wärmzeit		Längere Wärmzeit	
	Walzdauer min	Wärmdauer min	Walzdauer min	Wärmdauer min
Platinengang	19	19	13	30
Gang zu 4 Blechen	10	26	10	40
Fertiggang	12		10	

dingt. Der Einfluß der Korngröße wird aber von anderen Einflüssen stark überdeckt, ganz besonders von der „Entgasung" ($FeO + C = Fe + CO$). Die durch die unterschiedliche Behandlung während des Herstellungsganges bedingten Verschiedenheiten werden durch eine richtige Fertigglühung fast vollständig ausgeglichen. Durch die Verlängerung der Gesamtwärmzeiten wurden die Verlustziffern des Rohblechs günstig, die des Fertigblechs nur unwesentlich beeinflußt. Bei diesem ist ein Unterschied in der Korngröße nicht mehr vorhanden. Die günstigste Temperatur der Fertigwalzung liegt bei 750 °C. Durch Walzen bei einer tieferen Temperatur wird durch eine Erhöhung der Stichzahl über drei sowohl das Roh- als auch das Fertigblech verschlechtert. (G. Eichenberg u. W. Oertel, St. u. E. Bd. 47, S. 262.) *Sts.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Präzisions-Taschen-Isolationsprüfer. — Schon lange hatten die Außenbeamten der Elektrizitäts- und Überlandwerke sowie die Installateure den Wunsch, an Stelle der großen bisher gebräuchlichen Kurbelinduktoren einen kleinen, auch in der Aktenmappe tragbaren Apparat zu besitzen, der allen technischen Anforderungen entspricht, jedoch leicht handlich und trotzdem zuverlässig gebaut ist. Nach langen Versuchen ist es der Fa. Gebr. Ruhstrat A. G., Göttingen, gelungen, einen Isolationsprüfer zu bauen, der den vorgenannten Wünschen in jeder Hinsicht Rechnung trägt. Der neue Präzisions-Taschen-Isolationsprüfer besteht aus einem eingebauten Wechselstrom-Induktor und einem Präzisions-Drehspul-Instrument. Die Spannung des Induktors kann durch Niederdrücken einer am Apparat angebrachten Prüftaste auf dem Instrument abgelesen werden. Das Drehspulinstrument enthält außer einer Voltskala noch eine Ohmskala, auf welcher der Isolationswiderstand direkt in Ohm abgelesen werden kann. — Der neue Taschen-Isolationsprüfer wird für Prüfspannungen von 120, 250 und 500 V gebaut. Der dem Instrument zugeführte Wechselstrom wird durch eine neue zum Patent angemeldete Gleichrichtereinrichtung gleichgerichtet. Die zum Antrieb des Induktors erforderliche Kurbel ist fest am Apparat montiert und kann in Ruhestellung in das Gehäuse eingeklappt werden. Die Anschlüsse sind in Form von Steckerbuchsen seitlich am Gehäuse eingelassen. Dem Apparat werden zwei mit Steckern versehene Leitungsschnüre von 3 m Länge beigegeben. Das Gehäuse ist vollkommen aus Metall und sehr stabil ausgeführt. Infolge der kleinen Abmessungen ist das Instrument sehr handlich und bequem in der Tasche zu tragen. Die Abmessungen des Apparates sind 85 × 65 × 180 mm. Das Gewicht beträgt nur etwa 1,6 kg. Zum bequemen Transport kann eine passende Ledertasche mit Tragriemen mitgeliefert werden. *fi.*

Messung der Spannungsverteilung über Isolatorenketten. — Nach einem von E. Reeves beschriebenen Kompensationsverfahren wird die Spannungsverteilung an einer Isolatorenkette durch Abgleichen gegen einen Hochspannungsteiler gemessen, der aus einer großen Anzahl von in Reihe geschalteten Widerstandelementen besteht. Eine Neonröhre zeigt durch ihr Erlöschen an, wenn am Spannungsteiler der Punkt gleichen Potentials wie der zu messende Punkt in der Isolatorenkette gefunden ist, wie dies Abb. 6 zeigt. Soll der Spannungszustand an einer Kette untersucht werden, welche einen zerstörten oder nicht einwandfreien Isolator enthält, so kann nicht mehr

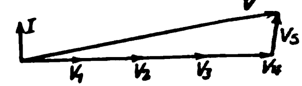


Abb. 7. Spannungen an einer Isolatorenkette.

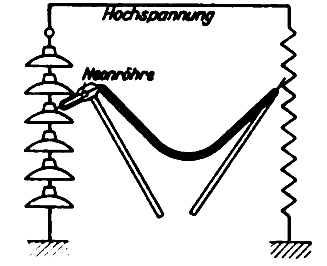


Abb. 6. Messung der Spannungsverteilung.

Abb. 8. Schaltung und Diagramm des Teilers.

in dieser einfachen Weise verfahren werden. Ist z. B. der letzte Isolator fehlerhaft, so stellt er eine Parallelschaltung eines Ohmschen Widerstandes mit einer Kapazität dar, wobei der Wattstrom derart überwiegt, daß die Spannung an diesem Isolator fast in Phase mit dem Strom ist. Abb. 7, in der V_1 bis V_4 die Spannungen der gesunden und V_5 die des kranken Isolators sind, stellt die Lage der Vektoren dar. Die Teilspannungen sind nicht mehr in Phase mit der Gesamtspannung, wie dies am Spannungsteiler der Fall ist. Es lassen sich deshalb an diesem keine Punkte mehr finden, bei denen die Röhre erlischt. Durch Parallelschalten einer Kapazität zu dem Teil des Spannungsteilers, der der Spannung an den gesunden Isolatoren entspricht, läßt sich nun der Spannungszustand der Kette, wie Abb. 8 zeigt, nachbilden, und die einzelnen Potentiale lassen sich wieder bestimmen. Das Gleiche erreicht man durch Parallelschalten einer Drossel zu dem Teil des Spannungsteilers, dessen Spannung der des schadhaften Isolators entspricht. (F. E. Reeves, El. World Bd. 90, S. 357.) *Be.*

Beleuchtung.

Die Ultraviolettstrahlung. — Bei den technischen Lichtquellen liegt das Maximum der Ultraviolettstrahlung in ganz verschiedenen Wellenlängenbereichen, so daß bei technischen und medizinischen Verwendungszwecken jede Aufgabe eine ganz bestimmte Ultraviolett-Lichtquelle erfordert. Die Photographie und Photogravüre arbeiten am günstigsten mit dem langwelligen Ultraviolett, künstliche Ausbleichversuche an Farbstoffen und Pigmenten erfordern möglichst gleiche spektrale Zusammensetzung wie die ultraviolette Sonnenstrahlung, während viele medizinische Zwecke ein möglichst kurzwelliges Ultraviolett erfordern. Über den Wellenlängenbereich der Ultraviolett-



strahlung verschiedener Lichtquellen lassen sich folgende Angaben machen:

Quarz-Quecksilber-Lampe	. . . .	2200 ÷ 3200 Å
Lichtbogen zwischen reinen Kohleelektroden	. .	3600 ÷ 4000 „
„ „ Nickelelektroden	. . . . .	3400 ÷ 3600 „
„ „ Aluminiumelektroden	. . .	2950 ÷ 3300 „
„ „ Kobaltelektroden	. . . .	2200 ÷ 2500 „ und 3300 ÷ 3500 „
„ „ Eisenelektroden	. . . .	Verteilung über das ganze Ultraviolett
„ „ Cer und den anderen seltenen Erden: 2900 Å bis zum Sichtbaren, wobei die spektrale Verteilung sehr ähnlich der des Sonnenlichtes ist, so daß nach den Untersuchungen des Bureau of Standards die Ultraviolettstrahlung des Lichtbogens zwischen Kohleelektroden, welche mit seltenen Erden imprägniert sind, von allen bekannten Lichtquellen der des Sonnenlichtes am nächsten kommt.		

(Williford, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1454.) *Schb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

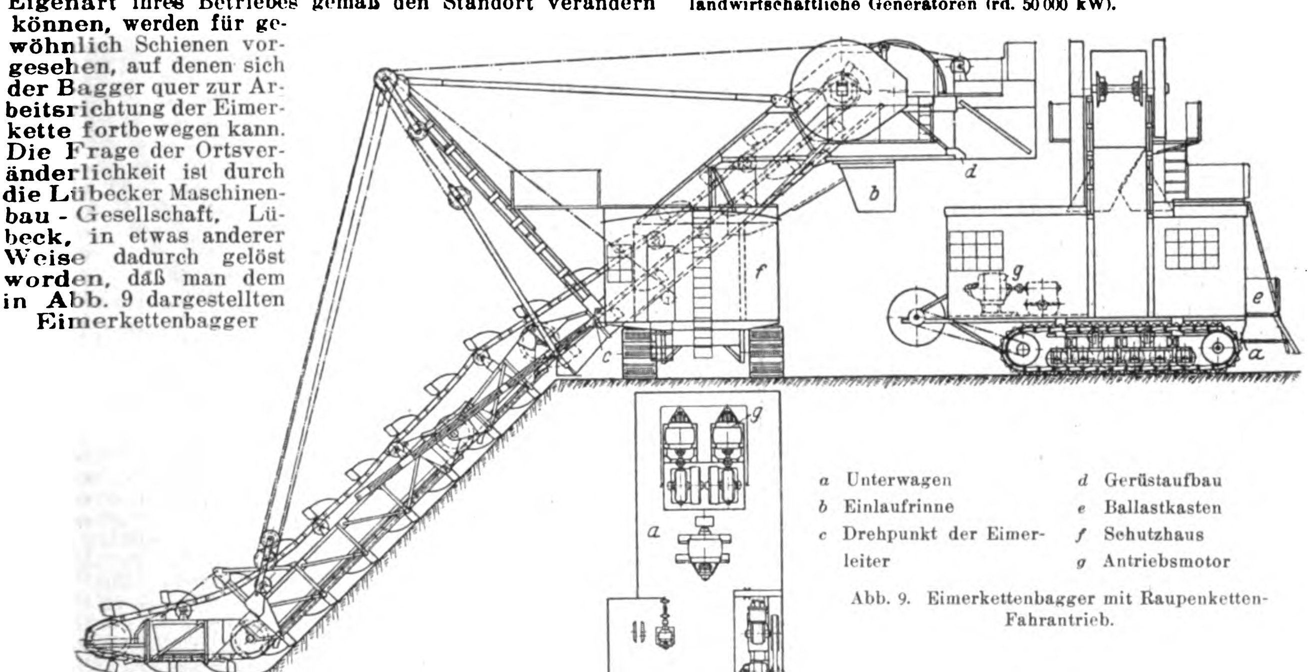
Elektrisierung der Brennerbahn (Verona—Brenner). — Die im Vorjahr in Angriff genommenen Arbeiten für die Elektrisierung der ehemaligen Südbahnstrecke vom Brennerpaß gegen Bozen—Verona sind auf dem Streckenteil Bozen—Brenner im vollen Gange, und es werden bereits Versuchsfahrten mit elektrischen Lokomotiven ausgeführt, während auf der Strecke Bozen—Verona noch nicht viel zu merken ist. Auf der genannten Strecke sind sämtliche Masten gesetzt, wobei auf der freien Strecke — beiderseitig der zweigleisigen Linie — Gittermasten, auf den Bahnhöfen Mannesmannrohrmasten mit verspannten Auslegern zur Verwendung gelangten. Mit der Spannung der Fahrleitung wurde bereits begonnen, so daß voraussichtlich gegen den Sommer hin mit einer teilweisen Aufnahme des elektrischen Betriebes gerechnet werden kann.

Die Versorgung der Bahnlinie mit elektrischem Strom wird von zwei Kraftwerken erfolgen können, wofür die Umspannwerke bei Sterzing und nahe Bozen erstellt werden; bekanntlich wird auf den italienischen Linien Drehstrom mit 16⅔ Hz angewendet. Die Maschinenparkstation wird im Eisenbahnknotenpunkt Franzensfeste im Eisacktale liegen, zu welchem Zwecke große Lokomotivhallen erstellt werden.

Im Zusammenhang mit der Elektrisierung erfolgt gegenwärtig auch eine Instandsetzung bzw. Verstärkung des Oberbaues. (Wasserkr. u. Wasserwirtsch. Bd. 23, S. 59.) *MH. C.*

Hebezeuge und Förderanlagen.

Eimerkettenbagger mit Raupenketten-Fahrantrieb. — Damit Bagger, soweit sie keine Schwimmbagger sind, der Eigenart ihres Betriebes gemäß den Standort verändern können, werden für gewöhnlich Schienen vorgesehen, auf denen sich der Bagger quer zur Arbeitsrichtung der Eimerkette fortbewegen kann. Die Frage der Ortsveränderlichkeit ist durch die Lübecker Maschinenbau - Gesellschaft, Lübeck, in etwas anderer Weise dadurch gelöst worden, daß man dem in Abb. 9 dargestellten Eimerkettenbagger einen Raupenketten-Fahrantrieb gegeben hat. Das Gerüst des Baggers besteht aus dem Unterwagen *a*, der Einlaufrinne *b*, der Eimerleiter mit dem Drehpunkt *c*, dem Aufbau *d*, dem Ballastkasten *e* und dem Schutzhaus *f*. Die Einlaufrinne *b* ist, da die Raupenkette sich beim Baggern je nach Beschaffenheit des Bodens mehr oder weniger in diesen eindrücken kann, oben am Aufbau drehbar befestigt, um eine gleichmäßig ebene Oberfläche des bearbeiteten Bodens zu erhalten. Das untere Gerüstende ist mit dem Drehpunkt der Eimerleiter durch Seile verbunden, die über Rollen zu einer Winde laufen und am Ausleger aufgehängt sind. Durch Heben oder Senken des unteren Teiles lassen sich Eimer und Eimerleiter einstellen. Der Antriebsmotor *g* für die Eimerkette, Leiterwinde und die Fortbewegung des Wagens sowie die Maschinenteile zum Fahrantrieb sind auf der Plattform des Unterwagens, die Getriebe für den Turasantrieb und die Leiterwinde auf der Plattform des Gerüstaufbaues aufgestellt. Die Stromzuführung erfolgt durch Freileitung oder ein Kabel, das sich auf einer Trommel selbsttätig auf- und abwickelt. Turas und Eimerkette werden durch Riemen- oder Seiltrieb und Zahnräder von der Hauptantriebswelle aus betätigt. Um bei ungewöhnlich hohen Grabwiderständen Brüche der Getriebeteile nach Möglichkeit zu verhindern, ist in das Getriebe eine Reibungskupplung geschaltet, die auf den jeweiligen Grabwiderstand mittels eines Gegengewichts eingestellt wird. Durch die Kuppelung kann man auch das Turasgetriebe stillsetzen, ohne daß der Motor ausgeschaltet zu werden braucht. Beim Schwenken des Wagens wird die eine Raupenkette vom Antrieb vollständig aus- oder auf eine geringe Geschwindigkeit geschaltet. (J. F. Kesper, Z. VDI Bd. 71, S. 1813.) *Ka.*



a Unterwagen; *b* Einlaufrinne; *c* Drehpunkt der Eimerleiter; *d* Gerüstaufbau; *e* Ballastkasten; *f* Schutzhaus; *g* Antriebsmotor

Abb. 9. Eimerkettenbagger mit Raupenketten-Fahrantrieb.

Landwirtschaft.

Primärkraftmaschinen, Elektromotoren und Stromerzeuger in der deutschen Landwirtschaft 1925. — Die letzten Ergebnisse der Produktionserhebung in der Landwirtschaft vom Jahre 1925 wurden kürzlich vom Statistischen Reichsamt[1] veröffentlicht. Nachstehende Zahlentafel 1 stellt die Nennleistung der stationären Antriebsmaschinen in der Landwirtschaft der entsprechenden Nennleistung im Gewerbe gegenüber:

1. Nennleistung der Antriebsmaschinen.

Bezeichnung der Maschinen	insgesamt	davon in Landwirtschaft		Gewerbe	
	1000 PS	1000 PS	%	1000 PS	%
Primärkraftmaschinen	7 087[2]	671[2]	9,5	6 416	90,5
Elektromotoren	16 227	3 334	20,5	12 893	79,5
zusammen	23 314	4 005	17,2	19 309	82,8

[1] Wirtsch. u. Stat. Bd. 6, 1926, S. 905; Bd. 7, 1927, S. 215, 762.
[2] Einschließlich der Nennleistung der Antriebsmaschinen für landwirtschaftliche Generatoren (rd. 50 000 kW).

Somit erreicht die Landwirtschaft bei den Primärkraftmaschinen den 10. Teil, bei den Elektromotoren sogar den 5. Teil der regelmäßig zur mechanischen Arbeit verwendeten Maschinenleistung der Gesamtwirtschaft: Rückschlüsse auf den Kraftverbrauch gestatten diese Ziffern selbstverständlich nicht, da die Benutzungsdauer der Kraftmaschinenleistung in der Landwirtschaft teilweise erheblich niedriger ist als in der Industrie.

Von den rd. 4 Mill. PS Gesamtnennleistung der Antriebsmaschinen und Elektromotoren entfallen 3,3 Mill. PS, also 83 % auf letztere. Am höchsten ist die Anteilziffer der Elektromotoren an der gesamten Nennleistung in Betrieben mit einer landwirtschaftlich benutzten Fläche von 2 ÷ 20 ha (89 ÷ 90 %), während in großbäuerlichen Betrieben von 100 ÷ 200 ha nur 66 % und in Großbetrieben von über 200 ha sogar nur 55,4 % der Gesamtleistung auf Elektromotoren entfallen.

2. Die Verwendung von Primärkraftmaschinen, Elektromotoren und Stromerzeugern in den landwirtschaftlichen Betrieben 1925.

Größenklasse Länder	Zahl der Betriebe (1000)	mit Primärkraftmaschinen			mit Elektromotoren			mit Stromerzeugern		
		Zahl der Betriebe (1000)	Zahl der Maschinen (1000)	Ges. Nennleistung der Maschinen (1000 PS)	Zahl der Betriebe (1000)	Zahl der Motoren (1000)	Ges. Nennleistung (1000 kW)	Zahl der Betriebe (1000)	Zahl der Generatoren (1000)	Ges. Nennleistung (1000 kW)
Deutsches Reich (o. Saar)	703,2	71,5	80,7	536,9	644,8	746,8	2500,2	7,57	8,31	49,81
Unter 2 ha	19,1	2,0	2,1	6,7	17,1	17,4	36,9	0,16	0,16	0,52
2 bis 5 ha	139,0	7,6	7,9	22,2	131,5	133,3	305,9	0,60	0,61	1,67
5 „ 20 „	392,5	30,3	31,7	117,3	364,6	389,3	1162,3	2,74	2,81	9,58
20 „ 100 „	135,4	20,7	22,2	151,7	118,7	163,3	731,7	2,29	2,46	12,99
über 100 „	17,2	10,9	16,8	239,0	12,9	43,5	263,4	1,78	2,27	25,05
Ostpreußen	11,7	7,2	8,8	88,2	5,9	9,1	59,0	0,72	0,85	8,19
Berlin	0,3	0,1	0,1	0,5	0,3	0,3	1,3	0,00	0,00	0,03
Brandenburg	33,5	3,6	4,6	49,7	30,9	39,0	176,3	0,47	0,57	4,43
Pommern	19,4	2,5	3,3	42,6	18,1	26,7	135,1	0,20	0,24	2,72
Schlesien	47,6	3,7	4,4	40,7	45,2	54,9	225,0	0,42	0,49	3,28
Sachsen	43,2	4,1	4,7	37,4	40,0	49,3	217,2	0,35	0,42	3,33
Hannover	42,0	4,0	4,3	32,4	38,6	46,0	227,8	0,48	0,53	3,20
Westfalen	24,5	3,4	3,6	23,2	21,5	25,5	102,0	0,48	0,50	2,22
Rheinprovinz	38,3	3,7	4,0	16,8	35,0	41,7	147,1	0,29	0,32	1,58
Übrig. Preußen	36,9	5,7	6,3	31,0	32,4	37,8	144,3	0,66	0,73	4,17
Preußen	297,4	38,0	44,1	362,5	267,9	330,3	1435,1	4,07	4,65	33,15
Bayern	182,1	22,2	23,4	90,5	161,4	169,5	410,0	2,06	2,13	6,87
Württemberg	82,0	2,7	2,8	10,3	79,6	82,1	189,1	0,18	0,18	0,43
Sachsen	51,3	1,3	1,6	12,6	50,6	67,1	152,6	0,10	0,11	0,67
Baden	34,6	2,3	2,6	5,5	33,0	34,7	70,9	0,53	0,55	1,95
Thüringen	26,4	1,0	1,0	7,0	25,8	29,7	83,6	0,07	0,07	0,34
Mecklenburg-Schwerin	6,8	2,0	2,9	31,0	5,4	8,1	43,4	0,32	0,36	4,16
Übrig. Reich	22,6	2,0	2,3	17,5	21,1	25,3	115.5	0,24	0,26	2,24

Von rd. 5,1 Mill. Landwirtschaftsbetrieben (einschließlich Weinbau-, Gartenbau-, Forstwirtschafts- und Fischereibetrieben) verfügen rd. 703 000 über Antriebsmaschinen und elektrische Stromerzeuger. In rd. 645 000 Betrieben sind, wie Zahlentafel 2 zeigt, rd. 747 000 Elektromotoren und in 71 500 Betrieben 80 700 Primärkraftmaschinen von zusammen (ohne Wind- und Wassermotoren) 537 000 PS im Gebrauch. Die überragende Bedeutung der Elektromotoren ist offensichtlich. Zahlenmäßig sind entsprechend dem Übergewicht der mittelbäuerlichen Unternehmungen in den zu diesen Größenklassen gehörigen Landwirtschaftsbetrieben zwar am meisten Primärkraftmaschinen (in Betracht kommen Windmühlen und -Motoren, Wasserräder und -Turbinen, Dampfmaschinen, Gaskraftmaschinen, Schweröl- und Leichtölmotoren) vorhanden, die Zahl der von 100 Betrieben dieser Größenklassen verwendeten Wind-, Wasser- und Wärmekraftmaschinen ist jedoch, wie man aus Zahlentafel 3 ersieht, im Vergleich zu der der Elektromotoren gering. Den absolut höchsten, im Vergleich zu den Primärkraftmaschinen aber niedrigsten Grad der Elektrisierung weisen die größten Betriebe mit mehr als 200 ha Bodenfläche auf, bei denen die Primärkraftmaschine — vorwiegend Dampfmaschinen und Leichtölmotoren — ungefähr ebenso zahlreich Verwendung findet wie der Elektromotor.

In den Großbetrieben Mecklenburg-Schwerins überwiegen die landwirtschaftlichen Unternehmungen mit Primärkraftmaschinenbenutzung bedeutend. Bei einer Gesamtzahl von über 1000 Betrieben (also mehr als in allen außerpreußischen Ländern zusammen) mit 200 ha u. m. bebauter Fläche werden in 80,9 % Primärkraftmaschinen und in 60,3 % Elektromotoren verwendet.

Die länderweise Gruppierung der Zahlentafel 2 zeigt, daß im Reich von 100 überhaupt vorhandenen Landwirtschaftsbetrieben 12,6 Elektromotoren und nur 1,4 Primärmaschinen anwenden. Beträchtlich über dem Reichsdurchschnitt ist die Elektromotorenbenutzung im Freistaat Sachsen, Württemberg und Bayern (außerdem das Land, in dem die meisten Primärkraftmaschinen gezählt wurden), während das in bezug auf landwirtschaftliche Elektrisierung rückständige Mecklenburg-Schwerin auch im Durchschnitt aller Größenklassen die diesbezüglich niedrigste Ziffer aller landwirtschaftlich wichtigen Länder aufweist: nur 6 Betriebe von 100 benutzten Elektromotoren.

Auch in Preußen ist die Zahl der Elektromotoren verwendenden Betriebe niedriger als im Durchschnitt des Reichs; dieses Ergebnis wird veranlaßt vor allem durch die in bezug auf Elektromotorengebrauch niedrige Ziffer Ostpreußens, während die Provinzen Schlesien, Brandenburg, Sachsen, Pommern und Hannover in dieser Beziehung über dem preußischen Durchschnitt liegen.

3. Beteiligung der landwirtschaftlichen Betriebe an der Verwendung von Kraftmaschinen und Generatoren.

Größenklasse Länder	Von 100 Betrieben jeder Größenklasse verwenden . . . Betriebe		
	Antriebsmaschinen		
	Primär-Kraftmaschinen	Elektromotoren	Elektrogeneratoren
Deutsches Reich (ohne Saar)	1,4	12,6	0,1
Unter 2 ha	0,1	0,6	0,0
2 bis 5 ha	0,8	14,7	0,1
5 „ 10 „	2,3	33,1	0,2
10 „ 20 „	4,6	45,5	0,4
20 „ 50 „	8,9	58,6	1,0
50 „ 100 „	20,7	65,0	2,5
100 „ 200 „	43,8	67,4	5,4
200 und mehr ha	71,4	70,4	13,2
Ostpreußen	3,1	2,5	0,3
Brandenburg	1,3	11,0	0,2
Pommern	1,3	9,7	0,1
Schlesien	1,0	12,7	0,1
Sachsen	1,1	10,9	0,1
Hannover	1,0	9,7	0,1
Westfalen	1,1	6,8	0,1
Rheinprovinz	0,9	8,7	0,1
Preußen	1,3	8,9	0,1
Bayern	5,1	24,2	0,3
Württemberg	0,9	25,7	0,1
Sachsen	0,7	27,5	0,1
Baden	0,9	12,9	0,2
Thüringen	0,6	15,4	0,0
Mecklenburg-Schwerin	2,2	6,0	0,4



Die Zahl der Betriebe mit eigener Stromerzeugung ist gering. Die gesamte Nennleistung der Generatoren beträgt kaum 50 000 kW, während die Elektromotoren eine Nennleistung von 2,5 Mill. kW aufweisen. Selbst in den größten Betrieben von 200 ha u. m. verfügen nur 13 % über Stromerzeuger. Bemerkenswert sind in dieser Größenklasse die landwirtschaftlichen Gebiete, in denen Elektromotoren verhältnismäßig selten vorkommen. In Mecklenburg-Schwerin besitzt nahezu jeder 4. Betrieb dieser Größenklasse eine Eigenanlage. Die Provinz Ostpreußen stellt in 720 vorwiegend Großbetrieben elektrischen Strom selbst her, Hannover und Westfalen in ungefähr 480 und Brandenburg in 470 landwirtschaftlichen Betrieben.

Auf die mittelbäuerlichen Betriebe (5 ÷ 20 ha) entfallen 35,8 % der gesamten landwirtschaftlich benutzten Fläche Deutschlands. Ihr Anteil an der Elektromotorenleistung des Reichs beträgt jedoch 46,5 %. Die Großbetriebe mit 100 ha u. m. haben 20,2 % der bebauten Bodenfläche und sind an der gesamten Elektromotorenleistung des Reichs nur mit 10,5 % beteiligt. Dagegen ist der Anteil der Großbetriebe an der Gesamtleistung der Dampfmaschinen (74,4 %), Schwerölkraftmaschinen (41,4 %), die Beteiligung der mittleren Betriebe an der gesamten Nennleistung der Wasserräder (60,9 %) und der Leichtölkraftmotoren (35,9 %) besonders hoch. Dr. C. Albrecht.

Fernmeldetechnik.

Das Fernkabel Brüssel—Lüttich—Aachen. — Im Auftrage der Belgischen Telegraphenverwaltung wurde im Jahre 1926 das Fernkabel Brüssel—Lüttich—Aachen gebaut, welches das belgische Fernsprechkabelnetz mit dem deutschen Fernkabelnetz verknüpft. Den Auftrag erhielt die Siemens & Halske A. G. unter Beteiligung der Felten & Guilleaume Carlswerk A. G. und der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft an den Kabellieferungen. Die Länge des Kabels Brüssel—Aachen beträgt 146 km; hiervon entfallen 139 km auf belgischen und 7 km auf deutschen Boden. Das Kabel verläuft von Brüssel über Löwen—Tirlemont—St. Trond und Lüttich nach der Reichsgrenze bei Hergenrath und von dort nach Aachen. Auf der 100 km langen Teilstrecke Brüssel—Lüttich wurde ein 162paariges Kabel mit 114 Doppelleitungen mit 1,3 mm-Kuperleitern, 38 Doppelleitungen mit 1,5 mm-Leitern und 10 Doppelleitungen mit 0,9 mm-Leitern verlegt (Abb 10). Das Kabel ist nach dem Dießelhorst-

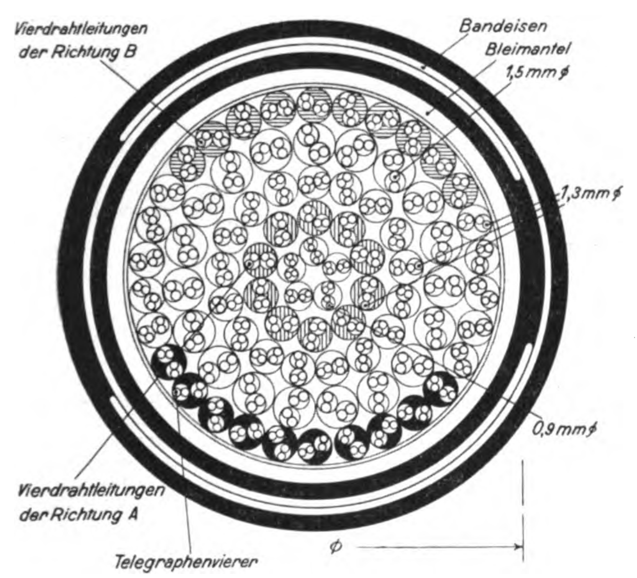


Abb. 10. 162paariges Kabel Brüssel—Lüttich. M.: 1:1.

Martin-Verfahren viererverseilt. 20 Doppelleitungen, 1,3 mm, dienen für Telegraphie und sind unbelastet. Alle anderen Vierergruppen sind in Stamm- und Phantomkreisen mit Pupinspulen von 177/63 mH oder 44/25 mH Induktivität mittelschwer bzw. leicht belastet. Die leicht belasteten 1,3 mm-Sprechkreise dienen dem Weitverkehr über sehr große Entfernungen. Der Spulenabstand beträgt etwa 1834 m. Auf der 46 km langen Teilstrecke Lüttich—Hergenrath—Aachen wurde ein 100paariges, nach Dießelhorst-Martin verseiltes Kabel verlegt. Es enthält 68 Doppelleitungen, 1,3 mm, und 32 Doppelleitungen, 1,5 mm. Auch in diesem Kabel sind 20 Doppelleitungen für Telegraphie vorgesehen und daher unbelastet geblieben, während die übrigen Sprechkreise teils mittelschwer, teils leicht in Stamm- und Phantomkreisen belastet wurden (s. Abb. 11).

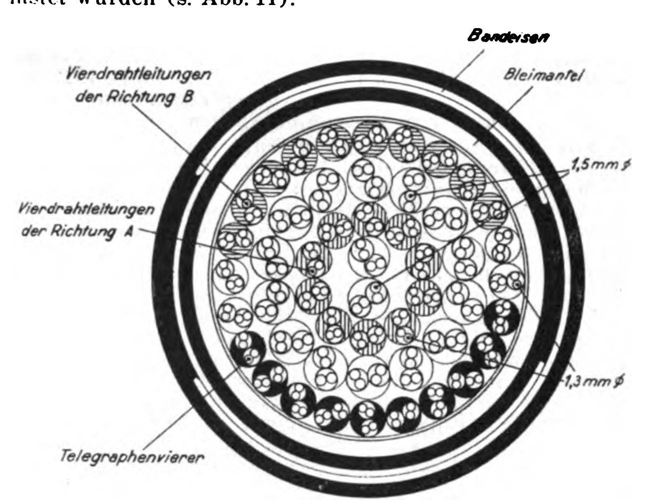


Abb. 11. 100paariges Kabel Lüttich—Hergenrath—Aachen. M.: 1:1.

Da an den Kabellieferungen drei verschiedene Kabelwerke beteiligt waren, war zu befürchten, daß bei Unterteilung der Kabellieferung auf drei verschiedene Teilabschnitte störende Kapazitätsprünge an den Stoßstellen auftreten würden. Es wurden daher die von den drei Werken gelieferten Werklängen innerhalb jedes Pupinspulenfeldes in einem bestimmten Verhältnis gemischt, da hierdurch die größte Gleichmäßigkeit der Betriebskapazität in den einzelnen Sprechkreistypen am besten erreicht werden konnte.

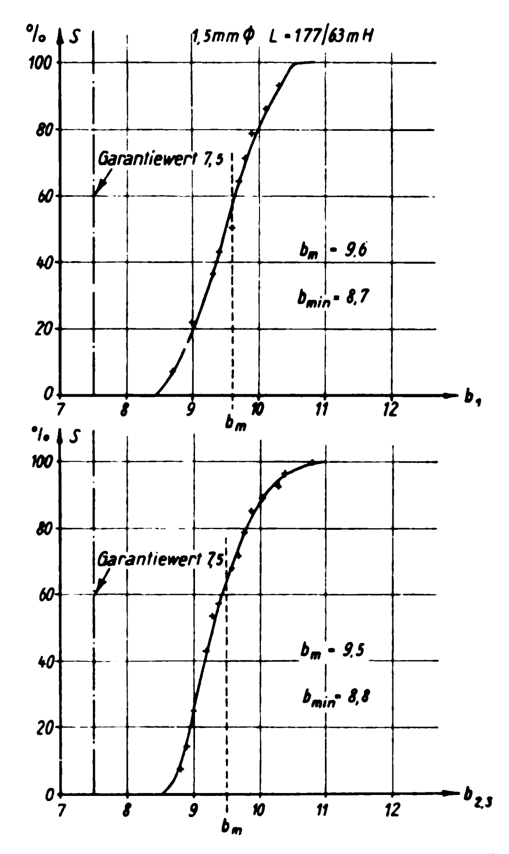


Abb. 12. Häufigkeitsverteilung der Nebensprechdämpfungen im Vierer. Gemessene Strecke: Aachen—Brüssel (146,5 km). Meßfrequenz: 800 Hz.

Nachdem im Januar 1926 der Liefervertrag aufgestellt worden war, welcher die Fertigstellung der Gesamtanlage binnen einem Jahre vorsah, mußten die Arbeiten mit größter Geschwindigkeit durchgeführt werden. Im August 1926 konnte der Versand auf die Baustrecke beginnen, unmittelbar anschließend begannen die



Arbeiten auf der Baustrecke. Der Fortschritt der Bauarbeiten war so bedeutend, daß die 100 km lange Strecke Brüssel—Lüttich schon binnen vier Monaten fertiggestellt war und Weihnachten 1926 der Verwaltung abnahmebereit gemeldet werden konnte. Die Strecke Lüttich—Hergenrath wurde Mitte Januar 1927 fertiggestellt; nach eingehenden Abnahmeprüfungen an der Gesamtstrecke konnte die belgische Verwaltung schon am 16. II. 1927 die Abnahme der Gesamtstrecke aussprechen und kurz darauf das Kabel dem Betrieb übergeben.

Für die Erdkabel war ein Mantel aus reinem Blei, für die Röhrenkabel eine dreiprozentige Zinnlegierung des Mantelbleis vorgeschrieben. Die zulässigen Nebensprechkoppelungen der einzelnen Kabellängen waren begrenzt, ebenso waren für die Pupinspulen genaue Vorschriften festgelegt. Für die fertige Anlage war das Dämpfungsmaß bei den Frequenzen 800 und 1900 Hz sowie das Nebensprechen und die Abweichungen der Wellenwiderstandskurve von einer mittleren Kurve vorgeschrieben. Die Vorschriften bestimmten, daß das Nebensprechen zwischen zwei Verstärkerämtern mit Sprache gemessen zwischen beliebigen Zweidrahtkreisen und zwischen Vierdrahtkreisen der gleichen Richtung nicht schlechter sein durfte als 7,5 Neper, zwischen Vierdrahtkreisen entgegengesetzter Richtung nicht schlechter als 9,2 Neper. Die Pupinisierung des Kabels erfolgte mittels Massekernspulen neuester Bauart unter Verwendung von vier Spulen zur Belastung der Stämme und des Phantomkreises eines Vierers. Die Pupinspulen sind in Pupinkasten der üblichen Bauart der Siemens & Halske A.-G. eingebaut. Diese Spulenkasten werden im allgemeinen ohne besondere Brunnen unmittelbar in das Erdreich gebettet. Der Nebensprechausgleich des Kabels erfolgte

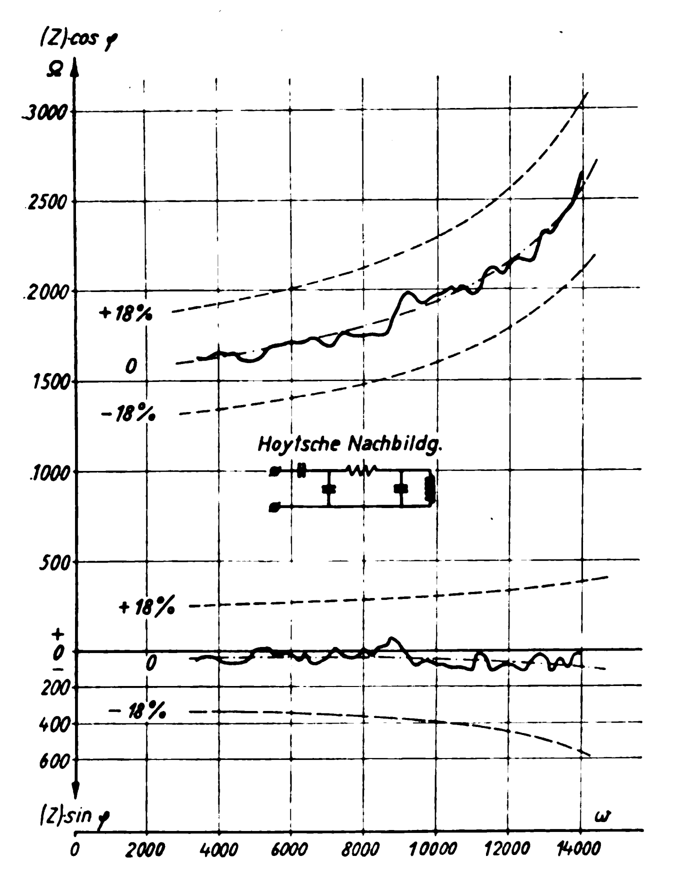


Abb. 13. Wellenwiderstand: Paare 37 + 41; 1,5 mm Dmr.; L = 177 mH/s. Meßschleife: Aachen—Brüssel—Aachen (293 km). Anzahl der Spulenfelder: 2.80 = 160. Anlauffeld: $s/2$; Endfeld: $s/2$; s = 1830 m. Echodämpfung: b = 3,1.

mittels des Kondensatorausgleichverfahrens. Die Kondensatormuffen wurden in Spulenfeldmitte eingebaut. Die Ergebnisse des Nebensprechausgleichs übertrafen durchweg die gestellten Anforderungen. Die Abb. 12 zeigt beispielsweise die für das Übersprechen von Stamm auf Stamm und für das Mitsprechen zwischen Stamm und Phantomkreis innerhalb der einzelnen Vierer in der Gesamtanlage erreichten Nebensprechdämpfungswerte für die mittelschwer belasteten 1,5 mm-Sprechkreise. Die Werte liegen wesentlich höher als der vertraglich garantierte Mindestwert 7,5 Neper.

Hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Wellenwiderstandskurven wurden ebenfalls ausgezeichnete Ergebnisse erzielt, die in erster Linie für einen guten Verstärkerbetrieb in den Zweidrahtverbindungen zwischen Aachen und Brüssel von großer Wichtigkeit sind. Die Abb. 13 und 14 zeigen anschaulich den glatten Verlauf der

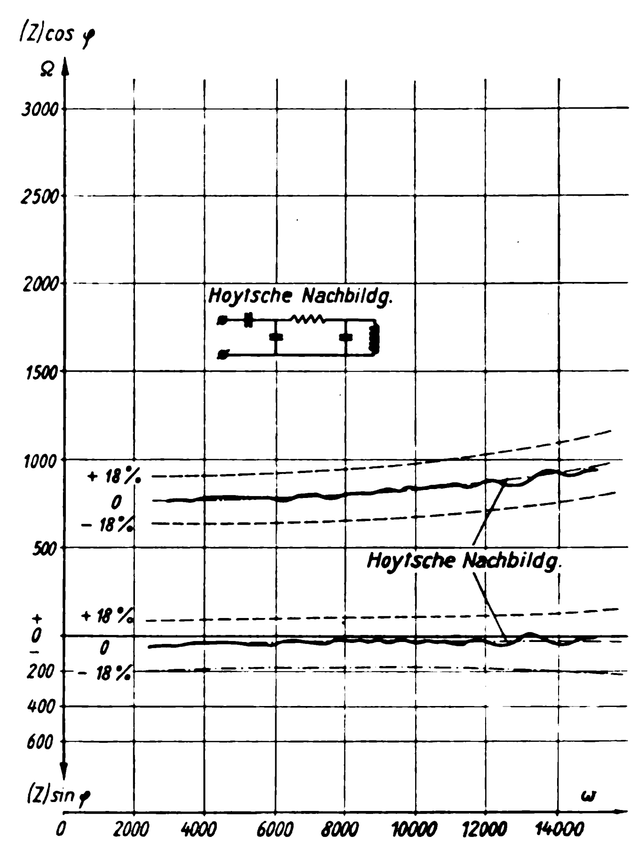


Abb. 14. Wellenwiderstand: Vierer 18 + 20; 1,5 mm Dmr.; L = 63 mH s. Meßschleife: Aachen—Brüssel—Aachen (293 km). Anzahl der Spulenfelder: 2.80 = 160. Anlauffeld: $s/2$; Endfeld: $s/2$; s = 1830 m. Echodämpfung: b = 4,2.

Wellenwiderstandskurve an der zusammengeschalteten Gesamtstrecke bei einer Meßschleife Aachen—Brüssel—Aachen für einen mittelschwer belasteten 1,5 mm-Stamm und Phantomkreis mittlerer Güte. Die Abweichungen des reellen Teils der Scheinwiderstandskurve von der Mittelkurve bleiben innerhalb des gemessenen Frequenzbereichs kleiner als 6 %. Dieses Ergebnis ist um so bemerkenswerter, als es sich hierbei um zwei verschiedene Kabeltypen handelt, die in Lüttich zusammengeschaltet sind. Vertraglich gewährleistet war, daß die Abweichungen von der mittleren Kurve nicht größer als 15 bzw. 18 % sein sollten. Die Abnahmemessungen haben ergeben, daß das Fernkabel nicht nur allen Vertragsbedingungen genügt, sondern darüber hinaus noch wesentlich bessere Dämpfungen und Nebensprechwerte besitzt. Besonders wertvoll ist die trotz der Beteiligung dreier verschiedener Kabelwerke erreichte Gleichmäßigkeit der Wellenwiderstandskurven. (W. Rihl, Europ. Fernspr. 1928, H. 7, S. 45.)

Richtstrahlung mit horizontalen Antennen. — In Nauen wurden Sendeversuche mit 11 m langen Wellen bei Senderleistungen von weniger als 1 kW vorgenommen; empfangen wurde in Südamerika in 10 000 km Entfernung. Als Antenne diente ein wagerechter Draht von der Länge zweier Halbwellen; in seiner Mitte war eine Spule eingeschaltet, deren Eigenschwingung ebenfalls mit der Sendewelle übereinstimmte, wenn sie als Halbwellensystem betrieben wurde. Diesem Antennengebilde wird eine gerichtete Strahlung zugeschrieben, bei der die Wellen in die zur Antennenrichtung senkrechte Richtung konzentriert werden.

Der wagerechte Sendedraht war in der Brennlinie einer parabolischen Zylinderfläche angeordnet, die aus

Drähten von der Länge einer Halbwelle gebildet waren. Diese Fläche war 11,5 m lang und 19 m breit. Sie war auf einem hölzernen Gerüst montiert, das um eine wagerechte Achse gedreht werden konnte. Dieses Gebilde diente als Reflektor, der bestimmt war, den Ausstrahlwinkel am Sender im Vertikalkreise zu verändern; es konnte innerhalb von 4 min von 30° gegen die Horizontale auf 90° gedreht werden.

Die Empfangsbeobachtungen wurden in Rio de Janeiro angestellt, später in Buenos Aires, und zwar zu verschiedenen Tageszeiten. Dabei wurden je nach der Winkelstellung des Reflektors verschiedene Lautstärken beobachtet; ein Maximum der Empfangsintensität ergab sich in Buenos Aires bei der Stellung 38°, ein etwas kleineres Maximum bei 80°. Die benutzten Meßmethoden werden nicht mitgeteilt; die Erklärung der Ergebnisse fehlt noch.

In einem Anhang von H. Plendl wird die Berechnung der Strahlungsdiagramme von geraden, im ungestörten Raume ausgespannten Drähten mitgeteilt, die durch Phasenumkehrspulen gleichphasig-strahlend gemacht sind. (A. Meißner, Jahrb. drahtl. Tel. Bd. 30, S. 77.) *Kb.*

Chemie.

Hochspannungsakkumulatoren. — Überall da, wo konstante Spannungen benötigt werden, z. B. zum Eichen von Meßinstrumenten, zum Prüfen von Kapazitäten, Kabeln oder bei Untersuchungen an Kathoden- und Röntgenstrahlen, ist der Akkumulator am Platze. Spannungen bis zur Größenordnung von 10^4 V lassen sich mit sog. Hochspannungsakkumulatoren praktisch zusammenstellen, wenn man für eine den Spannungen angepaßte Isolation sorgt. Bei den Hochspannungsakkumulatoren nach Prof. Zehnder wird diese Bedingung dadurch erfüllt, daß jede einzelne Zelle durch eine Ölschicht gegen Erde isoliert wird. Zu dem Zweck stehen die einzelnen Zellen auf Porzellansockeln; diese ruhen auf Stützen, welche durch gedeckte Ölisolierungen die Ableitung von Strömen in und durch die Holzunterlagen verhindern. In gleicher Weise sind die Quecksilber-Endnäpfchen (Abb. 15) jeder Gruppe von 20 Elementen isoliert.

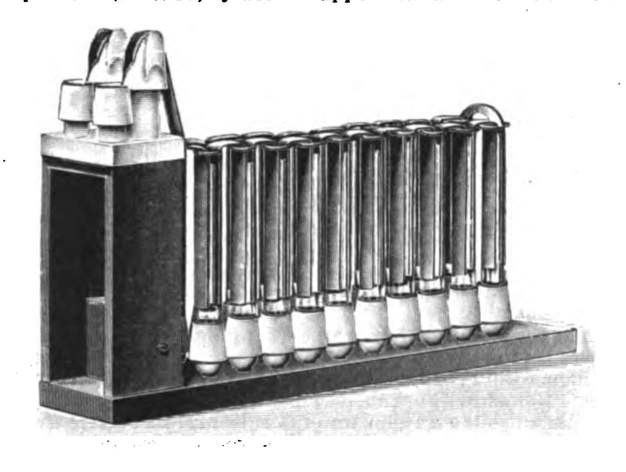


Abb. 15. Akkumulatorengruppe.

Die Gruppen können in beliebiger Anzahl zusammengestellt und durch passende Schalter in Reihe oder parallel geschaltet werden. Alle Teile, auch die Platten, sind leicht auszuwechseln. Die Säure in den Zellen wird durch eine dünne Ölschicht gegen Verdunstung und gegen das Verspritzen beim Laden geschützt.

Kapazität der Zellen . . .	600	450	300 mAh
bei einem Entladestrom von	60	150	300 mA
für Stunden	10	3	1.

Es lassen sich eine beliebige Anzahl von Sätzen zu je 20 Elementen (Mittel 40 V) in Serie oder parallel schalten. Für technische Zwecke werden Batterien von 400÷500 V bevorzugt.

Für Hochspannung werden normalerweise 24 Sätze zu je 20 Zellen in einem Schranke zusammengebaut; die Spannung an den Endklemmen einer solchen Schrankbatterie beträgt rd. 1000 V (Abb. 16). Solche Schränke lassen sich dann in beliebiger Anzahl in Reihe schalten. Kleine Batterien werden durch Parallelschalten auf die nötige Spannung der Ladung geschaltet. Sehr zweckmäßig für größere Batterien erweist sich das Laden derselben in Serienschaltung mit Hochspannungs-Gleichrichter. Das Umschalten wird dadurch überflüssig. Man kann auf diese Weise Batterien bis zu sehr hohen Spannungen in Serie aufladen. Bei gleichzeitiger Aufladung und Stromentnahme kann die Betriebszeit beliebig ausgedehnt werden.

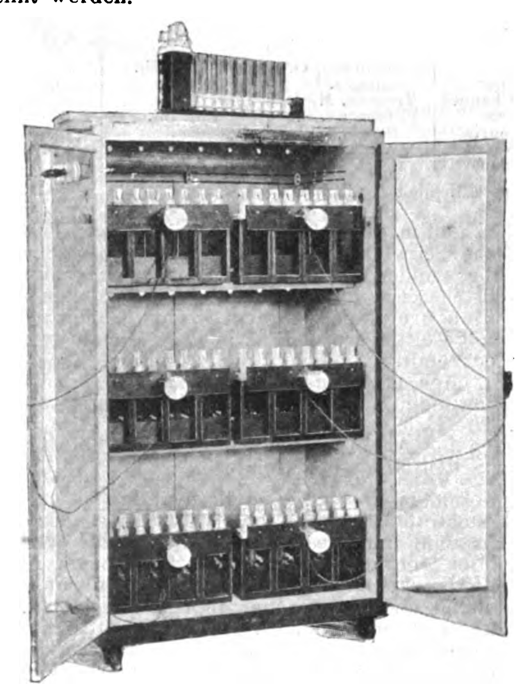


Abb. 16. Schrankbatterie für 1000 V mit 24 Gruppen nach Abb. 15.

Hergestellt werden die Hochspannungsakkumulatoren nach Prof. Zehnder von der Firma Fr. Klingelfuß & Co. in Basel. *fi.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Erfahrungen mit Kohlenstaub. — Ein Bericht des amerikanischen Prime Movers Committee bringt einen Überblick über Konstruktion und Betrieb von Kohlenstaubanlagen mit Berichten über Erfahrungen zahlreicher Gesellschaften. Von mehreren hundert Anlagen wurden nur die 203 Werke ausgewählt, in denen die Kessel mindestens 465 m² Heizfläche haben. Von Interesse ist die Verteilung nach verschiedenen Gesichtspunkten. Es sind 80 Elektrizitäts- und Fernheizwerke und 123 Industrieanlagen. 70 Werke haben Zentralmahlanlagen, 133 arbeiten mit Einzelmühlen. Bei den nicht behandelten Kleinanlagen überwiegen die Einzelmühlen noch stärker. Wasserkühlung der Feuerraumwände haben 73 Werke, reine Luftkühlung 80 Anlagen, 40 haben ungekühlte Wände und die restlichen eine Verbindung von Luft- und Wasserkühlung. Die Anwendung von Lufterhitzern nimmt zu. 49 von den angeführten Anlagen sind mit solchen ausgerüstet. Zahlentafel 1 (S. 482) gibt einen Überblick über die Mahlkosten und den Kraftverbrauch. Bemerkenswert ist, daß sich trotz der ganz anderen wirtschaftlichen Verhältnisse in den V. S. Amerika die genannten Gesamtkosten in ungefähr derselben Höhe bewegen wie bei uns in größeren Anlagen.

Der Bericht liefert weiter eine Anzahl Auszüge aus den Erfahrungen der Firmen; das Wichtigste hieraus mag nachstehend wiedergegeben werden.

Das Charles-R.-Huntley-Werk der Buffalo-General-Electric Co. hat vier Kessel mit Brunnenfeuerungen der Fuller-Lehigh-Bauart ausgerüstet. Die stündliche Kesselbelastung ist damit regelbar zwischen 20 und 86 kg/m², auf die Kesselheizfläche einschließlich der wassergekühlten Seitenwände berechnet. Bei der Höchstlast aufgetretene Schlackenschwierigkeiten an den untersten Kesselrohren konnten durch Einbau von Rußbläsern und andere Anordnung der Fallrohre behoben werden. Kohlentrockner sind nicht vorhanden. Noch bei 16 % hygroskopischer Feuchtigkeit arbeiten die Mühlen gut, jedoch bei verminderter Leistung, die von der Wassermenge abhängt.

Auch das Lake Shore-Werk der Cleveland Electric Illuminating Co. verarbeitet eine Kohle von durchschnitt-

Zahlentafel 1. Kraftverbrauch und Mahlkosten.

Anlage	Stadt	Kohlensorte	Feuchtigkeit bei Anlieferg. %	Feuchtigkeit hinter d. Trockner %	Mühlenbauart	Transportanlage	Kraft kWh/t	Unterhaltungskosten RM/t	Gesamtmahlkosten RM/t
Susquehanna	Middletown Pa.	Bituminous	3	1,85	2 Walzen 3 Kugel	Luft	12,9—17,9	0,21	1,11
Lake Shore	Cleveland, O.	„	4–9	ohne Trockner	Walzen	Schnecken	rd. 25,5	0,355	1,04
Columbia	Cincinnati, O.	W. Va. Bit.	3–6	1,75	Kugel	Rost-Schnecken	„ 22,9	0,275	0,97
Calumet	Chicago, Ill.	Ill. bit	14,5	9,25	Kugel	Luft	—	—	—
Trenton Channel	Trenton, Mich.	Bit.	4,35	k. Angabe	Walzen u. Kugel	Luft	24,4	0,266	1,06
Colfax	Pittsburgh, Pa.	Pitt. bit.	4,5	keine	Walzen	Schnecken	24,3—26,5	0,138	—
East Peoria	Peoria, Ill.	Bit.	15,04	7—8	Walzen	—	28,4	0,347	0,99
South Street (Naragansett)	Providence, R. I.	Poca & New River	3–4	2,5	Walzen	Luft + Schnecken	18,6	0,217	0,79*

* ausschließlich der Stromkosten.

lich 5,31 % und maximal 9 % Feuchtigkeit ohne Trockner. Anfängliche Schwierigkeiten in den Transportschnecken wurden überwunden durch Erwärmung der Umgebungsluft auf mindestens etwa 20 °C, solche durch Brückenbildung in den Bunkern konnten durch eine Änderung der Schnecken beseitigt werden. Alle drei Monate wird der Bunker leergefahren und gründlich gereinigt. Die größten Schwierigkeiten macht die Abnutzung der Exhaustoren, der Rohrleitungen zwischen Mühlen und Sichtern und der Mühlen. Die Exhaustorschaufeln halten nur etwa 350 Arbeitstunden aus. Am billigsten zeigte sich die Selbstanfertigung der Schaufeln aus Kesselblech.

Die Columbia Power Co. stellt fest, daß bei mehr als 1,75 % Feuchtigkeit die Mühlenleistung sinkt, der Kraftverbrauch steigt und die Kinyonpumpen Schwierigkeiten machen. Bei Gebrauch einer Kohle mit hohem Aschenschmelzpunkt arbeiten die luftgekühlten Feuerungen zufriedenstellend und verursachen in fünf Monaten Kosten einschl. Material und Löhne von durchschnittlich 2,2 Pf auf 1 t verbrannter Kohle. Leider ist nicht ersichtlich, ob hier Abschreibung und Verzinsung der Brennkammern eingeschlossen sind.

Das Canal-Werk in San Antonio verbrennt Lignit von 35 % Feuchtigkeit, der nach Trocknung und Mahlung noch etwa 28 % Wasser enthält; gegenwärtig ist Dampftrocknung in Gebrauch, sie soll jedoch durch Heißlufttrocknung ersetzt werden. Die hohe Feuchtigkeit bereitet Schwierigkeiten durch Kondensation und Klumpenbildung, Verstopfung der Trockner, Mühlen und Transportanlagen. Flachbrenner, die geriffelt waren und im Gehäuse Luftablenker-Platten hatten, haben sich nicht bewährt. Sie wurden durch glatte Brenner ersetzt, die eine breite, weiße Flamme erzeugen.

Die Commonwealth Edison Co., Chicago, hatte besonders die Flugaschenbelästigung zu vermeiden, da ihre Kraftwerke in dicht besiedelten Gebieten liegen. Es wurden Versuchsbetriebe eingerichtet, von denen die Anlage mit Zentralmahlanlagen im Calumet-Kraftwerk in Betrieb ist. Die Schlacke erweicht hier und bildet feste Kuchen, die täglich einmal entfernt werden. Die Aschenansätze, die sich in kurzer Zeit an den Kessel- und Vorwärmerrohren bilden, lassen sich mit den Rußbläsern leicht entfernen. Die Kohle hat im Anlieferungszustand 14 ÷ 15 % Feuchtigkeit. Der Trockner vermindert sie um 4½ %, die Mühle um 1,2 %, so daß die Kohle mit etwa 9 % Wasser in die Feuerung gelangt. Schwierigkeiten haben sich nicht ergeben. Der Cyklon wirft eine beträchtliche Menge feinen Staubes auf das Dach aus. Mehrfache Selbstentzündung hängengebliebener Kohlen trat in den Trocknern auf.

Eingehende Untersuchungen über den Kohlenstoffgehalt der Asche und Schlacke wurden in Trenton Channel gemacht. In mehrmonatlichem Durchschnitt ergaben sich folgende Zahlen:

Flugaschenbunker am Boden des letzten Zuges	26,84 % C
Aschenfall der Feuerung	1,75 % C
Flugaschenabscheider und Fuchs	17,38 % C

Während eines Versuchs wurde Flugasche unmittelbar aus den Rauchgasen abgesaugt und ergab praktisch dieselbe Zahl wie der Durchschnitt der Proben aus Flugaschenabscheider und Fuchs. Versuche mit Abscheidung der Flugasche aus den Rauchgasen mit Hilfe eines neuzeitlichen Cottrell-Abscheiders ergaben zufriedenstellende Ergebnisse. Deren allgemeine Einführung ist im Gange.

Das East-Peoria-Werk verarbeitet Kohle von 15,04 % Feuchtigkeit; 7 % werden in Abgastrocknern und Mühlen beseitigt. Bei mehr als 8 ÷ 9 % Wasser im blasfertigen Kohlenstaub ergeben sich Schwierigkeiten durch Verstopfung in den Aufgabevorrichtungen und Überlastung der Motoren und Treibriemen. Bei Verminderung der Feuchtigkeit unter 7 % werden die Brenner gleichmäßig beliefert. Eine Änderung der Sekundärluftöffnungen in der Stirnwand bewirkte eine Verschiebung der Höchsttemperatur in die Nähe des Brenners und Beseitigung der Schlackenschwierigkeiten am hinteren Teil des Granulierrostes. Die New-River-Naß- und -Feinkohle, die im Naragansett-Werk verwendet wird, macht Schwierigkeiten, sobald sie mit mehr als 4 % Feuchtigkeit in die Mühle gelangt. Die Naßentstaubung schlägt den Staub aus den Cyklonen zufriedenstellend nieder. Trotzdem lagert sich auf dem Dach noch Schmutz aus der Entlüftung der Naßentstaubung ab. Für die Beseitigung des Staubes aus den Entlüftungen der Trockner ist noch kein Mittel gefunden. Dieser zeigt sich in erster Linie im Sommer, wenn die Rohkohle trocken ist. Auch die Bunkerentlüftungen führen noch einen merklichen Anteil an Staub, haben aber keinen Anlaß zu Schwierigkeiten ergeben. Bei trockener Kohle erfolgt die Zuführung zum Brenner stetig. Steigt jedoch die Feuchtigkeit über 2½ %, so ergibt sich eine beträchtliche Verminderung der Zufuhr bei 1 Umdrehung, Neigung zur stoßweisen Brennstoffzufuhr und vereinzelte Brückenbildung und Aufhören der Zufuhr.

Das Holtwood-Kraftwerk der Pennsylvania Water & Power Co. verbrennt zu rd. ⅓ Anthrazit, der aus dem Flußbett des Susquehanna-Flusses ausgebaggert wird. Über die Kosten von Arbeit und Werkstoffen für die Unterhaltung des Kesselhauses (ohne Rohrleitungen für Wasser und Dampf, Pumpen und Regler) gibt die Zahlentafel 2 Auskunft:

Zahlentafel 2.

	RM für 1 t Kohle
a) Füchse, Rauchkanäle, Schornsteine, Bunker und Aschenabfuhreinrichtung	0,078
b) Feuerraumauskleidung, Gewölbe, Feuertüren, Verkleidung und Lagerung	0,073
c) Kesseltrommeln, Wasserkammern, Überhitzer, Wasserroste	0,042
d) Aufgabevorrichtungen, Brenner, Ventilatoren, Motoren, Rauchgasprüfer	0,080

Hier wurden am äußeren Umfang der Speiseschnecken Beschlagschrauben angebracht, um die Abnutzung auszugleichen. Bei Verbrennung von bituminöser Kohle und hoher Belastung ergaben sich Schwierigkeiten durch Schlackenansätze an den untersten Rohrreihen. Die größten Schwierigkeiten in der Kohlenaufbereitungsanlage machten der Gebrauch von Anthrazit aus dem Fluß in der Trocknerfeuerung, die Wirkung des Trockners, die Verstaubung der Mahlanlage und die unzureichende Kranausrüstung für die häufigen Reparaturen der Mahlanlage bei Vermahlung von Kohle aus dem Fluß. Gemahlene Flußkohle ließ sich in der Trocknerfeuerung nicht verbrennen, und man griff daher zu handgefeuerten Rosten. Die Arbeit des Trockners wurde verbessert, indem durch Einbau von wirksameren Schaufeln am Trommelumfang die Kohle besser belüftet wurde. Die Verstaubung der Mühlen wurde noch nicht überwunden.

Im Valmont-Kraftwerk wird seit 2 Jahren Lignit in Staubform verbrannt. Trotz einer Feuchtigkeit von 20 % bis 30 % ist er staubig bei der Verarbeitung. Das Wasser scheint in chemischer und mechanischer Bindung, nicht als Oberflächenfeuchtigkeit, vorzuliegen.

In einer Versuchstrockenanlage wurde festgestellt, daß die Temperatur der Trockengase 121 ° nicht übersteigen darf, wenn im Dauerbetrieb eine Entzündung sicher vermieden werden soll. Rasche und gleichförmige Trocknung bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen fordert die Behandlung dieser Kohlen. Der Feuchtigkeitsgehalt wird nur um 3 ÷ 5 % in den Abgastrocknern vermindert. Zahlentafel 3 gibt einige Versuchswerte aus der Trockenanlage wieder.

Zahlentafel 3. Lignittrocknung im Valmont-Kraftwerk.

Versuch Nr.	1	2	3	4
Temp. d. zuströmenden Trockn.-Gase	205	207	210	183
„ „ ab- „	51	50,5	50	54,5 „
„ „ Kohle am Trockn.-Austritt	50,5	49,5	49	47 „
Feuchtigkeit am Trocknereintritt . .	23,13	27,17	27,01	21,11 %
„ „ -austritt . .	20,06	21,30	21,95	19,01 „
„ hinter den Mühlen . .	18,42	21,26	21,06	18,25 „

Trotz der großen Verschiedenheit in der Feuchtigkeit am Eintritt ist die Feuchtigkeit hinter den Trocknern bemerkenswert gleichmäßig. Die Kohle macht bei 20 ÷ 25 % keine Schwierigkeiten im Transport, außer bei ungünstiger Witterung. Die weiche und bröcklige Art der Kohle und die nicht schleifende Asche verursachen sehr niedrige Aufbereitungskosten.

Im allgemeinen entsprechen diese vorstehend wiedergegebenen Erfahrungen dem, was auch bei uns, besonders über die Arbeitsweise der Mühlen, beobachtet wurde. Es ist jedoch bemerkenswert, daß bei allen Kohlen, Anthrazit, Weichkohle und Lignit, die Amerikaner in der Mühle weit höhere Feuchtigkeitsgehalte als zulässig ansehen als wir. Daß verhältnismäßig häufig über Verstopfungen der Rohrleitungen, Nachlassen der Leistung der Aufgabevorrichtungen usw. berichtet wird, ist begreiflich, wenn fortwährend an der oberen Grenze der Feuchtigkeit gearbeitet wird. Unbegreiflich erscheinen die angegebenen Zahlen für die Feuchtigkeitsverminderung im Trockner. Bei uns ist man der Ansicht, daß man, wenn man schon überhaupt trocknen muß, auch die Feuchtigkeit so weit als möglich herabsetzt, also auf ½ ÷ 1 % für Steinkohle und 8 ÷ 12 % für Braunkohle. Der Mehraufwand an Kapital und Brennstoff in der Trockenanlage wird aufgewogen durch den Gewinn an Reparatur-, Anlage- und Energiekosten in der Mahlanlage. In Amerika scheint man dagegen nur soweit zu trocknen, daß sich die Kohle gerade verarbeiten läßt. Ob das nur in anderen Verhältnissen der Anlagekosten begründet ist oder auf eine andere Art des Trockenvorgangs zurückgeführt werden muß, kann bei dem Mangel an Angaben über Trocknersysteme nicht entschieden werden. Meines Wissens ist in Amerika der Randolph-Trockner (ein Schachttrockner) vorherrschend, während bei uns meist Trommeltrockner ausgeführt werden. (Power Bd. 66, S. 491.)

W i l h. S c h u l t e s.

Verschiedenes.

Fachausschuß für Staubtechnik. — Mit Rücksicht auf die außergewöhnliche Bedeutung der Staubfrage ist beim Verein deutscher Ingenieure ein Fachausschuß für Staubtechnik gebildet worden, der sich in einer Sitzung am 13. II. 1928 im Ingenieurhaus konstituierte. Als dringendste Arbeit wurde zunächst eine solche über „den augenblicklichen Stand und vorliegende Aufgaben bei der Kohlenstaubfeuerung (einschl. der Flugaschen- und Flugstaubfrage)" sowie eine zweite über die „Bedeutung des Staubes in gewerblichen Betrieben" vorzunehmen beschlossen. Später sollen „Straßenbau und Straßenstaub", „Verkehrstaub vom hygienischen Standpunkte", „Staubverhütung und Staubaufsaugung in Betrieben" und „Staubmeßtechnik" in Angriff genommen werden. Der Fachausschuß wird sich je nach Bedarf durch Zuwahlen erweitern und gegebenenfalls für die Bearbeitung von Sondergebieten Unterausschüsse bilden. Die Geschäftsstelle befindet sich im Ingenieurhaus, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27.

of

Energiewirtschaft.

Der gegenwärtige Stand des Muscle Shoals-Problems[1]. — Seit Kriegsende hat sich der amerikanische Kongreß mit den M u s c l e S h o a l s befaßt, ohne zu einer Entscheidung zu kommen. Der Kernpunkt des ganzen Problems, das so großes Aufsehen in der Öffentlichkeit hervorgerufen hat, ist die Frage: Soll die Regierung das Kraftwerk übernehmen, oder soll es an private Interessenten verkauft bzw. verpachtet werden?

Wie bekannt, wurden die Muscle Shoals-Anlagen, die den Wilson-Damm, ein Dampfkraftwerk und die Nitratwerke Nr. 1 und 2 umfassen, während des Weltkrieges auf Kosten der Regierung der Vereinigten Staaten gebaut. Die Entscheidung über einen evtl. Verkauf oder die Verpachtung muß vom Kongreß getroffen werden. Was hat dieser nun bisher getan? Beide Häuser haben eine gemeinsame Spezialkommission ernannt, an die die verschiedenen Angebote zur Berichterstattung überwiesen wurden. Vom Präsidenten Coolidge ist ebenfalls eine Kommission zum Studium des Problems bestimmt worden. Er hat seine Meinung in der Eröffnungsbotschaft dem Kongreß dargelegt und u. a. darauf hingewiesen, daß sich nach eingehenden Versuchen die Stickstoffbindung durch chemische Verfahren viel ökonomischer erzielen lasse als mittels elektrischer Energie. Das Kriegsministerium sei der Ansicht, daß die Nitratwerke heute für Verteidigungszwecke geringen Wert hätten und in wenigen Jahren überhaupt nicht mehr nötig sein würden. Die Wasserkräfte der Muscle Shoals könnten daher zu anderen Zwecken besser ausgenutzt werden. Das Werk solle nach dem besten Angebot zum Verkauf kommen, aber weiterhin der Landwirtschaft gewidmet bleiben.

Die Kommission für militärische Angelegenheiten, die die Muscle Shoals-Frage behandelt, veröffentlichte kürzlich die Bedingungen für den Verkauf der Anlagen. Im wesentlich sehen diese vor, daß letztere insgesamt jederzeit von der Regierung zur Erzeugung von Sprengmitteln benutzt werden können. Dem Kongreß sind zwei Pachtangebote zugegangen (nachdem Ford das seinige zurückgezogen hat), u. zw. von der A m e r i c a n C y n a m i d C o. und von der S o u t h E a s t e r n P o w e r & L i g h t C o. Erstere will auf eigene Kosten einen neuen Damm bauen und verpflichtet sich, durch Massenproduktion Kunstdünger billigst herzustellen und dadurch den Preis dieses Artikels zu erniedrigen. Die South Eastern Power & Light Co. ist ein Verband von 13 südlichen Kraftgesellschaften, die die Staaten Georgia, Alabama, Mississippi und das nördliche Florida versorgen. Das Angebot dieses Verbandes rechnet mit einem höheren jährlichen Pachtschilling, aber die Erzeugung von Kunstdünger soll in den Muscle Shoals-Werken nur nebenbei betrieben werden. Eine Tochtergesellschaft, die American Fertilizer Co., hat das Angebot dem Kriegsministerium unterbreitet. Man hört aber, daß der Preis der Kilowattstunde, den der Verband verlangt, zu hoch sei, um billigen Kunstdünger zu erzeugen. Beide Angebote sehen eine Regierungskommission zwecks Überwachung des Vertrages vor.

Wie erinnerlich, wurden die Muscle Shoals-Anlagen durch ein Gesetz geschaffen, das deren Zweck auf Stickstoffgewinnung für Sprengmittel während des Krieges und Produktion von Kunstdünger im Frieden festlegte. Die Muscle Shoals-Nitratwerke haben nun zwar Sprengmittel nach Beendigung des Weltkrieges erzeugt (die Anlagen konnten erst nach dem Waffenstillstande in Betrieb genommen werden), aber noch nicht ein Kilogramm Kunstdünger. Der von den Gesetzgebern beabsichtigte Zweck wurde demnach bis heute nicht erfüllt und würde auch nach der jetzt in Fachkreisen herrschenden Ansicht (wirtschaftliche Vorteile der chemischen Verfahren) eine Vergeudung der kostbaren Wasserkräfte zur Folge haben.

Ein weiterer Faktor, der erst kürzlich aufgetreten ist, aber die ganze Angelegenheit noch schwieriger gestaltet, ist, daß der Staat Alabama (die Stromschnellen werden durch den Fluß Tennessee im Nordwesten Alabamas gebildet) Ansprüche auf die Muscle Shoals erhebt, wenn die Bundesregierung die Wasserkräfte zu kommerziellen Zwecken ausnützen will. Im genannten Staat ist nämlich seit letztem Sommer ein Gesetz in Kraft, das nutzbare Wasserkraft mit ²/₅ Mill (1 Mill = 0,1 cent) je Kilowattstunde versteuert. Dementsprechend haben die Steuerbehörden von Alabama dem Bundeskriegsministerium, das die Muscle Shoals-Anlagen betreibt, eine Steuerforderung gesandt, die z. Z. dem Obersten Gerichtshof zur Meinungsäußerung vorliegt. Der Schritt Alabamas kann eine Entscheidung des Kongresses auf lange Zeit hinausschieben; außerdem besteht die Möglichkeit, daß auch der Staat Tennessee, in dem der die Stromschnellen bildende Fluß eine wichtige Rolle spielt, Ansprüche erhebt.

Gegenwärtig sind in den Muscle Shoals-Anlagen vier Turbinen von je 20 000 kW und vier weitere zu je 25 000 kW installiert. Während im endgültigen Ausbau 600 000 kW vorgesehen sind, kann die heutige Gesamtleistung noch nicht einmal ausgenutzt werden. Als die ersten Turbinen probiert wurden, wurde der Kriegsminister ermächtigt, die erzeugte Energie zu verkaufen. Da die Regierung weder Umspannwerke noch Verteilungsnetze hatte, die Alabama Power Co. anderseits während des Baues der Anlagen eine Hochspannungsleitung und Unterstation errichtete, lag es nahe, daß diese Gesellschaft (die übrigens dem Kraftverbande angehört, der ein Angebot gemacht hat) die elektrische Energie von der Regierung kaufen würde. Der erste bezügliche Vertrag wurde 1923 für die Dauer eines Jahres abgeschlossen und ist bisher jedes folgende Jahr erneuert worden. Im wesentlichen hat sich die Regierung darin verpflichtet, die nutzbare Energie

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 378.

an die Alabama Power Co. für ungefähr 2 Mill/kWh zu verkaufen. Die abzugebende Energie wird seitens der Regierung aber nicht garantiert. Die Alabama Power Co. anderseits braucht keine bestimmte Arbeitsmenge abzunehmen. Tatsächlich benutzt sie die Muscle Shoals auch nur in trockener Jahreszeit oder um Spitzenleistungen zu beziehen. Die Transformatorenleistung ihres Unterwerkes beträgt nur 100 000 kW, während, wie vorher erwähnt, mit den gegenwärtigen Turbinen 180 000 kW erzeugt werden können.

Während das Werk am Wilson-Damm bis auf weiteres von der Regierung betrieben wird, ist das zu den Muscle Shoals-Anlagen gehörende Dampfkraftwerk ganz an die Alabama Power Co. verpachtet.

Interessant ist der kürzlich veröffentlichte Bericht über den Betrieb der Regierungsanlagen. Danach betrugen 1927 die Roheinnahmen in den ersten 10 Monaten 1,021 Mill. $, die Betriebskosten 0,242 Mill. $ und der Nettoertrag also 0,779 Mill. $. Letzterer dürfte für das ganze Jahr 1 Mill. $ überschreiten (0,873 i. V.). Anhänger des Regierungsbetriebes weisen auf diese Zahlen mit Genugtuung hin. Die Bundesregierung hat in den gesamten Muscle Shoals-Anlagen rd. 140 Mill. $ investiert. Die veröffentlichten Ergebnisse wurden nur durch das Wasserkraftwerk am Wilson-Damm, das Auslagen von 51 Mill. $ erfordert hat, erzielt. Bei dem heutigen Reineinkommen bedeutet dies eine Verzinsung von etwa 2 %. Das ist natürlich gering, man muß aber in Betracht ziehen, daß einerseits nur 100 000 kW (etwa ein Sechstel der verwertbaren Energiemenge) ausgenutzt werden können, anderseits der Verkaufspreis, 2 Mill/kWh, sehr niedrig ist, was die unsicheren Betriebsverhältnisse rechtfertigen.

Ein weiteres Moment, das oft zugunsten des Regierungsbetriebes angeführt wird, ist der Vergleich des bisherigen Nettoeinkommens mit dem Pachtschilling, den das günstigste Angebot (von dem Kraftverbande) vorsieht. Dieser würde jährlich in den ersten 6 Jahren 0,6 Mill $, für 18 Jahre im Durchschnitt 1,1 Mill. $ und für die gesamten 50 Jahre 1,676 Mill. $ durchschnittlich betragen.

Zusammengefaßt sind eigentlich nur zwei Alternativen möglich: Regierungs- oder Privatbetrieb. Weiter oben sind die wesentlichen Vorteile des Regierungsbetriebes angeführt. Ein großer Nachteil ist, daß die Regierung kein Verteilungssystem hat. Um günstige Ergebnisse zu erzielen, wären weitere große Ausgaben erforderlich. Dann würde die Bundesregierung tatsächlich mit der Licht- und Kraftindustrie konkurrieren. Natürlicherweise ist die gesamte Industrie diesem Schritte sehr abgeneigt und dürfte alles tun, um ihn zu verhindern. *R.*

Der variable Maßstab des Betriebsfaktors. — Unter Betriebsfaktor (operating ratio) verstehen die Amerikaner das Verhältnis der unmittelbaren Stromerzeugungskosten (Brennstoffe, Löhne, Gehälter, Steuern) zu den Gesamteinnahmen. Dieses Verhältnis ist, wie eine Untersuchung zeigte, in den letzten zehn Jahren keineswegs konstant geblieben und naturgemäß sehr verschieden, je nachdem es sich um ein Wasserkraftwerk oder ein Dampfkraftwerk handelt. Eine vergleichende Untersuchung der Betriebsfaktoren einer großen Gruppe bedeutender Elektrizitätswerke im ganzen Gebiete der Vereinigten Staaten zeigt auffallende Verschiedenheiten, ist aber zugleich auch ein wertvoller Fingerzeig für den Anlage suchenden Kapitalisten und für jeden, der die Entwicklung einer Gesellschaft studieren oder verschiedene Gesellschaften miteinander vergleichen will. Eine Übersicht enthält die Betriebsfaktoren von 10 Dampfkraftwerken, 10 Wasserkraftwerken und 10 Gesellschaften, die sowohl Wasserkraft- wie Dampfkraftwerke betreiben. Der mittlere Betriebsfaktor für Dampfkraftwerke ist 61 %, für Wasserkraftwerke 40 % und für kombinierte Werke 54 %. Dabei schwanken die Werte aber für die Dampfkraftwerke zwischen 52 und 77 %, für Wasserkraftwerke sogar zwischen 26 und 62 %, und nur bei den kombinierten Werken ist die Schwankung geringer, sie geht von 48 bis 59 %. Ein bestimmtes Gesetz befolgen die Schwankungen nicht, da an der Spitze der Dampfkraftwerke z. B. Gesellschaften mit so großer Absatzdichte stehen wie die New York Edison Co. und die Commonwealth Edison Co. of Chicago, aber ebenso gut auch die Oklahoma Gas & Electric Co. Die Entwicklung des durchschnittlichen Betriebsfaktors seit 1914 zeigt eine bemerkenswerte Spitze für 1920/21, die durch die hochgetriebenen Nachkriegslöhne und — bei den Dampfkraftwerken — Kohlenpreise verursacht ist.

Außer dem Unterschied zwischen Dampf- und Wasserkraftwerken gibt es noch andere veränderliche Größen in dieser Rechnung. Ein Stromerzeuger hat natürlich einen anderen Betriebsfaktor als ein Wiederverkäufer, ein Elektrizitätswerk in einer Großstadt einen anderen als ein reines landwirtschaftliches Überlandwerk. Ein Überlandwerk mit stark industrieller Belastung hat abermals einen anderen Betriebsfaktor, ebenso ein solches, das hauptsächlich industrielle Großabnehmer versorgt. Auf solche einzelne Gruppen verteilt, nimmt der Betriebsfaktor die nachstehenden Werte an:

Landwirtschaftliche Überlandzentralen mit weit zerstreuten Abnehmern	65 %
Überlandzentralen mit dichter Besiedlung	61 „
Großstädtische Kraftwerke	58 „
Kraftwerke mit industriellem Absatz	54 „
Kraftwerke mit wenigen industriellen Großabnehmern	37 „

Die Folgerung, die man aus diesen Untersuchungen zu ziehen hat, ist, daß der Betriebsfaktor für Gesellschaften, die unter vergleichbaren Umständen arbeiten, ziemlich konstant ist, daß aber seine Anwendung auf unter verschiedenen Verhältnissen tätige Unternehmungen unzulässig ist. Auch darf man bei der Beurteilung nicht außer acht lassen, welche Bedeutung der in diesen Zahlen nicht inbegriffene Kapitaldienst hat. Bei hohem Anlagekapital muß der Betriebsfaktor natürlich niedrig sein (Wasserkraftwerke), während er bei geringem Anlagekapital und umfangreichem Geschäft ruhig sehr hoch sein kann, ohne das Geschäftsergebnis zu gefährden. (El. World Bd. 89, 1927, S. 121.) *Ha.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Nach den Mitteilungen des Statistischen Reichsamts[2] ist die Selbsterzeugung der von ihm erfaßten 122 Elektrizitätswerke im Dezember 1927 arbeitstäglich weiter um 7,2 % gestiegen und damit, wie auch in den Vorjahren, auf den höchsten Jahresstand. Sie betrug 1927 12,5 Milliarden kWh, d. h. 20 % mehr als 1926 (10,4 Milliarden kWh). Da es sich nach den Ergebnissen der Vorjahre dabei um die Hälfte der deutschen Gesamtstromerzeugung handelt, kann diese für 1927 zu rd. 25 Milliarden kWh angenommen werden. Im Dezember (26 Arbeitstage) stellte sich die Produktion der 122 Werke auf 1307,2 Mill. kWh, d. s. 88,3 Mill. kWh mehr als im Vormonat (1218,9 Mill. kWh), 211,0 Mill. kWh mehr als im gleichen Monat von 1926 (1096,2 Mill. kWh) und je Arbeitstag 50,275 Mill. kWh (46,882 i. Vm.: 42,16[illegible] i. V.). Die arbeitstägliche Meßziffer ist gegen den Monatsdurchschnitt 1925 weiter auf 148,91 und gegen den gleichen Monat des Vorjahres auf 119,24 gestiegen. Der Anschlußwert der von 103 Werken unmittelbar belieferten industriellen und gewerblichen Abnehmer betrug im November (26 Arbeitstage) 3,863 Mill. kW (3,813 i. Vm.; 3,569 i. V.) und der Verbrauch dieser Konsumenten im ganzen 463,1 Mill. kWh (451,1 i. Vm.: 363,2 i. V.), also 17,810 Mill. kWh je Arbeitstag (17,34[illegible] i. Vm.: 14,530 i. V.). Auf 1 kW Anschlußwert entfielen arbeitstäglich 4,61 kWh (4,55 i. Vm.: 4,07 i. V.). Als Meßziffern ergeben sich gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 119,50, gegen den gleichen Monat des Vorjahres 113,24.

Kurze Auslandsnachrichten. — Rußland. Die zuständigen Instanzen des Obersten Volkswirtschaftsrats sind z. Z. mit der Prüfung eines Projektes beschäftigt, im Gebiet des Moskauer Kohlenbeckens ein neues Kraftwerk zu errichten und ersteres damit für die Elektrizitätsversorgung Moskaus nutzbar zu machen. Als Standort wird der Bezirk Bobrikowo genannt. Unter Umständen kommt jedoch statt des Neubaues eine Erweiterung der Zentrale Kaschira, die z. Z. für 132 000 kW ausgebaut wird, auf 0,3 Mill. kW in Frage. Die Entscheidung hängt von der künftigen Gestaltung der Eisenbahntarife für den Transport Moskauer Kohle nach Kaschira ab. Bei den derzeitigen Tarifen wäre ein weiterer Ausbau nicht rentabel. Der mehrfach erörterte Plan, zur Deckung des Strombedarfs der Moskauer Industrie ein neues Torfkraftwerk im Bezirk Twer zu errichten, scheint nach den letzten Meldungen in den Hintergrund getreten zu sein.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 223.
[2] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 127.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV
Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 27. März 1928, abends 7½ Uhr, in der Technischen Hochschule Berlin, E. B., Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Regierungs-Baurats Reinhardt über: „Anwendung von Druckluftsteuerungen an elektrisch angetriebenen Schienenfahrzeugen".

Inhaltsangabe:

Kurze Auslegung des Begriffes „Druckluftsteuerung". Rein pneumatische und elektropneumatische Steuerung. Gründe für die Wahl der Bauart. Anwendungsgebiete: a) bei Straßenbahnen, b) bei Vollbahnen und vollbahnähnlichen Kleinbahnen (mit Ausführungsbeispielen im Lichtbild). Schlußwort.

3. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Oppenheimer über: „Celos-Druckluft-Antriebe".

Inhaltsangabe:

Gegenüberstellung der Betriebsbedingungen sowie Ein- und Ausschaltgeschwindigkeiten bei Verwendung von Druckluft, sowohl zum Ein- wie zum Ausschalten von Hochspannungs-Ölschaltern in besonders hierzu entwickelten Antrieben, gegenüber der Anwendung von Schaltmotoren und -magneten sowie Federkraftspeichern zum Einschalten bzw. Verwendung der bisher üblichen Ausschaltfedern im Ölschalter; Lichtbilder über abgelieferte Anlagen und Schaltkurven.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen! Für Gäste werden am Eingange Gastkarten bereitgehalten. Eingeführte Gäste willkommen!

Nachsitzung im „Hotel am Tiergarten" in Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Freitag, dem 30. März 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, E. B., Hörsaal 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Walter Stern über „Das Fernmeßsystem „Telewatt" zur zentralen Betriebsüberwachung von Kraftwerken".

Inhaltsangabe:

Das Fernmeßsystem Telewatt. Die Einzel- und Summenmessung über beliebige Entfernungen. Die Leitungsfrage. Anwendung in Kraftwerken und Stromversorgungsnetzen (Fernstromüberwachung, Lastverteiler usw.).

Gäste willkommen!

Nachsitzung im Restaurant „Schultheiß-Patzenhofer" am Knie.

Der Vorsitzende
des Fachausschusses für elektrisches Nachrichtenwesen.
Arendt.

Fachsitzung

für Elektromaschinenbau (EVM) am 31. Januar 1928 in der Technischen Hochschule zu Berlin.

Vorsitz: Herr Prof. Dr. Ing. Kloß.

Vorsitzender: Ich eröffne die Sitzung der Fachgruppe für Elektromaschinenbau.

Ehe wir in unsere heutige Tagesordnung eintreten, habe ich die Pflicht, Ihnen eine traurige Mitteilung zu machen, die mir soeben zugegangen ist und die Ihrer Aller Anteilnahme sicher ist. Der Geheime Regierungsrat Professor Dr. Rößler an der Danziger Hochschule ist vor wenigen Tagen verstorben. Mit ihm verliert die deutsche Elektrotechnik — wir dürfen wohl sagen — einen ihrer Pioniere; denn er gehörte zu denen, die die Entwicklungsperiode der Elektrotechnik in den 90er Jahren, die vielleicht die entscheidende Periode unseres Fachgebietes war, selbst schaffend miterleben durfte. Er ist im Anfang hier an unserer Hochschule Assistent bei Geheimrat Slaby gewesen. Über die Einzelheiten seines Lebenslaufs habe ich mich in der kurzen Zeit nicht unterrichten können. Ich bin aber überzeugt, daß sowohl der Verband Deutscher Elektrotechniker als auch der Elektrotechnische Verein von berufener Seite ihm den Nachruf widmen werden, den dieser Mann verdient. Rößler besaß sehr reiche Kenntnisse. Er hatte die Fähigkeit, klar zu erkennen, und — was nicht immer zugleich der Fall ist — dazu die Gabe, das Erkannte auch klar und verständlich darzustellen. Er war also der rechte Hochschullehrer. Seine treue Hingabe an die Arbeiten des Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker werden ihm gerade von diesen beiden Instanzen sicher immer unvergessen bleiben. Er hat in zahlreichen Ausschüssen ernst und gewissenhaft und immer gern mitgearbeitet. Er gehörte in der letzten Zeit dem Vorstande des Verbandes Deutscher Elektrotechniker an und hat auch im Vorstande des Elektrotechnischen Vereins wertvolle Dienste geleistet. Persönlich war er ein Mann, den jeder schätzen und ehren mußte, der mit ihm in nähere Berührung kam. Es war für ihn charakteristisch, daß er beim Zusammenarbeiten mit anderen immer eine freundliche Ruhe und Sachlichkeit zeigte, so daß das Arbeiten mit diesem Manne wirklich eine Freude war für alle, die mit ihm zusammenarbeiten durften. In ihm hat — wie ich anfangs sagte — unsere Elektrotechnik einen der Pioniere verloren. Sein Andenken wird bei uns stets in Ehren gehalten werden. Ich bitte Sie, sich zum Gedächtnis von den Plätzen zu erheben. — Ich stelle fest, daß das geschieht, und danke Ihnen.

Wir treten nunmehr in die Tagesordnung ein. Ich erteile Herrn Ober-Ing. von Zelewski das Wort zu seinem Vortrag:

„Beitrag zur Frage des einwandfreien Parallellaufs von Transformatoren."

Der Vortragende führt folgendes aus:

Laut § 61 der RET 23 ist der Parallellauf von Transformatoren einwandfrei, wenn neben den sonstigen Bedingungen die Kurzschlußspannungen um höchstens ± 10 % von ihrem Mittelwert abweichen. Es wird auch empfohlen, das Nennleistungsverhältnis für den Dauerparallelbetrieb nicht größer als 3 : 1 zu wählen. Diese Bedingungen sind vollständig ungenügend, da sie bei buchstäblicher Auslegung und beim Zusammentreffen von ungünstigen Umständen ganz unmögliche Betriebsverhältnisse bedingen können. In der Tat, würden z. B. zwei Transformatoren, deren Nennleistungen wie 3 : 1 stehen, parallel laufen, so könnte unter Umständen der kleinere Transformator eine um 22 % kleinere Kurzschlußspannung haben und somit bei vollbelasteter Gruppe um etwa 33 % zu viel Leistung aufnehmen.

Die beabsichtigte Verbesserung der Bedingungen des genannten Paragraphen durch die Vorschrift, daß die Abweichung der Kurzschlußspannung statt vom Mittelwert vom Sollwert ± 10 % betragen soll, verringert zwar diesen Übelstand, da die Kurzschlußspannung 10 % geringer als der Sollwert sein kann, also eine Überlastung von höchstens 16 % zu erwarten ist. In beiden Fällen wird vorausgesetzt, daß der größere Transformator zufälligerweise um 22 % bzw. 10 % zu hohe Spannung habe.

Vortragender schlägt nun vor, durch eine entsprechende Wahl des Sollwertes der Kurzschlußspannung die Überlastung der kleineren Transformatoren zwangsläufig innerhalb zulässiger Grenzen zu halten, ohne die Spielgrenze der zulässigen Meßwerte in für den Fabrikanten nachteiliger Weise einzuschränken.

Der Sollwert der Kurzschlußspannung ist nach folgender einfacher Formel zu wählen:

$$e_{k_1} = e_k \left(1 + \beta \frac{N - N_1}{N}\right),$$

wo e_{k_1} den Sollwert der Kurzschlußspannung eines neu anzuschaffenden Transformators mit der Leistung N_1 und

e_k den Sollwert der Kurzschlußspannung der größten Einheit mit der Leistung N bedeutet, ferner β ein zweckmäßig gewählter Abgleichungsfaktor ist.

Statt dieser Formel könnte auch die einfachere

$$e_{k_1} = e_{k_0}\left(1 - \beta_0 \frac{N_1}{N}\right)$$

gelten, wo e_{k_0} den Sollwert der Kurzschlußspannung eines Transformators sehr geringer Leistung bedeutet, der als Nulleistungstransformator bezeichnet wird, und β_0 der auf ihn bezogene Abgleichungsfaktor ist.

Transformatoren könnten nun mit Meßwerten für die Kurzschlußspannung von

$$e'_{k_1} = e_{k_1}(1 \pm \alpha)$$

geliefert werden, wo α die zulässige Spielgrenze ist.

Um im ungünstigsten Falle eine höchste Überlast von x_1 zu erreichen, muß β derartig bestimmt werden, daß

$$1 + x_1 = \frac{1 + \alpha}{(1 + \beta)(1 - \alpha)}$$

oder

$$\beta = \frac{2\alpha - x_1(1 - \alpha)}{(1 + x_1)(1 - \alpha)}$$

wird. Diese Formel enthält je nach Wahl der Größe x_1 alle praktischen Fälle.

Sieht man von der Beschränkung des Leistungsverhältnisses ab und setzt $\alpha = 10\%$, so erhält man für $x = 22\%$

$$\beta = 0 .$$

Wird $x = 10\%$ gewählt, so ist

$$\beta = 11\% .$$

In diesem Falle sind alle Transformatoren, welcher Leistung sie auch sein mögen, beim paarweisen Parallelbetrieb mit höchstens 10 % überlastet.

Man kann endlich $x = 0\%$ wählen, dann ergibt sich

$$\beta = 22\% .$$

In diesem Falle wird der Transformator, je kleiner er ist, um so weniger überlastet: die Überlastungsmöglichkeit beim Parallelbetrieb nimmt vom größten Transformator, der 10 % überlastet werden kann, auf 0 % beim Nulleistungstransformator ab. Auch wird darauf hingewiesen, daß in diesem Falle die Überlastung von paarweise parallellaufenden Transformatoren von der Größe des kleineren Parallelläufers abhängt und in den beiden Grenzfällen gleich groß ist.

Es ist somit möglich, durch passende Wahl eines Abgleichungsfaktors bei der Festlegung des Sollwertes der Kurzschlußspannung die Überlastung von Transformatoren mit geringerer Leistung als jene der größten Einheit der Anlage in weiten Grenzen zu beeinflussen und deshalb den Parallelbetrieb von Umspannern mit sehr verschiedenen Nennleistungen tatsächlich einwandfrei zu gestalten, ohne die Spanne für die noch zulässigen Grenzwerte der Kurzschlußspannung in unerwünschtem Maße zu verringern.

Zahlentafel 1 gibt eine Übersicht über die besprochenen Fälle und zeigt die augenfälligen Vorteile des neuen Vorschlages entweder für eine sehr geringe Überlastung eines kleinen zugeschalteten Transformators nach Schema C, oder für eine Höchstüberlastung von 10 % nach Schema D und die unmöglichen Verhältnisse, die die buchstäbliche Auslegung der geltenden Regeln herbeiführen kann (Schema A), sowie die noch immer sehr bedenklichen Zustände, die die verbesserten Regeln noch zeitigen würden (Schema B).

Freilich ist die Überlast von gleich großen Parallelläufern durch die Spielgrenze festgelegt, da sie durch eine Sonderwahl des Sollwertes der Kurzschlußspannung nicht beeinflußt werden kann. Auch sei darauf hingewiesen, daß das Größenverhältnis der Transformatoren keine nachteilige Rolle spielt und somit nicht mehr begrenzt zu werden braucht.

Natürlich bewirkt der Vorschlag, daß die Kurzschlußspannung der Anlage nicht eine konstante ist, sondern zunimmt, je weniger Einheiten parallelgeschaltet werden; da aber bei verringerter Belastung die Spannungsabfälle im Speise- oder im Verteilungsnetz geringer sind, so ist die Erhöhung der Kurzschlußspannung der Anlage nicht ganz unerwünscht und dürfte neben den obenerwähnten Vorteilen als ein weiterer günstiger Umstand betrachtet werden können.

Vortragender hofft, daß diese Anregungen dazu dienen mögen, die Parallellauffrage einer günstigeren Lösung entgegenzuführen, ohne die Lieferbedingungen in unzulässiger Weise zu erschweren.

Überlastungen von Umspannern bei Abweichungen der Meßwerte der Kurzschlußspannungen vom Sollwert

Nennleistung des gr. Umspanners	—	N	N	N	N
Sollwert seiner Kurzschlußspannung	$e_k \times$	1	1	1	[illegible]
zulässiger höchster Meßwert: A	$e_k \times$	1,22	1,22	1,22	1,2[illegible]
„ „ „ BCD	$e_k \times$	1,10	1,10	1,10	1,1[illegible]
Nennleistung des kl. Umspanners	—	N	$^2/_3\,N$	$^1/_3\,N$	[illegible]
A					
Sollwert der Kurzschlußspannung	$e_k \times$	1	1	1	1
zulässige kl. Meßw. $e_k' = \frac{e_k + e_k'}{2}(1 - \alpha)$	$e_k \times$	0,818	0,818	0,818	[illegible]
Überlastung	$x =$	22 %	15 %	33 %	[illegible]
B					
Sollwert der Kurzschlußspannung	$e_k \times$	1	1	1	[illegible]
zulässige kl. Meßw. $e_k' = e_k(1 - \alpha)$	$e_k \times$	0,900	0,900	0,900	[illegible]
Überlastung	$x =$	10 %	12,3 %	16 %	[illegible]
C					
Sollwert der Kurzschlußspannung $e_{k_1} = e_k\left(1 + 0{,}22\frac{N - N_1}{N}\right)$	$e_k \times$	1	1,073	1,147	[illegible]
zulässige kl. Meßw. $e_{k_1} = e_{k_1}(1 - \alpha)$	$e_k \times$	0,900	0,966	1,033	1,10[illegible]
Überlastung	x	10 %	8 %	4,7 %	0 %
D					
Sollwert der Kurzschlußspannung $e_{k_1} = e_k\left(1 + 0{,}11\frac{N - N_1}{N}\right)$	$e_k \times$	1	1,037	1,073	1,1[illegible]
zulässige kl. Meßw. $e_{k_1}' = e_{k_1}(1 - \alpha)$	$e_k \times$	0,900	0,934	0,966	1,0[illegible]
Überlastung	$x =$	10 %	10 %	10 %	10 %

Vorsitzender: Ich danke Herrn **VON ZELEWSKI** für seinen interessanten Vortrag und bitte um Wortmeldungen. — Da sich vorderhand noch niemand zum Wort meldet, darf ich mir erlauben, zunächst selbst einige Fragen an den Herrn Vortragenden zu richten.

Zunächst möchte ich ein Mißverständnis ausschließen. Herr **VON ZELEWSKI** hat den Fall A als den bezeichnet, der früher nach den RET gegolten hat, und den Fall B als den, der heute gilt. Das ist ein Irrtum. Die jetzt geltenden Vorschriften RET von 1923 sind die unter A angegebenen. Der Fall B ist nur ein Beschluß der Kommission für Maschinen und Transformatoren, der aber noch nicht veröffentlicht und vom Verband Deutscher Elektrotechniker noch nicht angenommen ist. Ich möchte bei dieser Gelegenheit dem Herrn Vortragenden für die Anregung danken, die er uns gegeben hat und die wir in der Kommission sicher beraten werden; vielleicht kommen wir dann dazu, einen Vorschlag in die RET aufzunehmen. Mir erscheint es sehr beachtenswert, daß man auf diesem Wege, ausgehend von einer anderen Voraussetzung, tatsächlich zu günstigeren Bedingungen kommt. Ich möchte aber auf eins aufmerksam machen. Während die jetzigen Bestimmungen davon ausgehen, daß, wenn die Sollwerte der Kurzschlußspannung genau eingehalten werden, dann auch die Leistungen den Sollwerten entsprechen, nimmt der Vortragende mit seinem Vorschlag eine Abweichung vom Sollwert der Leistungen auch in dem Falle in Kauf, in dem die Sollkurzschlußspannungen genau eingehalten werden.

Herr **Lindner:** Nach der Vorschrift der RET ist das ungünstigste Verhältnis der Belastungsverteilung dann vorhanden, wenn die Unterschiede der Transformatorleistungen am größten sind, nach der Formel des Vortragenden jedoch bei gleichen Leistungen. Der Vortragende sagte daher, daß es bei der neuen Formel ziemlich gleichgültig wäre, wie das Leistungsverhältnis sei. Nun wird aber die Lastverteilung außer durch die Kurzschlußspannung e_k noch durch das Verhältnis des Ohmschen Spannungsabfalls e_r zur Streuspannung e_s beeinflußt. In einem der letzten Hefte der ETZ befindet sich die Besprechung einer Arbeit von **VIDMAR**, in der darauf aufmerksam gemacht wird, daß die Unterschiede von $e_r : e_s$ gerade dann am größten sind, wenn die Leistungen sehr voneinander abweichen. Denn ein kleiner Transformator hat prozentual höhere Kupferverluste und infolgedessen einen höheren Spannungsabfall als ein großer. Wenn wir jetzt bei den neuen Vorschriften darauf hinarbeiten, daß gerade Transformatoren ungleicher Leistung gut zusammenarbeiten, wird das vielleicht wieder durch das ungleiche Verhältnis von e_r zu e_s gestört. Man müßte daher die ganze Sache darauf hin durchrechnen, um zu sehen, wie bei praktischen Fällen sich die Last verteilt.

Vortragender: Herr **VIDMAR** hat diese Frage nicht neu aufgerollt, da bekanntlich nicht nur die Kurzschlußspannungen, sondern auch ihre Komponenten möglichst gleich sein sollen. Die Wirkung dieser Ungleichheit ist jedoch von zweiter, im allgemeinen sogar von dritter Ordnung. In der Tat nehmen wir an, daß zwei Transformatoren dieselbe Kurzschlußspannung haben, und nur die Verteilung ihrer Komponenten sei verschieden. Dann haben offenbar die Ströme der beiden Transformatoren gegenüber dem gemeinsamen Spannungsabfall verschiedene Richtung; die algebraische Summe ist also nicht gleich der geometrischen Summe. Der Richtungsunterschied der beiden Ströme muß ganz gewaltig sein, um bemerkt zu werden. In der Praxis ist kaum ein Fall bekanntgeworden, in dem durch diesen Umstand eine Schwierigkeit beim Parallellauf entstanden wäre.

Übrigens liegt mein Vorschlag gerade in der günstigen Richtung, da der kleinere Transformator die größere Kurzschlußspannung haben soll und bekanntlich auch tatsächlich einen relativ größeren Spannungsabfall hat. Der Widerstandsabfall ist bei den kleinen Transformatoren aus wirtschaftlichen Gründen größer als bei großen.

Ein Zahlenbeispiel möge die Sache erläutern: Nehmen wir einen 1600-Transformator mit $e_k = 3{,}3$; $e_r = 1{,}2\,\%$ und einen 160-Transformator mit $e_k = 4\,\%$ und etwa $e_r = 2\,\%$ an, der nach der jetzigen Forderung ebenfalls 3,3 % haben müßte. Die Phasenverschiebung der Kurzschlußspannung beträgt im ersten Fall $\frac{1.2}{3.3}$ bezw. $\frac{2}{4}$, im zweiten Fall $\frac{1.2}{3.3}$ bezw. $\frac{2}{3.3}$, woraus man sofort erkennt, daß im letzteren der Unterschied der beiden Winkel größer ausfallen wird. Durch die Vergrößerung der Kurzschlußspannung der kleineren Transformatoren wird auch der Forderung der Gleichheit ihrer Komponenten besser entsprochen.

Ein weiterer Diskussionsredner spricht sich in ähnlichem Sinne wie Herr **LINDNER** aus.

Vorsitzender: Wir können also feststellen, daß die Gedanken, die von den beiden Herren Vorrednern vorgebracht worden sind, in der Linie des Herrn Vortragenden liegen. Die Unannehmlichkeit, die wir sonst bekommen würden bei Berücksichtigung der Verhältnisse,

---

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

Isolierrohre mit gefalztem Metallmantel nach DIN VDE 9030

Zuordnung der Leitungen[1] zu den Rohrweiten

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9048

Leiterquerschnitt mm²	1 NGA über Putz	1 NGA unter Putz	2 NGA über Putz	2 NGA unter Putz	3 NGA über Putz	3 NGA unter Putz	4 NGA oder 3 NGA und 1 NL über Putz	4 NGA oder 3 NGA und 1 NL unter Putz	1 NGA und 1 NL über Putz	1 NGA und 1 NL unter Putz	2 NGA und 1 NL über Putz	2 NGA und 1 NL unter Putz
	Rohrweite in mm											
1	—	—	11	13,5	11	13,5	13,5	16	11	13,5	11	13,5
1,5	—	—	11	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)	16	23 (16)	11	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)
2,5	—	—	16 (13,5)	16	16	23 (16)	23	23	13,5	16 (13,5)	16	23 (16)
4	11	13,5	16	23 (16)	16	23	23	23	16 (13,5)	16	16	23
6	11	13,5	23 (16)	23	23	23	23	29 (23)	16	23 (16)	23	23
10	13,5	13,5	23	23	23	29 (23)	29	29	23 (16)	23	23	29 (23)
16	13,5	16	23	29	29	29	36 (29)	36 (29)	23	23	29	29
25	16	23 (16)	29	36	36 (20)	36	36	36	29	29	36 (29)	36
35	23	23	36	36	36	36	48	48	36 (29)	36 (29)	36	36
50	23	23	36	48	48	48	48	48	36	48 (36)	48	48
70	23	29 (23)	48	48	48	—	—	—	48 (36)	48	48	—
95	29	36 (29)	48	—	—	—	—	—	48	-	—	—
120	29	36	—	—	—	—	—	—	—	—	-	—
150	36	48 (36)	—	—	—	—	—	—	-	—	—	—
185	36	48 (36)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die eingeklammerten Rohrweiten gelten für gerade Strecken bis etwa 4 m Länge

[1] Gummiaderleitungen (NGA) nach den Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen, Nulleitungen (NL) nach den Vorschriften für umhüllte Leitungen.

März 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.



wie sie gegeben sind, also dann, wenn wir z. B. Transformatoren haben, die zwar zwangsweise dieselbe Kurzschlußspannung haben sollen, aber eine verschiedene Verteilung der beiden Komponenten, so daß wir einen verschiedenen cos φ und eine verschiedene Stromaufnahme haben, würde also nach dem Vorschlage des Vortragenden verschwinden.

Sehr beachtlich scheint mir der andere Gedanke zu sein, daß man dann nicht mehr gezwungen ist, von den Kurzschlußspannungen, die sich nach der Liste als normal ergeben, bei kleinen Transformatoren durch künstliche Mittel abzuweichen, nur um die jetzt geltende Bestimmung zu erfüllen, sondern daß man die normal gegebenen Werte einfach beibehält.

Damit ist wohl die Frage geklärt. Ich danke Herrn VON ZELEWSKI nochmals im Namen der Versammlung für die sehr wertvollen und sicherlich beachtenswerten Anregungen.

Ich schließe die Sitzung."

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär.
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Installationsmaterial.

Vor- und nachstehend werden die von der Kommission für Installationsmaterial aufgestellten Normblattentwürfe zu

DIN VDE 9048 „Isolierrohre mit gefalztem Metallmantel nach DIN VDE 9030"
„Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten."

DIN VDE 9049 „Stahlpanzerrohre nach DIN VDE 9010"
„Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten."

bekanntgegeben.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 23. April 1928 an die Geschäftsstelle zu richten.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

Stahlpanzerrohre nach DIN VDE 9010

Zuordnung der Leitungen[1] zu den Rohrweiten

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9049

Leiterquerschnitt mm²	1 NGA über Putz	1 NGA unter Putz	2 NGA über Putz	2 NGA unter Putz	3 NGA über Putz	3 NGA unter Putz	4 NGA oder 3 NGA und 1 NL über Putz	4 NGA oder 3 NGA und 1 NL unter Putz	1 NGA und 1 NL über Putz	1 NGA und 1 NL unter Putz	2 NGA und 1 NL über Putz	2 NGA und 1 NL unter Putz
	Rohrweite in mm											
1	—	—	11	13,5	13,5 (11)	13,5	13,5	16	11	13,5	13,5 (11)	13,5
1,5	—	—	13,5 (11)	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)	16	21 (16)	13,5 (11)	13,5	13,5 (11)	16 (13,5)
2,5	—	—	16 (13,5)	16	16	21 (16)	21	21	13,5	16 (13,5)	16	21 (16)
4	11	13,5	16	21 (16)	21	21	21	21	16 (13,5)	16	16	21
6	11	13,5	21 (16)	21	21	21	21	29 (21)	16	21 (16)	21	21
10	13,5	13 5	21	29	21	29 (21)	29	29	21 (16)	21	21	29 (21)
16	13,5	16	29	29	29	29	36 (29)	36 (29)	21	29 (21)	29	29
25	16	21 (16)	29	36	36 (29)	36	36	36	29	29	36 (29)	36
35	21	21	36	36	36	36	42	42	36 (29)	36 (29)	36	36
50	21	21	42 (36)	42	42	42	—	—	36	42 (36)	42	42
70	21	29 (21)	42	42	42	—	—	—	42 (36)	42	42	—
95	29	36 (29)	42	—	—	—	—	—	42	—	—	—
120	29	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	36	42 (36)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
185	36	42 (36)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die eingeklammerten Rohrweiten gelten für gerade Strecken bis etwa 4 m Länge

[1] Gummiaderleitungen (NGA) nach den Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen, Nulleitungen (NL) nach den Vorschriften für umhüllte Leitungen.

März 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Kommission für Freileitungen.

Vorschriften für die bruchsichere Führung der Hochspannungsleitungen über Postleitungen.

Der Reichspostminister teilt mit Schreiben vom 21. Februar 1928 zu Ziffer 26 der seit dem 1. Juli 1924 in Kraft befindlichen

Vorschriften für die bruchsichere Führung der Hochspannungsleitungen über Postleitungen

folgendes mit:

„Nach den bisherigen Feststellungen haben sich hölzerne A-Maste in Winkelpunkten nur in solchen Fällen schief gestellt, durchgebogen und verdreht, in denen die Abweichung von der Leitungsrichtung des Nachbarfeldes mehr als 5° betragen hat. Es sollen daher nach Benehmen mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker A-Maste noch bei Abweichungen von der geraden Leitungsführung bis 5° zugelassen werden, ohne daß diese Abweichung bei der Berechnung berücksichtigt zu werden braucht. Zur Vermeidung von Härten sollen im weiteren A-Maste auch noch bei Abweichungen von 5° bis 10° zugelassen werden, wenn die Standsicherheit nachgewiesen wird."

Infolgedessen erhält Ziffer 26 dieser Vorschriften folgenden abgeänderten Wortlaut:

„26. Holzmaste sind entweder als A-Maste (VfF II D 2, Abs. 7) oder als einfache Maste mit besonderen Erdfüßen[5] auszuführen. Auch bei A-Masten können Erdfüße verwendet werden. Über die Zulassung der Erdfußarten wird besonders entschieden. Ausnahmsweise können die A-Maste auch aus angeschuhten Stangen hergestellt werden. Dabei erhält jede Stange zwei Fußstangen, die in einer senkrecht zur Leitungsrichtung liegenden Ebene durch drei Bolzen mit der Stange zu befestigen sind. Holzmaste dürfen nur bei gerader Leitungsführung verwendet werden; bei A-Masten sind jedoch Abweichungen zulässig bis zu einem Winkel von 5°, der bei der Berechnung nicht berücksichtigt zu werden braucht. Abweichungen von 5 bis 10° sind dann zulässig, wenn nach der Formel von Dörr ausreichende Standsicherheit nachgewiesen wird. Die Maste müssen fehlerfrei, von geradem Wuchs und in ihrer ganzen Länge nach einem als gut anerkannten Verfahren gegen Fäulnis getränkt sein. Nicht mit Teeröl getränkte Maste ohne Mastfuß müssen vor ihrer Einstellung am Stammende auf ein Viertel ihrer ganzen Länge mit Karbolineum oder Teer angestrichen werden. Die Schnittflächen der abzuschrägenden Zopfenden der Maste sind zweimal mit heißem Steinkohlenteer oder einmal mit heißem Steinkohlenteer unter Zusatz von Asphalt zu streichen."

Diese Änderung der Ziffer 26 tritt mit dem Tage der Verkündung in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

[5] Als Maste mit besonderen Erdfüßen sind solche Maste anzusehen, deren U. terteil aus einem Baustoff besteht, der gegen Fäulnis besonders widerstandsfähig ist (Eisen, Eisenbeton, getränktes Buchenholz usw.).

SITZUNGSKALENDER.

Dresdner Elektrot. Verein. 22. III. 1928, abds. 7½ h, gr. Hörsaal d. Elektrot. Inst. d. T. H.: Lichtbildervortrag Obering. A. Schmolz, „Schwedische Kraftwerke und Kraftübertragungsanlagen für die Landeselektrizitätsversorg. u. Elektris. d. schwed. Staatseisenbahnen".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Magdeburg. 23. III. 1928, abds. 8¼ h, Staatl. Ver. Maschinenbauschule. Am Krökentor 1: Vortrag Dipl.-Ing. Graf, „Fortschritte in der Verwendung von Automaten statt Sicherungen".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 27. III. 1928, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dr. H. Lund, „Der Doppelnutmotor".

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 29. III. 1928, abds. 7½ h, Staatl. Gewerbeakademie, Hörsaal 199: Vortrag Dr.-Ing. Berthold, „Werkstoffprüfung mit Röntgenstrahlen".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

K. Strecker. Am 26. d. M. begeht der in den Kreisen der deutschen, aber auch der außerdeutschen Elektrotechnik als Wissenschaftler und Fachschriftsteller bekannte Präsident a. D., Professor Dr. Karl Strecker, Heidelberg, in geistiger und körperlicher Frische seinen 70. Geburtstag. Die Verdienste des Jubilars sind so allgemein bekannt, daß der Hinweis auf einige seiner hervorragendsten Leistungen hier genügen wird.

Er begann mit der Leitung des neugegründeten Telegraphen-Ingenieur-Büros des Reichspostamtes vor fast 40 Jahren, das sich allmählich zu dem Telegraphentechnischen Reichsamt ausbildete, dessen Präsident Herr Strecker mit Erfolg gewesen ist. Außer seinem Spezialgebiet, dem Nachrichtenwesen, hat er fast allen anderen Zweigen der Elektrotechnik durch seine literarischen Arbeiten die Wege geebnet. Das „Hilfsbuch für die Elektrotechnik" ist ein geistiges Werkzeug für die Starkstromtechniker geworden. Das „Jahrbuch der Elektrotechnik" hat über die Fortschritte der Elektrotechnik allen Fachgenossen laufend Bericht erstattet. Besonders große Verdienste hat sich der Jubilar um den Elektrotechnischen Verein (Berlin) erworben, dessen Ehrenmitglied er seit langen Jahren ist und von dem er 1921 die Siemens-Stephan-Gedenkplatte erhielt. Seit Jahren leitet er mit großem Erfolge eine Reihe von Ausschüssen auf dem Gebiet der Elektrotechnik, so insbesondere den Ausschuß für Einheiten- und Formelgrößen. Im Verband Deutscher Elektrotechniker ist er in einer Reihe von Kommissionen erfolgreich tätig gewesen. Als Leiter des deutschen Komitees der Internationalen Elektrotechnischen Commission hat sich Herr Strecker nicht nur durch sein großes Fachwissen, sondern auch durch seine bedeutenden Beziehungen zu ausländischen Fachgrößen unvergängliche Verdienste erworben. Die vielen Freunde des Jubilars vereinen heute ihre herzlichsten Wünsche für ein weiteres Wohlergehen und einen gesegneten Lebensabend.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über den Ladestrom bei Kabeln mit metallisierter Einzelader.

Herr Dr.-Ing. LÖBNER bezieht in diesem in seinen Schlußfolgerungen richtigen Aufsatz (ETZ 1926, S. 1195) irrtümlich die Betriebskapazität auf die Betriebspannung, mit der sie nichts zu tun hat. Man versteht vielmehr unter der Betriebskapazität oder der „wirksamen Kapazität" eines Leitersystems den Quotienten aus der gesamten Elektrizitätsmenge auf dem Leiter und der Spannung zwischen Leiter und Erde. Die Betriebskapazität, d. h. die Größe, die mit der Kreisfrequenz und den Phasenvolt (bei Einphasenstrom $E_p = \frac{E_v}{2}$, bei Drehstrom $E_p = \frac{E_v}{\sqrt{3}}$) vervielfacht den Ladestrom je Kilowatt ergibt, ist bei Dreileiterkabeln mit metallbeleg'en Adern ($k_{12} = 0$): $C_B = k_{11}$ [F km], d. h. gleich der Erdkapazität einer Ader. Die falsche Gleichung (6) $C_B = \frac{k_{11}}{\sqrt{3}}$ verursacht bei Leistungsübertragungsrechnungen falsche Werte.

Kassel, 20. XII. 1927. Ernst Rosseck.

Erwiderung.

Die Betriebskonstanten der symmetrischen Mehrleitersysteme stellen gewisse Kombinationen der verschiedenen Grunddaten dar, die für bestimmte Betriebszustände die elektrischen Verhältnisse, z. B. die Beziehung zwischen Betriebspannung und Ladestrom, mit Angabe nur eines Wertes eindeutig festlegen. Welche Größe dabei nun als Betriebspannung gewählt wird, unterliegt einer gewissen Willkür, ist aber naturgemäß von maßgebendem Einfluß auf die Größe der errechneten Betriebswerte. In meiner Arbeit habe ich, wie dort ausdrücklich betont ist, zur Kennzeichnung des Spannungszustandes bei verseilten metallisierten Kabeln die Betriebspannung zwischen zwei Leitern gewählt. Der so errechnete Wert für die Betriebskapazität führt, weil er definitionsgerecht ist, darum auch, wie Herr Baurat ROSSECK erwähnt, zu richtigen Ergebnissen.

Berlin, 31. I. 1928. Fr. Loebner.



Selbstsynchronisierender Einankerumformer.

Im Fachbericht der Kieler Jahresversammlung des VDE über „Das selbsttätige Anlassen von Einankerumformern" findet sich auf S. 108 die Bemerkung von Herrn ALZNER von einem „bekannten, aber kaum zur Anwendung gelangten Anlaßverfahren mit Hilfe eines mit den Schleifringen des Umformers in Reihe geschalteten Anwurfmotors, der ein sehr rasches funkenfreies Anlaufen mit geringem Anlaufstrom ermöglicht und selbstsynchronisierend ist". Herr SCHÜLER hat bereits in der Diskussion darauf hingewiesen, daß das Verfahren von mir herrührt, doch möchte ich erwähnen, daß seine Anwendung im Gegensatz zur Meinung des Herrn ALZNER in großem Maßstab erfolgt ist. In England allein ist das Verfahren nach meinem Patent bei Umformern mit mehr als 1 Mill. kW Gesamtleistung angewendet worden. Das Patent war der Anlaß eines langwierigen Prozesses, bei dem die Patentgegnerin die Vorwegnahme des Erfindungsgedankens durch ein altes Patent von TESLA behauptete. Der Prozeß beschäftigte alle Instanzen und wurde im vorigen Jahre vom House of Lords endgültig zugunsten des Patentes entschieden.

In Österreich wird das selbstsynchronisierende Anlaßverfahren von der ELIN Aktiengesellschaft für elektrische Industrie angewendet. Ein interessantes Beispiel seiner Anwendung ist im Aufsatz von GEBAUER (El. u. Maschinenb. 1925, H. 39) „Die Stromumformungsanlagen der städtischen Elektrizitätswerke in Wien für den Betrieb der Wiener elektrischen Stadtbahn" gegeben. Bei einem fahrbaren Umformer auf der Stadtbahn erfolgt mit Hilfe dieses Verfahrens das komplette Anlassen und selbsttätige Synchronisieren, gerechnet vom Einschalten des Hochspannungsschalters bis zum Parallelschalten der Gleichstromseite an den Fahrdraht, in weniger als einer halben Minute.

Weiz (Steiermark), 25. I. 1928.

E. Rosenberg.

Erwiderung.

Die Angabe des Herrn Dr. ROSENBERG, daß das erwähnte Anlaßverfahren von ihm herrührt und in großem Umfange in England angewendet worden ist, hat mich sehr interessiert. Beide Tatsachen waren mir bisher nicht bekannt. Ich kenne das Verfahren seit etwa 14 Jahren unter der Bezeichnung: Westinghouse-Anlaß-Verfahren. — Gerade die Ausführungen des Herrn Dr. ROSENBERG lassen die Frage in erhöhtem Maße berechtigt erscheinen, weshalb das Verfahren in Deutschland so wenig bekannt ist. Tatsächlich ist es bei der von Herrn KRIEG beschriebenen, nach neuzeitlichen Gesichtspunkten ausgeführten Einanker-Umformerstation in Leipzig, in welcher vorläufig 6 Stück 2000 kW-Einankerumformer zur Aufstellung gelangt sind, nicht angewendet worden. Auch Dutzende ähnlich großer und größerer Einankerumformer, die in verschiedenen Umformerstationen in Berlin und in anderen großen Städten Deutschlands sich befinden, werden zum überwiegenden Teile asynchron ohne Anwurfsmotor angelassen, obgleich dieses Verfahren, wie ich in meinem Diskussionsbeitrag in Kiel schon erwähnt habe, erhebliche Nachteile aufweist. Jedenfalls erscheint meine Anregung, auch in Deutschland größere Einankerumformer mit in Serie geschalteten Anwurfsmotoren anzulassen, durchaus begründet.

Dresden, 28. II. 1928.

E. Alzner.

Kurzschlußkräfte an Wandlern und Transformatoren und der Verlauf der Feldstärke im Streuraum.

In meinem Aufsatz „Kurzschlußkräfte an Wandlern und Transformatoren und der Verlauf der Feldstärke im Streuraum" (ETZ 1928, S. 134) ist mir leider ein Fehler unterlaufen, den ich erst beim Durchlesen des Probeheftes bemerkt habe. Im zweiten Teil der Arbeit schreibe ich: „Um die richtigen Abstützungen für die Wicklungen zu finden, braucht man die Kurzschlußkräfte an sich nicht zu berechnen, sondern kann so vorgehen, daß man die Energie, wie man sie aus dem Diagramm (S. 135, Abb. 3) findet, der zulässigen Arbeitsaufnahmefähigkeit des abstützenden Materiales gleichsetzt."

Dies ist aber nicht richtig aus folgendem Grunde: Wenn man das Material so berechnet hat, daß keine Deformation eintreten kann, sondern nur eine sehr geringe Verschiebung in den Grenzen der Elastizität des betreffenden Materiales, so wird diese Arbeitsaufnahme des Materiales nur ein Bruchteil der magnetischen Energie sein. $\cos\varphi$ wird sich nur im Augenblick des Kurzschlusses etwas vergrößern, nämlich um den Teil, der der Arbeitsaufnahme des Materiales entspricht. Dauert der Kurzschluß weiter an, so wird $\cos\varphi$ unverändert seinen Wert beibehalten. Die Arbeit, die zur zulässigen Beanspruchung des Materiales nötig ist, läßt sich leicht berechnen an Hand des Beispieles, wie ich es angegeben habe (S. 137, Abb. 9).

Es sei die Länge des Trägers $l = 100$ cm, die Kurzschlußkraft, wie errechnet, $P = 2220$ kg und $k_b = 1000$ kg/cm²; dann ist

$$W_b = \frac{P\,l}{4\,k_b} = \frac{2220 \cdot 100}{4 \cdot 1000} \approx 50 \text{ cm}^3.$$

Nehmen wir einen Träger mit folgendem Profil an (S. 137, Abb. 10):

$H = 10$ cm $\qquad h = 8$ cm,
$B = 5$ cm $\qquad b = 4$ cm,

so ist $W_b = \dfrac{B\,H^3 - b\,h^3}{6\,H} \approx 50$ cm³, und somit wird dieser die Kraft $P = 2220$ kg aufnehmen können.

Die aufgenommene Arbeit des Trägers ist somit

$$\mathfrak{P}_{Tr.} = \frac{l\,k_b^2\,(B\,H^3 - b\,h^3)}{3\,E\,H \cdot 6\,H} \text{ kgcm (S. 137, Gl. 12).}$$

E sei $2 \cdot 10^6$ kg/cm²; dann ist

$$\mathfrak{P}_{Tr.} = \frac{100 \cdot 10^6 \cdot 50}{3 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 10} = 83{,}3 \text{ kgcm.}$$

Die magnetische Energie aber, die in Deformationsarbeit umgesetzt werden könnte für die normale Lage der Spulen $x = l$, ist $20{,}4\;L_1\,J_{1\,\mathrm{eff}}^2$ kgcm (S. 136, Gl. 11) oder $20{,}4 \cdot 1292 \cdot 10^{-8} \cdot 25 \cdot 10^6 \approx 6600$ kgcm; die aufgenommene Arbeit des Trägers ist also nur

$\dfrac{83{,}3}{6600} \cdot 100\,\% = 1{,}26\,\%$ der magnetischen Energie.

Dresden, 9. II. 1928.

Rudolf Liebold.

Rundfunkstörungen durch Straßenbahnen und ihre Beseitigung.

Zu dem Aufsatz der Herren CLAUSING und MÜLLER „Über Rundfunkstörungen durch die Straßenbahn und ihre Beseitigung (ETZ 1928, S. 178) bemerke ich, daß ich kurz nach Beginn der gemeinsam vom Telegraphentechnischen Reichsamt und der Berliner Straßenbahn-Betriebs-G. m. b. H. vorgenommenen Versuche von Herrn Dr. BURSTYN darauf aufmerksam gemacht wurde, daß die Störungen mit größter Wahrscheinlichkeit von den schwachen zur Beleuchtung der Wagen dienenden Strömen hervorgerufen würden, was durch die späteren Versuche bestätigt worden ist.

Berlin, 10. III. 1928.

Eppen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Der Eisenbahn-Elektrotechniker. Gemeinverst. Lehrhefte f. Eisenbahner. Herausg. v. Min.-Rat a. D. W. Wechmann. I. Teil: Grundlagen der prakt. Elektrotechnik. Heft 1: Der elektrische Strom im Leiter (2. Aufl.). Von W. Wechmann. Mit 64 Textabb., XI u. 116 S. in 8°. Verlag der Verkehrswissensch. Lehrmittelgesellsch. m. b. H. bei der Dt. Reichsbahn, Berlin 1927. Preis kart. 4 RM.

Das mit dem vorliegenden ersten Heft begonnene Gesamtwerk setzt sich nach dem Vorwort des Herausgebers das Ziel, das Gebiet der Elektrotechnik, soweit diese für den Eisenbahnbetrieb von Bedeutung ist, in einer Reihe von Einzeldarstellungen in demjenigen Ausmaße zu behandeln, das für den Beamten und Beamtenanwärter zum Verständnis, zur richtigen Handhabung und zur Unterhaltung der elektrischen Einrichtungen notwendig ist. Demgemäß soll das Werk als wichtigste Teile die Grundlagen der praktischen Elektrotechnik, Meßkunde, Maschinen, Kraftwerke, Leitungen, (Einphasen-) Lokomotiven, (Einphasen- und Gleichstrom-) Triebwagen, Zugbeleuchtung und Werkstätten umfassen.

Das vorliegende erste Heft: „Der elektrische Strom im Leiter" (116 Seiten, 64 Abb.), das den Herausgeber der Sammlung zum Verfasser hat, behandelt als Einführung in die Elektrotechnik die Begriffe der Arbeit und Leistung,

Spannung und Stromstärke, die magnetischen, Wärme- und sonstigen Wirkungen des elektrischen Stromes. Aus der Voranstellung des Arbeits- und Leistungsbegriffes kann man die auf den praktischen Gebrauch gegebener physikalischer Tatsachen gerichtete Absicht des Buches erkennen; die diese beiden Begriffe behandelnden Kapitel 1 ÷ 4 sind übrigens durchaus ursprünglich bearbeitet und gleich dem übrigen Inhalt des Heftes — ein bemerkenswertes Kapitel (10) vermittelt in hinweisender Art die Kenntnis der VDE- und Industrienormen — von jedem aufmerksamen Leser mittlerer Vorbildung verfolgbar; eine Sammlung von Fragen und Rechenaufgaben gestattet ein weiteres Eindringen in den behandelten Stoff.

Nach Inhalt und Schreibweise erreicht das vorliegende erste Heft das gesteckte Ziel in jeder Weise und rechtfertigt die gleiche Erwartung für die weiteren Teile des Werkes, deren Erscheinen mit um so größerem Interesse entgegengesehen werden kann. A. Winkler.

Automaten. Die konstrukt. Durchbildung der Werkzeuge, der Arbeitsweise u. d. Betrieb d. selbsttät. Drehbänke. Ein Lehr- und Nachschlagebuch von Obering. Ph. Kelle. 2., umgearb. u. verm. Aufl. mit 823 Abb. im Text u. auf 11 Taf., 37 Arbeitsplänen, 8 Leistungstabellen, XI u. 466 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 26 RM.

Die erste Auflage dieses Buches erschien im Jahre 1921, und wenn 1927 bereits eine zweite Auflage herauskommt, so ist das schon Beweis genug, daß in der Praxis hierfür ein Bedürfnis vorliegt. Das ist auch wirklich der Fall. Während früher gute Automaten nur aus „Amerika" kamen, hat sich dies im letzten Jahrzehnt wesentlich geändert. Deutsche Konstrukteure, die man übrigens vielfach auch bei amerikanischen Firmen sogar als Chefkonstrukteure findet, haben es doch so weit gebracht, daß nicht nur die amerikanischen Leistungen der automatischen Maschine erreicht, sondern sogar überholt werden. Der beste Beweis dafür ist, daß deutsche Automaten, besonders Schraubenautomaten, sich bevorzugten Eingang in Amerika bei rein amerikanischen Firmen verschafft haben. Daher war es nötig, in der neuen Auflage die Fortschritte auf diesem Gebiete in Deutschland zu kennzeichnen, was dem Autor, als langjährigem Fachmann und Sachverständigen, auch gut gelungen ist.

Das Buch umfaßt sieben Kapitel, nämlich: Die Einteilung der Automaten nach ihrem Arbeitszweck — Die verschiedenen Automatensysteme — Die Konstruktionselemente des Automaten — Sondervorrichtungen — Automatische Sondermaschinen — Die Automatenwerkzeuge — Einrichtung und Betrieb der Automaten. Leistungsberechnungen und Arbeitspläne. Leistungstabellen. Automaten für Schrauben und Formteile haben nur eine kurze Entwicklung durchgemacht und doch sind soviel Systeme entstanden, deren konstruktive Durchbildung selbst dem tüchtigen Konstrukteur und die Beurteilung der Leistung dem Betriebsmann nicht immer geläufig ist. Heute kann angenommen werden, daß durch die konstruktive Entwicklungsarbeit der Automaten der Betriebsmann eine Leistung erreichen kann, die als Grenze anzusehen ist. Schwer ist es für den Konstrukteur, sich in das Wesentliche der vielen Systeme hineinzuarbeiten, und der Betriebsmann hat es nicht leicht, für die zu erzeugenden Teile geeignete Automaten und zugleich deren Höchstleistung herauszufinden. Beiden wird mit Ph. Kelles Lehr- und Nachschlagebuch, das übersichtlich mit guten Abbildungen geordnet und das Wesentlichste der allgemein bekannten Automaten in kurzer Beschreibung enthält, ein Leitfaden in die Hand gegeben. Wenn damit die Arbeitsweise der Automaten bekanntgegeben ist, so ist außerdem dieses Lehr- und Nachschlagebuch ein Wegweiser für die Festlegung der kürzesten Arbeitszeiten für einfache und komplizierte Teile. Gerade dieser Faktor ist in den meisten Betrieben noch nicht als wichtig genug erkannt worden. So hat sich häufig gezeigt, daß bis zu 50 % höhere Leistung durch eine richtige Zerlegung der Arbeitsgänge aus den Automaten herauszuholen ist. Immer wieder findet man, daß der Werksleiter dem Einrichter und Meister auf Grund ihrer praktischen Erfahrung das Einrichten der Automaten überläßt, statt es einem tüchtigen, praktisch und theoretisch gebildeten Ingenieur zu übertragen, der befähigt ist, rechnerisch die wirtschaftlichste Höchstleistung zu ermitteln. So ist denn das Buch nicht nur allein für Studierende, Konstrukteure und Betriebsfachleute geschaffen, sondern auch für diejenigen, die verantwortlich sind für die größtmögliche Wirtschaftlichkeit der Automaten, und kann daher das Buch nur bestens empfohlen werden. Perls.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der elektrotechnische Spezialhandel Deutschlands im Jahr 1927[1]. — Das Statistische Reichsamt hat nunmehr die Mengen und Werte des deutschen Spezialhandels (nebst Reparationssachlieferungen) mit den in der Zahlentafel genannten 43 Ländern bzw. Gebieten, getrennt nach elektrischen Maschinen einschl. ihrer Teile (M) und elektrotechnischen Erzeugnissen (E), für das ganze Jahr 1927 veröffentlicht. Im allgemeinen überwog der Handel mit Erzeugnissen, doch zeigt die Einfuhr aus 15 für den Verkehr z. T. allerdings weniger wichtigen Ländern höhere Beträge für Maschinen. Dies trifft hinsichtlich der Menge allein u. a. auch bei den Niederlanden, Polen und der Schweiz zu. Überdies war das Gewicht der nach Rußland ausgeführten Maschinen merklich größer als das der elektrotechnischen Erzeugnisse.

Länder		Einfuhr aus		Ausfuhr nach	
		Mengen dz	Werte 1000 RM	Mengen dz	Werte 1000 RM
Insgesamt	M	40 854	11 135	272 597	72 144
	E	49 145	22 327	945 781	326 572
Ägypten	M	5	3	725	187
	E	31	11	4 228	1 042
Argentinien	M	36	17	21 762	5 394
	E	383	160	87 585	17 374
Austral. Bund	M	—	—	517	188
	E	11	9	4 125	2 228
Belgien, Luxembg.	M	429	55	5 777	1 781
	E	9 958	1 293	15 974	6 890
Brasilien	M	38	27	9 755	2 062
	E	20	10	16 370	5 536
Brit. Indien	M	2	1	3 502	1 130
	E	105	23	10 648	2 979
Brit. Südafrika	M	3	1	2 848	666
	E	36	8	10 659	2 521
Brit. Westafrika	M	—	—	33	11
	E	—	—	215	96
Chile	M	133	25	3 960	882
	E	82	47	6 309	2 362
China	M	15	6	3 491	888
	E	18	9	5 701	3 529
Dänemark	M	373	102	1 831	688
	E	488	315	22 458	11 185
Danzig	M	74	15	2 171	601
	E	234	164	10 210	3 688
Elsaß-Lothringen	M	76	31	67	40
	E	151	34	434	408
Finnland	M	341	84	4 943	1 077
	E	58	52	33 910	10 764
Frankreich	M	683	225	1 989	970
	E	788	769	11 495	4 563
Griechenland	M	31	5	3 239	568
	E	32	30	5 279	1 469
Großbritannien	M	857	415	4 616	1 481
	E	3 381	1 748	89 759	28 048
Irisch. Freistaat	M	33	9	879	140
	E	1	1	9 130	1 266
Italien	M	759	327	7 355	3 133
	E	789	654	18 223	18 632
Japan	M	11	5	6 043	1 622
	E	21	26	10 926	6 643
Kanada	M	28	3	23	19
	E	1	2	3 113	507
Kolumbien	M	—	—	1 011	311
	E	6	9	2 202	1 236
Lettland	M	103	47	3 195	679
	E	63	42	11 668	3 078
Litauen u. Memel	M	17	5	486	113
	E	12	14	3 449	1 340
Mexiko	M	27	7	2 625	616
	E	60	49	4 174	2 138
Niederlande	M	6 196	1 882	15 583	3 906
	E	2 751	3 512	191 544	37 504
Niederl. Indien	M	460	73	11 980	2 630
	E	237	69	26 342	6 203
Norwegen	M	209	48	13 785	2 363
	E	1 699	354	19 879	6 479
Österreich	M	1 803	736	5 218	3 037
	E	5 676	3 484	18 459	14 156
Polen	M	472	97	12 416	2 937
	E	290	138	44 774	15 398
Portugal	M	26	9	1 889	427
	E	5	7	9 004	1 756

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1435.

Länder		Einfuhr aus		Ausfuhr nach	
		Mengen dz	Werte 1000 RM	Mengen dz	Werte 1000 RM
Rumänien	M	44	11	4 725	1 159
	E	39	18	11 430	4 297
Rußland	M	425	128	63 978	14 804
	E	3	5	30 453	16 008
Saargebiet	M	17 740	3 281	3 343	853
	E	1 000	296	6 997	2 775
Schweden	M	365	142	6 125	1 972
	E	596	371	59 263	20 012
Schweiz	M	6 069	1 763	2 872	1 257
	E	2 636	1 903	17 607	9 314
Spanien	M	29	15	11 170	2 727
	E	94	91	14 160	6 286
Südslawien	M	13	3	4 075	1 228
	E	33	21	8 788	9 354
Tschechoslowakei	M	286	113	5 495	3 074
	E	466	347	10 709	10 528
Türkei	M	32	8	5 142	855
	E	12	8	9 251	2 771
Ungarn	M	43	18	1 300	761
	E	1 695	2 102	6 771	4 625
Venezuela	M	—	—	401	106
	E	—	—	875	368
V. S. Amerika	M	2 441	1 359	622	491
	E	7 343	3 315	12 955	8 135

Mehr Interesse für den Elektromarkt Britisch-Indiens. — Die elektrotechnischen Märkte Britisch-Indiens zeigen überall eine stark gesteigerte Aufnahmefähigkeit, die sich bereits im letzten Jahr ganz wesentlich über die bisherigen Bedürfnisse hinaus entwickelt hat. In erster Linie gründet sich die erhöhte Nachfrage nach elektrotechnischen Artikeln, Installationsmaterial, Maschinen usw. auf den großzügigen Ausbau der Stromversorgung. Zunehmende Anforderungen an die Einfuhr von Elektromaterial stellt außerdem die fortschreitende Industrialisierung der bereits elektrisierten Gebiete. 1924/25 umfaßte die Einfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Geräte etwa 400 Rls[1]. Innerhalb eines Jahres war die Einfuhrmenge auf etwa 450 Rls gestiegen, und über diesen an sich bereits bedeutenden Betrag ging der Import im letzten Wirtschaftsjahr 1926/27 wieder erheblich hinaus, indem er annähernd 500 Rls erreichte. Die bedeutende Steigerung gerade im letzten Jahr ist um so beachtlicher, als ein Sinken der Preise für indische Erzeugnisse auf den Weltmärkten sich allgemein ungünstig auf die Einfuhr fremder Produkte nach Indien auswirkte.

Ohne Frage sind die sich hier bietenden günstigen Absatzchancen vom deutschen Außenhandel noch nicht in verdientem Umfang erfaßt worden, sonst müßte der deutsche Anteil wesentlich größer sein. Die Wettbewerbsfähigkeit und die engen politischen Beziehungen Großbritanniens zu Indien haben naturgemäß hier dem englischen Import ein starkes Übergewicht gegeben. Etwa 25 % des gesamten Einfuhrhandels sind Erzeugnisse britischer Herkunft. Untersucht man indessen die Marktverhältnisse, so zeigt sich ohne weiteres, wie bedeutsam dieses Übergewicht durch die wachsende Konkurrenz amerikanischer und deutscher Produkte auf den indischen Märkten schon an Einfluß verloren hat, denn noch vor wenigen Jahren kontrollierte England hier etwa 90 % des ganzen indischen Einfuhrbedarfs.

Der deutsche Außenhandel darf sich nicht dadurch verführen lassen, daß sein augenblicklicher Anteil am Import von Elektromaterial nach Indien noch verhältnismäßig bescheiden ist und kaum ein Fünftel des britischen Einfuhrhandels ausmacht, uninteressiert an den sich hier bietenden vorzüglichen Gelegenheiten vorüberzugehen, größeren Einfluß auf die indischen Absatzmärkte zu gewinnen. Wichtig ist doch immerhin, daß sich das deutsche elektrotechnische Geschäft mit Indien innerhalb kurzer Zeit verdreifachen konnte.

Offensichtlich sind die deutschen Werbeenergien noch zu wenig auf dieses Absatzgebiet zusammengefaßt. Der amerikanische Export ist in dieser Beziehung jedenfalls wesentlich aktiver. Seine Lieferungen an elektrischen Maschinen, Apparaten und dgl. sind denn auch um etwa das Dreifache gewachsen. Dank einer vorbildlichen Rührigkeit hat der Amerikaner erreicht, daß der Inder jetzt für einzelne Arten amerikanischer Erzeugnisse eine ausgesprochene Vorliebe hat und sie bei Anschaffungen britischen wie deutschen Fabrikaten vorzieht.

[1] 1 Rupienlakh (Rl) = 100 000 Rupien zu je 1,53 RM.

Die deutschen Elektromaterial ausführenden Kreise haben daher alle Ursache, hier mehr als bisher ihre Werbetätigkeit zu entfalten. Große Projekte zur weiteren Elektrisierung indischer Gebiete stehen unmittelbar vor der Durchführung. Die geplante Elektrisierung rentabler indischer Eisenbahnlinien, beispielsweise der Eastern Bengal Railway, weiterhin die Errichtung großer Elektrizitätswerke für die Versorgung des Landes durch Nutzbarmachung in reichem Maße vorhandener Wasserkräfte, die zunächst für Bombay und Madras in Betracht kommt, werden künftig außerordentliche Ansprüche an die Einfuhr elektrischer Maschinen, Materialien und dgl. stellen. Der Ausbau des Stromnetzes in Bombay hat eine ganze Reihe industrieller Unternehmer gerade dieses Bezirkes veranlaßt, ihre Werke auf elektrischen Betrieb einzustellen, was wiederum größeren Bedarf an verschiedenen modernen Erzeugnissen der Elektroindustrie zur Folge hat, der aus dem Ausland gedeckt werden muß. *hgm.*

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika. — Nach El. World[1] betrug die Einfuhr der V. S. Amerika an elektrotechnischen Erzeugnissen im Jahr 1927 wertlich 3 035 130 $ oder etwa 3 % der Ausfuhr und erstreckte sich im wesentlichen auf die in der folgenden Übersicht genannten Waren. Bemerkenswert ist der im letzten Halbjahr dem Wert nach erheblich gestiegene Import kleinster Kohlefadenlampen und eine bedeutende Zunahme der Einfuhr von Funkgerät nach den Wintermonaten. Die Hauptbezugsländer — im ganzen werden in der Quelle 28 genannt — gruppieren sich nach dem Wert ihrer Lieferungen wie in der Übersicht angegeben. Deutschland steht mit rd. 0,9 Mill. $ an der Spitze und hat seine Zufuhren im Laufe des Jahres ebenso wie Japan dauernd erhöhen können. Bei Schweden war das im letzten Quartal der Fall, das der Schweiz einen beträchtlichen Rückgang ihres Anteils am Elektroimport der Union brachte.

Haupteinfuhrwaren	Einfuhrwert $	Hauptbezugsländer	Einfuhrwert $
Elektrische Maschinerien und Teile solcher	1 191 179	Deutschland[2]	844 445
		Japan	702 200
Kohlefadenlampen	1 052 231	Schweiz	634 163
Funk- und Radioapparate nebst Teilen solcher	356 051	Schweden	355 390
		England	244 860
Metalldrahtlampen	201 872	Österreich	117 555
Elektrische Apparate und Teile solcher	162 570	Frankreich	50 533
		Kanada	38 880

Die elektrotechnische Einfuhr Argentiniens. — Mitteilungen des englischen Handelssekretärs in Buenos Aires[3] zufolge hat Argentinien 1926 für 23,375 Mill. Goldpes (4.675 Mill. £) elektrische Maschinen und Elektromaterial eingeführt, d. s. 5,254 Mill. Goldpes mehr als im Vorjahr (18,121 Mill. Goldpes). Dynamos und Elektromotoren, deren Import von 3633 auf 3970 t gestiegen ist, kamen hauptsächlich aus Deutschland (2379 t), das mit 6240 t auch Hauptlieferant von Kabeln und Drähten war und seine Zufuhren auf diesem Gebiet gegen 1925 um 3020 t steigern konnte. Im ganzen betrug der Import von Leitungsmaterial 13 494 t (8614 i. V.), wovon auf England 4352, auf Italien 1381 t entfielen. Bei einer Wertung dieser Ziffern muß, worauf der englische Bericht hinweist, berücksichtigt werden, daß sich die meisten großen Elektrizitätsunternehmen nicht in britischen Händen befinden und ihre Aufträge natürlich dem Heimatlande zukommen lassen.

[1] Bd. 91, 1928, S. 381.
[2] Nach der deutschen Statistik betrug die Elektroausfuhr in die V. S. Amerika wertlich 8,676 Mill. RM.
[3] El. Review, Bd. 102, 1928, S. 31.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 199: Wer stellt verlustarme Eisenkernspulen und Transformatoren bei rd. 100 kHz für Funkempfänger her?

Frage 200: Wer stellt die Bronskol-Dynamobürsten her?

Abschluß des Heftes: 17. März 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

LEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

Des Osterfestes wegen muß der Anzeigenteil des Heft 14 am Sonnabend, 31. März, vorm. 8 Uhr, und des Heft 15 am Donnerstag, 5. April, vorm. 8 Uhr, abgeschlossen werden.

FT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 29. MÄRZ 1928
4)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | **Berlin, 29. März 1928** | **Heft 13**

Die Transformation der Sehdinge und die Kulturbedeutung der elektrischen Glühlampe.

Von **J. Teichmüller**, Karlsruhe.

Übersicht. Die bei der optischen Wahrnehmung wirksamen physikalischen, physiologischen und psychologischen Vorgänge führen zu der Überzeugung, daß der „Transformation der Sehdinge", einem von der psychologischen Optik ausgebildeten Begriffe, ernste Beachtung auch von Seiten des Lichtingenieurs geschenkt werden muß. — Das natürliche Licht sowohl wie das ältere künstliche Licht haben durch ihre Unstetigkeit den Menschen daran gewöhnt, über die in diesem Lichte fortwährend veränderten Aspekte der Sehdinge hinwegzutransformieren. Das elektrische Glühlicht mit seinem Lichtverteilungskörper von bis dahin unerhörter Starrheit erschwert die Transformation und veranlaßt dadurch den Menschen, strenger die Sehdinge so wahrzunehmen, wie sie auf seiner Netzhaut abgebildet sind, also auch mit ihren augenblicklichen Eigen- und Schlagschatten und Färbungen. Diese Tatsache wird für die wirtschaftliche und künstlerische Beleuchtung von Bedeutung werden, insbesondere für die Lichtarchitektur; sie verspricht aber auch, den Menschen zu einem besseren Sehen zu erziehen, wie es der Künstler von dem Beschauer seiner Kunstwerke verlangt.

Als ich vor drei Jahren in einem in der Österreichischen Lichttechnischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage drei Epochen der Lichttechnik unterschied[1] und am Ende des Vortrages die physiologische und die ästhetische Seite der Lichttechnik berührte, sträubte ich mich dagegen noch eine vierte Epoche der Lichttechnik gelten zu lassen; dem gab ich in einem späteren Vortrage[2] auch Ausdruck. Heute ist mir die psychologische Seite der Lichttechnik von solcher Bedeutung geworden, daß ich der Überzeugung bin: wir werden es nicht mehr ablehnen können, die Psychologie als eine der für die Lichttechnik grundlegenden Wissenschaften anzuerkennen und damit dann wohl auch den Beginn einer vierten Epoche zu setzen. Wieviel wir Lichtingenieure aus der psychologischen Optik, insbesondere deren moderner Richtung als Grundlage in unsere Fachwissenschaft herüberholen werden, ist freilich eine Frage; wir werden vorsichtig sein müssen. Sicherlich aber wird uns e i n Begriff aus der psychologischen Optik von Wichtigkeit werden, nämlich die T r a n s f o r m a t i o n d e r S e h d i n g e. Dieser Begriff liegt sehr nahe; ohne ihn und seinen Namen zu kennen, war ich unwillkürlich auf ihn gekommen, als ich in meinem Aufsatze über Lichtarchitektur[3] auf die wunderbare Tatsache hinwies, daß sich ein Bauwerk — eine Fassade oder ein Innenraum — auf unserer Netzhaut zwar ganz verschieden abbilde, wenn wir es von verschiedenen Stellungen aus betrachten, oder wenn es verschieden beleuchtet wird, daß wir es aber trotz dieser außerordentlichen Verschiedenheit der Netzhautbilder doch unmittelbar und unbedingt als dasselbe Bauwerk erkennen und anerkennen.

Der naive Mensch findet in dieser Tatsache allerdings nichts Wunderbares, aber nur deshalb, weil er von Jugend auf daran gewöhnt ist und täglich und stündlich immer wieder daran gewöhnt wird. Erst wenn wir uns mit wissenschaftlichen Überlegungen klarzumachen suchen, wie die Wahrnehmung durch die Gesichtsempfindung zustande kommt, stellt sich uns die Tatsache als etwas Wunderbares dar, als eines der Wunder, denen wir begegnen, wenn wir die Frage nach dem Zustandekommen optischer Wahrnehmungen Schritt für Schritt zu beantworten suchen.

Wie durch die diffuse Reflexion des auf die Körper aufgestrahlten Lichtes eine Abbildung der Gegenstände in unserer Umwelt auf der Netzhaut zustande kommt, ist schon aus dem elementaren Physikunterricht bekannt. Weniger bekannt ist, daß nur ein sehr kleiner Teil des Netzhautbildes scharf wahrgenommen wird. Nur innerhalb eines Raumwinkels von etwa 2° Öffnung ist die Abbildung scharf, während doch das Gesichtsfeld sich nach oben bis auf etwa 60°, nach unten auf 75°, nach der temporalen Seite auf 100° und nach der nasalen Seite auf 65° erstreckt. Der kleine Sehwinkel des scharfen Sehens bedeutet, daß wir in 35 cm Entfernung, also etwa in der Entfernung des Gesehenen beim Lesen, nur eine Fläche von etwa 12 mm Dmr., bei 2 m Entfernung eine Fläche von etwa 7 cm und bei 10 m Entfernung eine Fläche von etwa 35 cm Dmr. scharf sehen. Nun will man aber in 2 m Entfernung etwa ein Bild an der Zimmerwand oder die Bücher seiner Bibliothek, in 10 m Entfernung eine Hausfassade oder dgl. überblicken. Ein scharfes Bild des Ganzen kann sich auf der Netzhaut nicht abbilden. Man ist also genötigt, das Auge von Stelle zu Stelle wandern zu lassen, um n a c h e i n a n d e r aufzunehmen, was n e b e n e i n a n d e r nicht möglich ist. Was man, unbestimmt in der Form und der Farbe, außerhalb der Sphäre des scharfen Sehens wahrnimmt, dient nur zur allgemeinen Orientierung im Raume, regt das Auge an, hierhin und dorthin zu blicken, und gibt ihm eine gewisse Leitung, u. U. auch Warnung.

Bei diesem Umherblicken, dieser schnellen Bewegung des Augapfels (deren wir uns gar nicht mehr bewußt sind), werden dieselben Nervenenden auf der Netzhaut in kürzesten Zeitabschnitten immer von anderen physikalischen Reizen erregt: der Netzhautzapfen, der eben Weiß sah, also stark erregt wurde, sieht ¼ Sekunde später Schwarz, wird also schwach erregt; der eben Blau sah, sieht jetzt Rot und wird im nächsten Augenblick vielleicht durch blendende Leuchtdichte überreizt. Und diese fortwährend anderen Energien werden auf getrennten Nervenbahnen ins Gehirn weitergeleitet und im Bewußtsein verarbeitet. Wie ist es möglich, daß die Organe dieser stets wechselnden Inanspruchnahme nachkommen können, daß die Psyche diesem unerhörten Ansturm standhalten kann? Müssen sich nicht unter seinen Wirkungen die Sinne nicht verwirren? Keines unserer anderen Sinnesorgane kann auch nur annähernd solche Leistungen vollbringen.

Daß es möglich ist, liegt an der A r t, w i e die aufeinanderfolgenden Netzhautbilder psychologisch verarbeitet werden. Diese kleinen Bildchen sind zunächst die einzig reelle Unterlage für alles weitere. Erst nachdem ich meinen Tastsinn zu Hilfe genommen und eine Beziehung zwischen dem Netzhautbilde und dem durch Tastsinn Empfundenen und Wahrgenommenen festgestellt, vielleicht auch noch den Gehörsinn oder den Geruch- oder Geschmacksinn mit herangezogen und dabei Bewegungen meines Körpers oder von Körperteilen ausgeführt habe, vollziehe ich den logischen Schluß, daß dem Netzhautbilde etwas Gegenständliches in meiner Umwelt entspreche. Und nach dieser Erfahrung (die sich wohl nur selten bewußt vollzieht) projiziere ich sofort alle Netzhautbilder nach außen. Das ist so allgemein und unbedingt der Fall, daß niemand sagen wird:

„meine Netzhaut wird in der und der Weise gereizt",

während dies doch die einzig tatsächlich und unmittelbar zulässige Aussage ist; sondern man sagt:

„ich sehe etwas",

oder noch kühner:

„da ist etwas".

---

[1] „Eine neue Epoche in der Lichttechnik", Die Lichttechnik, H. 6, S. 65; Beilage zu El. u. Maschinenb. Bd. 43.

[2] „Was ist Licht? Eine Kritik der photometrischen Grundgrößen und Grundgesetze". Die Lichttechnik, H. 3, S. 17; Beilage zu El. u. Maschinenb. Bd. 44. — Licht u. Lampe Bd. 15, S. 165.

[3] „Lichtarchitektur", Licht u. Lampe Bd. 16, S. 421.



Der Schluß auf das Gegenständliche außer mir, in meiner Umwelt, vollzieht sich sofort und unmittelbar. Aus den unendlich häufigen und vielfältigen Erfahrungen ist längst eine Gewöhnung geworden, eine Gewöhnung, die auch da logische Schlüsse zieht, wo die optische Wahrnehmung von einer Wahrnehmung durch andere Sinnesorgane nicht mehr gestützt wird. Der Schluß auf Gegenständliches außer uns ist so recht eigentlich der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht, das Bleibende bei der ungeheueren Mannigfaltigkeit der schnell wechselnden Empfindungen, die durch die mannigfaltig wechselnden Reize auf den Zapfen unserer Netzhaut hervorgerufen werden.

Aber die wunderbare Fähigkeit der Psyche geht noch weiter: Hat sie durch die Aufnahme einer hinreichenden Zahl von charakteristischen Merkmalen eine bestimmte Vorstellung von einem Gegenstande gewonnen, so sucht sie diese Vorstellung unter allen Umständen zu erhalten. Man spricht von einer „Konstanz der Sehdinge", und man versteht darunter die Tatsache, daß die gesehenen Dinge von unserer Seele als in ihrer Größe, Gestalt und Farbe im wesentlichen unverändert aufgenommen werden, obwohl das Netzhautbild, durch das allein ja diese Dinge ihr zugeführt werden, sich sehr erheblich geändert haben mag. Das jetzt anders Gesehene wird — wie es nach einer anderen Anschauungsweise heißt — in das ursprünglich Gesehene durch unwillkürliche Transformation übersetzt. Prof. O. Kroh, Tübingen, durch dessen ausgezeichneten Vortrag auf dem Jahrestage der LTG in Karlsruhe im vergangenen Jahre der Lichtingenieur mit diesen Dingen bekannt wurde, führte folgende Beispiele an:

a) für die Konstanz der Größe: Ein Knabe in 2 m Abstand von uns erscheint uns kleiner als ein erwachsener Mann in 50 m Entfernung, obwohl das Netzhautbild des letzteren viel kleiner, vielleicht (linear) den zwanzigsten Teil so groß ist, als das des ersteren;

b) für die Konstanz der Farbe: Im grün reflektierten Lichte des Laubwaldes erscheint ein Buchblatt, von dem ich lese, weiß, der Stamm eines Baumes grau, trotzdem das Papierblatt fast nur grün, der Baumstamm ebenfalls im wesentlichen nur grünes Licht reflektiert;

c) für die Konstanz der Gestalt: Ein Baum, um den ich herumgehe, bleibt seiner Gestalt nach derselbe, obwohl das Netzhautbild sich während des Umschreitens fortwährend stark ändert; ja sogar an dem gefällt am Boden liegenden Baume erkenne ich den Baum ohne logische Überlegung als denselben Baum wieder, den ich vorher zwischen anderen aufrecht stehen sah.

Man sieht also in einem bestimmten Augenblicke mit dem geistigen Auge nicht nur das, was das körperliche Auge sieht, sondern auch das, und sogar vorzüglich das, was die Seele vorher gesehen und als gegenständlich daseiend erkannt hatte; man transformiert auf diesen Gegenstand[4]. Und man sieht oft das nicht, was zufällig einmal da ist; man transformiert es hinweg. Dabei braucht der Gegenstand, auf den man transformiert, nicht identisch mit dem augenblicklich auf der Netzhaut abgebildeten zu sein; es kann ein ähnlicher sein. Man transformiert also auch auf das Übliche, das Gewohnte. (Daß die Transformation auch ihre Grenzen hat, weiß jeder, der bei natürlichem Licht einen Kleiderstoff kauft, der bei künstlichem Licht gesehen werden soll, oder dem es schon einmal aufgefallen ist, wie klein die Menschen von einem hohen Turme aus erscheinen.)

Fragen wir nach den Ursachen, die, soweit das Licht in Frage kommt, eine Transformation nötig machen, so sind es hauptsächlich zwei grundsätzlich voneinander verschiedene, nämlich eine Änderung der Farbe des aufgestrahlten Lichtes und eine Änderung der durch die Aufstrahlung und die Reflexion hervorgerufenen, als Helligkeit empfundenen Leuchtdichte der bestrahlten Körper oder ihrer Teile; diese mag durch eine Änderung in der Stärke der Beleuchtung und der Stetigkeit des Lichtes oder in der Zahl und Größe der Lichtquellen und der Richtung des Lichtes, kurz der Verteilung von Licht und Schatten hervorgerufen sein. Alle diese Umstände tragen dazu bei, deutliche und gefällige Kontraste zu schaffen, also die Gegenstände deutlich und gefällig in Erscheinung zu bringen, denn nur durch Kontraste kommt eine Wahrnehmung zustande. Offenbar muß es eine Aufgabe der Beleuchtungstechnik und Beleuchtungskunst sein, die Gegenstände so zu beleuchten, daß die Transformierung möglichst leicht vonstatten geht. Sucht man dieser Forderung gerecht zu werden und hat man dabei zwischen einem stetigen Lichte, also Lichtquellen mit starrem Lichtverteilungskörper, und einem unstetigen, also z. B. flackernden Flammen, zu wählen, so liegt die Annahme nahe, daß das stetige Licht den Vorzug verdiene; denn bei ihm ist offenbar die Transformation, durch die bei flackerndem Lichte über die fortwährend veränderten Netzhautbilder hinweg auf ein konstantes Sehding transformiert wird, nicht nötig, und gerade der Ingenieur — wenn er bedenkt, daß jedem Sinneseindruck physiologische Veränderungen entsprechen — wird geneigt sein, an eine Ersparnis von Energie zu denken. Eine solche Überlegung wäre aber zweifellos irrtümlich. Denn ein unstetiges Licht, wenn seine Veränderungen nach Intensität und Charakter nur in den Grenzen bleiben, daß das Auge nicht irritiert wird und ermüdet und die Sehleistung herabgesetzt wird, macht die Änderungen der Kontraste, also insbesondere der Eigen- und Schlagschatten, als Zufälligkeiten deutlich, die mit den Sehdingen selbst nichts zu tun haben. Ein starres Licht dagegen schafft starre Kontraste, starre Eigen- und Schlagschatten, die als im gewissen Maße zufällige Wirkungen des Lichtes oft schwer erkennbar sind und deshalb zu Irrtümern verleiten können.

Mit der elektrischen Glühlampe haben wir eine Lichtquelle von bis dahin unerhörter Stetigkeit und dazu ebenfalls bis dahin unbekannter Kleinheit der Lichtquelle im Vergleich zum abgegebenen Lichtstrom. Fragen wir, wie sich Beleuchtungstechnik und Beleuchtungskunst mit dieser Neuerung abgefunden haben, so müssen das wirtschaftliche Licht und das künstlerische Licht unterschieden werden.

Stellen wir uns einen Arbeitsplatz, etwa eine Werkbank mit den auf ihr ausgestreuten Gegenständen vor, die schnell und sicher erkannt und gegriffen werden sollen, und denken wir uns diese Bank vielleicht nur von einer größeren, fest aufgehängten Glühlampe beleuchtet, so verbindet sich mit dieser Vorstellung leicht schon das Gefühl, daß sich bei dieser Beleuchtung die Transformation der Sehdinge, wenigstens der Werkstücke, nach ihrer Gestalt verhältnismäßig schwer vollzieht. In den bestehenden Regeln für die Behandlung solcher Beleuchtungsaufgaben drückt sich das durch die Forderung aus, daß die Schlagschatten aufgehellt und nicht zu scharf begrenzt sein sollen.

Anders ist es bei der künstlerischen Beleuchtung, etwa der Beleuchtung eines Werkes der bildnerischen oder architektonischen Kunst. Bei der Beleuchtung einer Skulptur zwar ist die Aufgabe der vorigen insofern ähnlich, als auch hier scharfe und tiefe Schatten unerwünscht und unzulässig sind. Das Ziel ist aber nicht so sehr, den Gegenstand deutlich als vielmehr gefällig in die Erscheinung zu bringen, d. h. eine ästhetische Wirkung hervorzurufen, und dadurch wird die Lösung der Aufgabe erheblich anders. Bei der Architektur kommt etwas grundsätzlich Neues hinzu.

Gehen wir hier von dem der Idee des Künstlers entsprungenen und nun gegenständlich vorhandenen Bauwerk aus, das dem Beschauer gezeigt werden und als Kunstwerk erscheinen soll, so verlangen wir von dem Lichte, daß es imstande sei, das gegenständlich vorhandene Bauwerk als Sehding auf die Netzhaut und in die Seele des Beschauers zu malen. Wir verlangen dann von dem Lichte eine das Bauwerk erklärende Fähigkeit und Wirkung.

Außerdem aber hat das Licht die Fähigkeit, selbst Architektur zu schaffen, nämlich besondere architektonische Wirkungen zu erzielen, die gleichzeitig mit dem Lichte entstehen und verschwinden. Solche Lichtarchitektur[5] sehen wir seit wenigen Jahren in zahlreichen Beispielen von hervorragenden Künstlern geschaffen. Daß solche Beispiele, der ästhetischen Intuition des Künstlers entsprungen, heute dem Lichtingenieur in vielen Fällen Anlaß zu einer vom Standpunkt der Lichttechnik aus berechtigten Kritik geben, ist eine Tatsache, die nicht bezweifelt werden kann. Viel wichtiger aber ist es mir, einen Blick in die zukünftige Entwicklung dieser Anwendung des Lichtes zu werfen.

Die Entwicklung des Raum erklärenden, also allgemein des die Architektur erklärenden Lichtes, des „Architekturlichtes", zur Lichtarchitektur ist nur möglich geworden durch die elektrische Glühlampe. Von den Eigenschaften dieser Lampe, durch die sich der Künstler bei der neuartigen Verwendung der Glühlampe leiten ließ, muß man in erster Linie wohl nennen: die Abwesenheit von Flammen, also auch der mit diesen verbundenen Feuersgefahr, die Möglichkeit, die Lampen in Betrieb zu nehmen, ohne

[4] Diese Wendung „auf einen Gegenstand transformieren" ist in der psychologischen Optik nicht üblich und, vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, auch nicht einwandfrei. In diesem Aufsatze aber glaubte ich sie als kurze und klärende Begründung eines Tatbestandes unbedenklich gebrauchen zu dürfen.

[5] Teichmüller, „Lichtarchitektur", Licht u. Lampe Bd. 16 S. 421.



sich ihnen mit Flammen zu nähern, ja, ohne überhaupt an sie hinlangen zu müssen, das Fehlen von Abgasen und die geringe Wärmeentwicklung. Viel wichtiger aber ist der bestimmte, starre photometrische Körper der Glühlampe, durch den die Transformation der Sehdinge erschwert wird. Wird sich der Künstler erst dieser Eigenschaft der elektrischen Glühlampe und der Bedeutung bewußt, die sie für sein künstlerisches Schaffen im Sinne der Lichtarchitektur haben kann, so wird meiner Überzeugung nach die Lichtarchitektur erst zu rechter Blüte kommen. Welche Bedeutung dem starren, konzentrierten Lichte der elektrischen Glühlampe für die Transformation der Sehdinge im Gebiete der Architektur zukommt, möchte ich durch ein Beispiel klarmachen. Jedermann kennt die Schlagschatten, die die undurchsichtigen Teile der Kronleuchter, Decken- und Wandarme auf Decke und Wände der Räume werfen. Diese Schatten, von den alten Flammenlichtern erzeugt, tanzen in unbestimmtem Spiel über die Flächen dahin. Jeder, der sich in den Räumen aufhält, empfindet sie, bewußt oder mehr noch unbewußt, als etwas Zufälliges, Unbeabsichtigtes, und er transformiert sie deshalb hinweg: er sieht nur die Malerei oder die Stuckarbeit auf der Decke, wie sie bei Tage gesehen wird oder, richtiger, wie sie ihm als gegenständlich gestaltet bekannt ist. Das stetige Licht der Glühlampe dagegen liefert ruhige, deutliche Schatten und zeichnet ganz bestimmte Ornamente auf die Decke und Wände, die nicht mehr leicht übersehen werden können; Abb. 1 und 2 geben ein Beispiel dafür. Daß sie heute doch noch so wenig beachtet werden, liegt an der falschen, durch das mangelhafte Licht genährten Gewöhnung des Architekten sowohl wie aller, die sich in den Räumen aufhalten; sogar die hübsche Schattenmalerei in Abb. 2 (die in der Photographie allerdings etwas deutlicher ist als in Wirklichkeit) ist fast niemals bemerkt worden. Merkt der Architekt aber erst, wie wirkungsvolle Ornamente er mit Schatten auf die Raumbegrenzungen malen kann, und gewöhnt sich der Bewohner des Raumes daran, eine Absicht in den Schattenornamenten zu fühlen, so wird er sie auch beachten. Sind wir dann erst einmal so weit, so werden alle Lichtwirkungen, die mit Glühlampen erreicht werden können, eine ganz andere Bedeutung erlangen, und der Architekt, dieser Wandlung sich bewußt, wird die Mittel, die ihm die Glühlampe zur Hervorbringung besonderer Lichtwirkungen bietet, in ihrer großen Mannigfaltigkeit erst kennen und in viel weiterem Umfange und Sinne benutzen lernen als bisher.

Abb. 1. Ein Restaurationsraum in Karlsruhe bei Tageslicht.

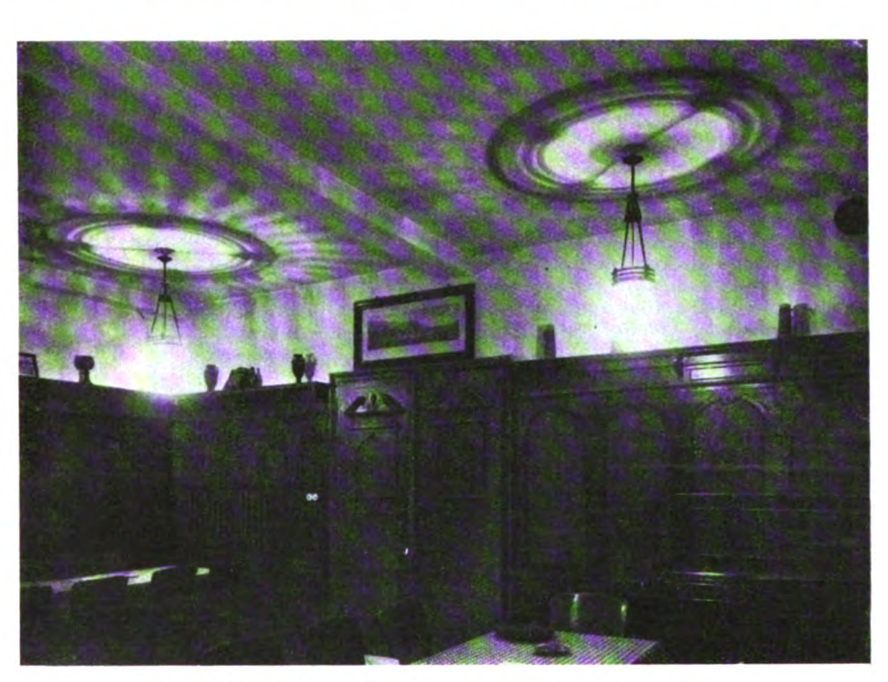


Abb. 2. Der in Abb. 1 abgebildete Raum bei künstlichem Lichte.

Nun erst werden wir uns der ungeheuren Bedeutung der Glühlampe, des geradezu umstürzlerischen Ruckes, den ihr Erscheinen in die Kulturentwicklung gebracht hat und noch mehr bringen wird, bewußt: Es gab vorher überhaupt noch kein Licht von gleicher Stetigkeit und eindeutigen Bestimmtheit. Auch die Sonne wechselt das Licht; sie zieht am Himmelsbogen vorüber und ändert dabei die Aspekte aller „Dinge unter der Sonne", Wolken verhüllen sie, und was soeben noch starke Schatten hatte und warf, erscheint jetzt im unbestimmten diffusen Licht des Wolkenhimmels, — die elektrische Glühlampe allein liefert ein immer eindeutig bestimmtes Licht mit eindeutig bestimmten Lichtwirkungen. Natürlich können die Lichtwirkungen nur da so eindeutig bestimmt sein, wo die beleuchteten Körper fest, ortsunveränderlich sind, das sind aber die Werke der Architektur; und wir sehen hieraus in neuem Lichte, wie eng Licht und Architektur zusammenhängen, sehen beide in einer neuen Bindung vereinigt.

Wenn ich im vorstehenden Ergebnisse der subtilen psychologisch-optischen Forschung in etwas derber Form dargestellt und verwendet habe, so bitte ich die Psychologen von Fach um Nachsicht. Ich habe geglaubt, es tun zu dürfen, ja es tun zu müssen, um zunächst meinen Fachgenossen zu zeigen, daß die psychologische Optik als eine Grundlage der Lichttechnik gewertet werden muß, dann aber auch in der Hoffnung, die Psychologen zum Nachdenken darüber anzuregen, daß ihre Forschungsergebnisse einer technisch-praktischen Auswertung fähig sind, — vielleicht, daß die Forschungen dadurch auch beeinflußt werden.

Ich fasse abschließend zusammen: Die frühere Beleuchtung, die natürliche sowohl als die künstliche, mit der Unstetigkeit ihrer Lichtabgabe und dem daraus folgenden Wechsel der Bilder, in denen sich die Sehdinge

auf unserer Netzhaut abbilden, zwang zu einer fortwährenden Transformation auf das Gegenständliche und veranlaßte dadurch den Menschen zu einem nachlässigen Sehen. Das Netzhautbild war für den „gewöhnlichen Menschen" in der Regel nicht viel mehr als eine Anregung, zusammenzuraffen, was er an den Dingen seiner Umwelt früher einmal durch das Gesicht und durch andere Sinne wahrgenommen hatte, und das alles ebenso schnell zu einer kombinierten Gesamtvorstellung zu vereinigen. Der Künstler klagt mit Recht, daß die Menschen nicht sehen können. Sie sehen das Kunstwerk nicht so, wie es der Künstler dargestellt hat, sehen nicht die Verschiedenheiten der Bilder, in denen die Gegenstände, insbesondere ein Bauwerk beim Wechsel der Tageszeiten erscheint oder beim Wechsel des Lichtes zwischen Sonnenlicht und mehr oder weniger bedecktem Himmel. Sie werden sich des ungeheuren Unterschiedes nicht bewußt, den der Anblick eines Innenraumes bei Tageslicht und bei künstlicher Abendbeleuchtung macht; immer sehen sie den durch schnelle Transformation gewonnenen charakterlosen Mischmasch aus den bei verschiedenen Beleuchtungen und durch die Betrachtung von verschiedenen Standpunkten aus erhaltenen Eindrücken. — Die Glühlampe mit ihrem starren, eindeutigen Lichte erschwert die Transformation und gewöhnt den Menschen, viel bewußter und bestimmter das wahrzunehmen, was sich auf seiner Netzhaut abbildet. Dies wird dazu führen, daß der Mensch sich den Absichten des Künstlers leichter und williger hingibt. Dieser, der Künstler, der das starre, eindeutige Licht der Glühlampe mit ihren bestimmten, eindeutigen Lichtwirkungen zur Erreichung künstlerischer Absichten anwenden gelernt hat und die Tatsache, daß Gestalten und Beleuchten eine unlösbare Einheit ist, stärker als früher empfindet, wird mehr vertrauen dürfen, daß er sein Kunstwerk dem Beschauer so in die Augen malt, wie er es sieht und gesehen wissen will; der Mensch hat eben „besser sehen" gelernt. Der so durch das starre Licht zum besseren Sehen erzogene Mensch wird umgekehrt auch mehr Freude haben an dem Wandel der Aspekte, den der Wandel des natürlichen Lichtes herbeiführt. So verspricht die elektrische Glühlampe eine Erzieherin zu höherer Kultur zu werden.

Kaplan- und Propellerturbinen.

Von Dr. **H. Pflieger-Haertel,** Heidenheim a. d. Brenz.

(Schluß von S. 466.)

IV. Anwendungsbereich und Einbau.

1. **Anwendungsbereich.** Es liegt auf der Hand, daß mit so schnellaufenden Wasserkraftmaschinen, wie Kaplan- und Propellerturbinen sie darstellen, auch bei kleinem Gefälle bereits hohe Drehzahlen erreichbar sind, die eine unmittelbare Kuppelung des Stromerzeugers mit der Turbine zulassen, ohne daß der Generator eine unwirtschaftliche Größe erreicht. Kaplan- und Propellerturbinen haben also die Möglichkeiten der direkten Kuppelung von Turbine und Stromerzeuger sehr erweitert. Sie machen in vielen Fällen Übersetzungsgetriebe überflüssig und tragen zur Vereinfachung der Kraftwerksanlagen bei.

Unter besonderen Verhältnissen, etwa bei sehr kleinem Gefälle, kann es sich allerdings auch als zweckmäßig erweisen, die Turbine mit einem Getriebe zu vereinigen, so die Drehzahl für den Generator auf die gewünschte Höhe zu bringen und zugleich doch noch die günstige Wirkungsgradkurve zu behalten, so daß auch der Ausbau der ganz kleinen Gefälle wirtschaftlich ist.

Die Flügelradturbinen sind ausgesprochene Niederdruckturbinen. Doch hat sich die Gefällshöhe, für die sie noch verwendet werden können, immer mehr erhöht. So sind bisher Kaplanturbinen für 18 m Gefälle gebaut worden. Damit dürfte aber noch keine endgültige Grenze erreicht sein. Vielmehr steht zu erwarten, daß man die zulässigen Gefällshöhen noch weiter erhöhen kann.

Der Einbau einer **Kaplanturbine** erweist sich besonders dann als vorteilhaft, wenn die Wassermenge stark schwankt. Unter solchen Verhältnissen liefert die Kaplanturbine wegen ihres guten Wirkungsgrades auch bei Teilbeaufschlagung in den Zeiten der Wasserklemme wesentlich größere Arbeitsmengen als eine Francisturbine. Die Gesamtjahresausbeute wird also durch eine Kaplanturbine schon theoretisch beträchtlich erhöht. Hinzu kommt noch, daß bei der Kaplanturbine durch die selbsttätige Regelung alle Umschaltverluste vermieden werden. Dadurch ist die Kaplanturbine auch der Zweikammer-Francisturbine gegenüber im Vorteil, bei deren Verwendung sich ja auch eine günstigere Ausnutzung schwankender Wassermengen ergibt. Das gleiche trifft auf Anlagen zu, bei denen zwecks besserer Ausnutzung die Wassermenge auf mehrere Francisturbinen verteilt ist. Die tatsächlichen Ergebnisse hängen hier stark von der Aufmerksamkeit und Zuverlässigkeit des Bedienungspersonals ab, das die einzelnen Turbinen zu- und abschalten muß. Bei Einbau von Kaplanturbinen ist eine kleinere Anzahl von Einheiten, unter Umständen nur eine Maschine nötig. Dadurch wird die Bedienung wesentlich einfacher, und Umschaltverluste fallen fort, so daß die Jahresleistung noch weiter erhöht wird.

Die größere Ausbeute bildet nicht nur einen vollkommenen Ausgleich für den gegenüber der Francisturbine

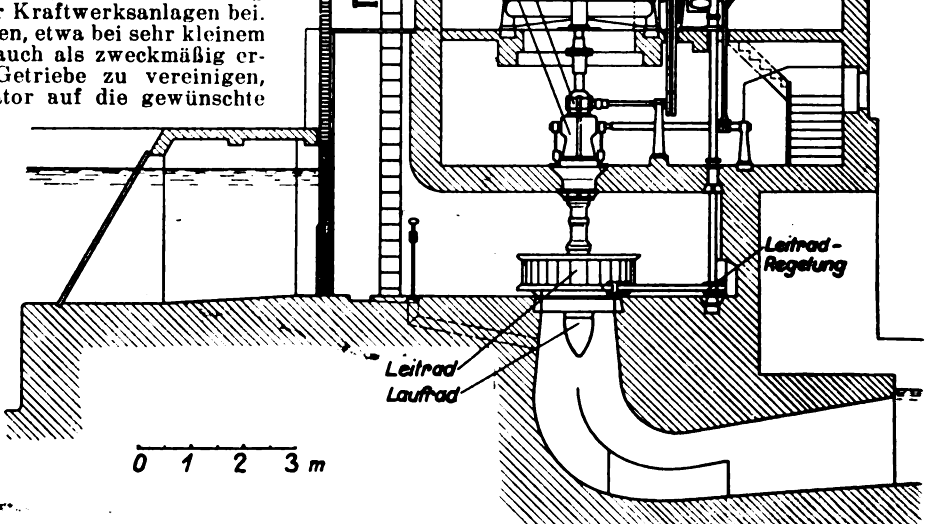


Abb. 21. Einbau einer Kaplanturbine in offener Kammer mit Innenregelung des Leitrades und Muffenregelung des Laufrades.

höheren Preis der Kaplanturbine, sondern sie läßt in fast allen Fällen das Endergebnis zugunsten der Kaplanturbine ausschlagen.

Propellerturbinen kommen wegen des kleinen Beaufschlagungsbereichs, in dem sie mit gutem Wirkungsgrade arbeiten, nur dann in Frage, wenn sie ständig mit voller oder nahezu voller Beaufschlagung laufen können. Das ist einmal dann der Fall, wenn sie als Grundbelastungsmaschinen dienen und mit anderen Kraftmaschinen zusammenarbeiten, welche die Regelung übernehmen. Weiter empfiehlt sich die Verwendung von Propellerturbinen, wenn eine größere Anzahl zur Ausnutzung einer großen Wassermenge aufgestellt wird. Dann brauchen immer nur so viele Turbinen mit guter Beaufschlagung in Betrieb gehalten zu werden, wie der gerade vorhandenen Wassermenge entsprechen, während die übrigen Turbinen völlig abgeschaltet sind. Aber auch in solchen Fällen wird es meistens zweckmäßig sein, eine oder mehrere Turbinen

als Kaplanturbinen mit beweglichen Schaufeln auszubilden.

2. Einbau. Sowohl die Kaplanturbine wie die Propellerturbine kann mit liegender oder stehender Welle eingebaut werden. Die liegende Anordnung kommt für verhältnismäßig kleine Turbinen in Frage und vor

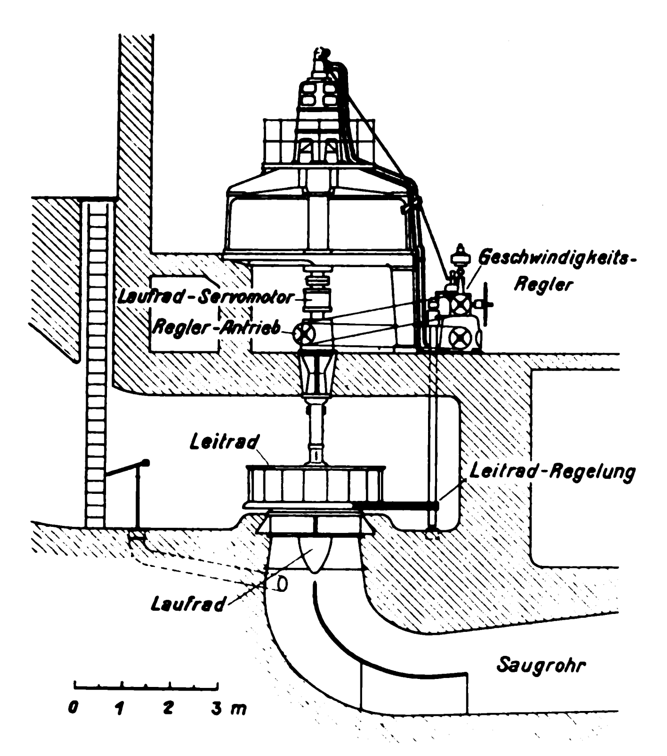
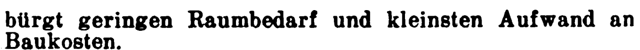


Abb. 22. Einbau einer Kaplanturbine in offener Kammer mit Innenregelung des Leitrades und Servomotor-Regelung des Laufrades.


bürgt geringen Raumbedarf und kleinsten Aufwand an Baukosten.

Wie wir bereits ausführten, ist die Saughöhe der Kaplan- und Propellerturbinen durch hydraulische Rücksichten beschränkt. Mit steigendem Gefälle vermindert sich bei gleicher Schnelläufigkeit der zulässige Wert der Saughöhe, und in der gleichen Richtung wirkt die Schnelläufigkeit selbst. Dabei kann die Propellerturbine, soweit sie bei geringer spezifischer Drehzahl längere Schaufeln mit geringerer Belastung hat, etwas höher eingebaut werden.

Die tiefe Lage der Turbine bringt nun eine Vergrößerung der Aushubarbeiten mit sich. Die Länge des Saugrohres darf ja mit Rücksicht auf den Energierückgewinn einen gewissen Wert nicht unterschreiten, der in den aller-

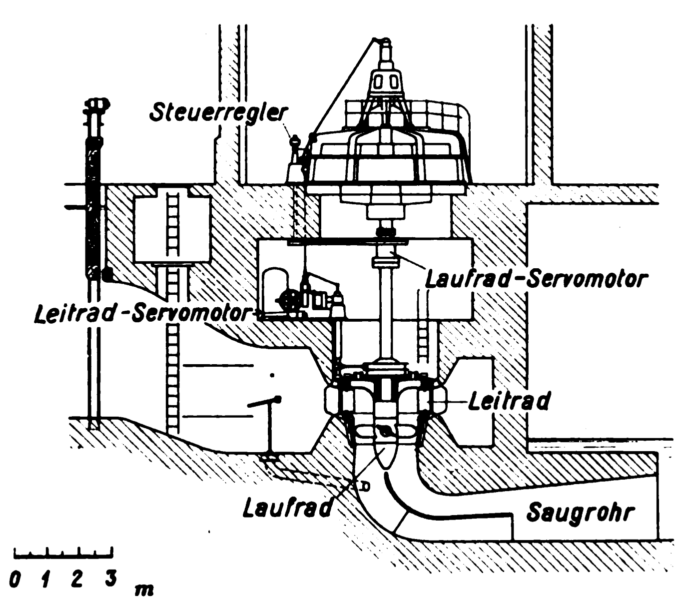


Abb. 23. Einbau einer Kaplanturbine in Betonspirale mit Außenregelung des Leitrades und Servomotor-Regelung des Laufrades.

allem dann, wenn die tiefe Lage über dem Unterwasser keine Schwierigkeiten für den Betrieb mit sich bringt. Diese Voraussetzung ist nur gegeben, wenn die Schwankungen des Unterwasserspiegels sehr klein sind, so daß auch bei Hochwasser der mit der Turbine in gleicher Höhe stehende Generator im Trockenen bleibt und auch die

meisten Fällen die Verwendung eines geraden Saugrohres ausschließt, weil es in zu große Tiefen führen würde. Die erforderliche Aushubarbeit wird durch die Anwendung eines gekrümmten Saugrohres wesentlich herabgesetzt. Aber auch für die Entwicklung des Krümmers muß noch ein genügender Raum geschaffen werden.



Abb. 24. Segment-Spurlager Voithscher Originalbauart.

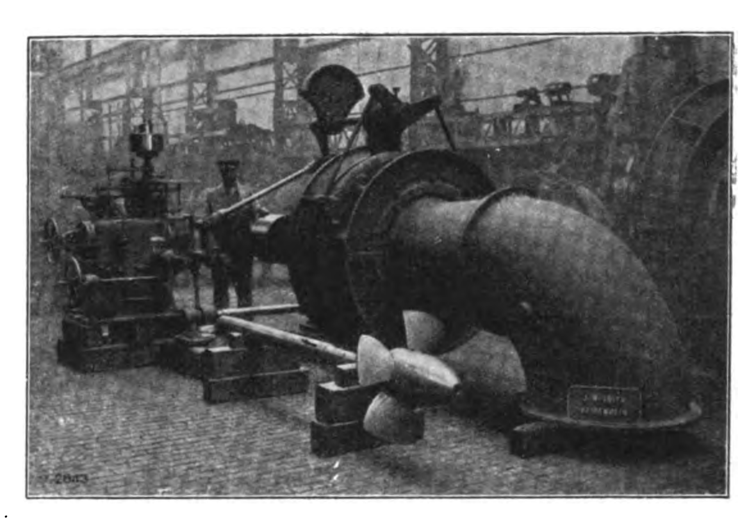


Abb. 25. Kaplanturbine mit liegender Welle für Auerhammer.

unter der Maschine liegenden Räume (Kabelkanäle usw.) nicht unter Wasserandrang zu leiden haben.

Bei größeren Unterwasserspiegel-Schwankungen und stets bei höheren Leistungen zieht man die stehende Anordnung vor. Sie läßt jede beliebige Höhenlage des Stromerzeugers zu, so daß er unter allen Umständen hochwasserfrei aufgestellt werden kann. Außerdem schafft sie die günstigsten hydraulischen Verhältnisse und ver-

Das Bestreben, die Gründungsarbeiten möglichst zu verringern, führt natürlich dazu, mit der Saughöhe an die höchst zulässige Grenze zu gehen, zumal auch das Laufrad um so bequemer zugänglich wird, je höher es sitzt.

Das Wasser wird der Kaplan- und Propellerturbine im allgemeinen durch eine offene Kammer oder durch eine Betonspirale zugeführt. In selteneren Fällen benutzt man ein Blechspiralgehäuse. Den Einbau in offener



Kammer (Abb. 21 und 22) wählt man für die kleineren Einheiten, also liegende und kleinere stehende Turbinen, führt aber auch größere Turbinen bei kleinen Gefällen so

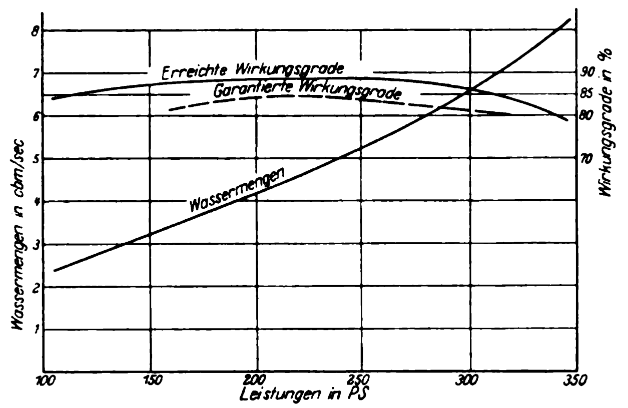


Abb. 26. Wirkungsgrade der Kaplanturbine in Rötteln.

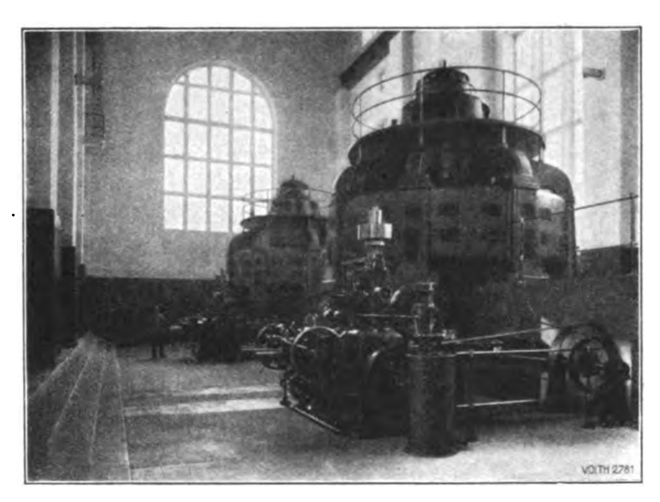


Abb. 27. Maschinensaal des Kraftwerks Gratwein. Zwei Kaplanturbinen für je 3540 PS bei 8,5 m Gefälle.

aus. In diesem Falle wird der Leitapparat mit Innenregelung ausgerüstet, während für die Regelung der Laufradschaufeln entweder eine Muffe (Abb. 21) oder ein mit der Welle umlaufender Servomotor (Abb. 22) vorgesehen wird. Für die größeren Turbinen in Betonspirale (Abb. 23) wird Außenregelung des Leitrades und Servomotorregelung des Laufrades gewählt.

Die Betriebsicherheit derartiger Turbinen mit stehender Welle hängt zu einem großen Teil von der Zuverlässigkeit des Spurlagers ab, welches das Gewicht der umlaufenden Teile und den Wasserdruck aufzunehmen hat. Für diese Spurlager, die meistens auf dem oberen Armstern des Generators angebracht sind, werden im allgemeinen Segmentdrucklager mit beweglichen Schuhen gewählt, die sich z. B. in der von Voith entwickelten Originalkonstruktion bis zu Belastungen von 500 000 kg nach jeder Richtung hin bewährt haben (Abb. 24).

V. Beispiele ausgeführter Anlagen.

Eine kurze Beschreibung einiger ausgeführter Anlagen und der in ihnen erzielten Ergebnisse möge die Darstellung beschließen. Die ersten in Deutschland gebauten Kaplanturbinen laufen in der sächsichen Anlage Auerhammer. Sie sind ein Beispiel für die Verwendung der liegenden Anordnung, die gegenüber der stehenden verhältnismäßig selten Verwendung findet. Abb. 25 stellt eine der Turbinen mit ihrem fliegend auf der Welle sitzenden Laufrad dar. Bei 4,8 m Gefälle, 2 m³/s Wasserverbrauch und 500 Umdr/min leistet jede Turbine 204 PS.

Die erste stehende Kaplanturbine in Deutschland wurde im Kraftwerk Rötteln der Spinnereien Haagen-Rötteln A. G. zu Haagen (Baden) eingebaut (Gefälle 4 m, Wasserverbrauch 7,5 m³/s, 250 Umdr/min, Leistung 320 PS). In Abb. 26 sind die mit der Turbine erreichten Wirkungsgrade dargestellt, die in Anbetracht der Kleinheit der Maschine als sehr hoch zu bezeichnen sind. Neben dem Höchstwirkungsgrad von 88,2 % fällt besonders der sehr gute Wirkungsgrad bei Teilbeaufschlagung ins Auge, der beispielsweise bei halber Beaufschlagung noch 88 % und bei $^3/_{10}$ der Vollbeaufschlagung rd. 83 % beträgt.

Abb. 27 zeigt den Maschinensaal des Kraftwerkes Gratwein der Leykam-Josefsthal A. G. für Papier- und Druckindustrie, Wien, in dem zwei Kaplanturbinen für je 3540 PS bei 8,5 m Gefälle und 167 Umdr/min arbeiten. Das Ergebnis der dort durchgeführten Abnahmeversuche gibt Abb. 28 wieder, aus der ein Höchstwirkungsgrad von 92,2 % hervorgeht, dem noch bei ¼ der Beaufschlagung Werte über 85 % entsprechen.

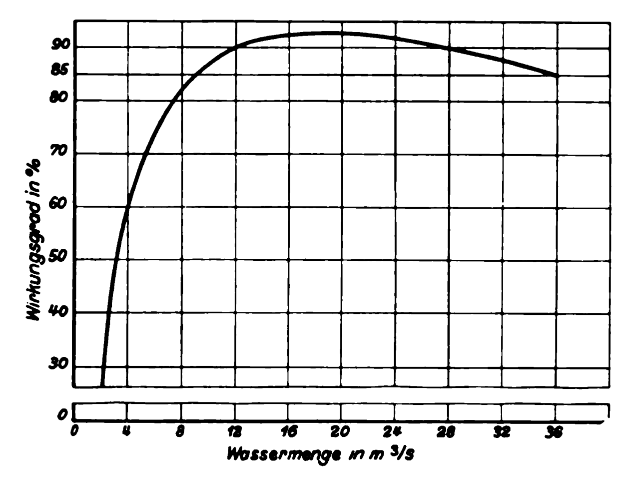


Abb. 28. Wirkungsgrade der Kaplanturbinen in Gratwein.

Die Verbindung von Kaplanturbinen mit Getrieben findet sich in der Anlage Golzern an der Mulde. Dort wird (Abb. 29) eine Wassermenge von 62 m³/s bei 3 m Gefälle in zwei Kaplanturbinen ausgenutzt, die je 1020 PS leisten. Die infolge des kleinen Gefälles ziemlich niedrige

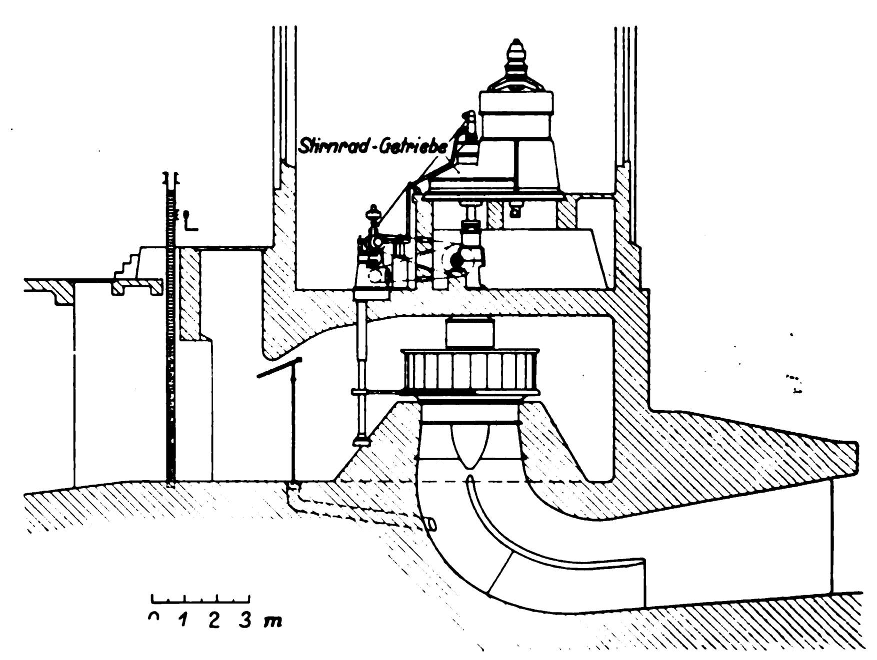


Abb. 29. Kraftwerk Golzern. Zwei Kaplanturbinen für je 1020 PS bei 3 m Gefälle in offener Kammer mit Stirnradgetriebe



Drehzahl von 75 Umdr/min wird durch Stirnradgetriebe auf 500 Umdr/min übersetzt. Die Turbinenlaufräder haben einen Durchmesser von mehr als 3 m.

In besonderem Gegensatz zu dieser Anlage steht das Kraftwerk Boberullersdorf, Schlesien (Abb. 30), bei 300 Umdr/min 2000 PS, während die größere bei 27 m³/s Wasserverbrauch und 214 Umdr/min eine Leistung von 4400 PS hat.

Das bedeutendste deutsche Beispiel für die Verwendung von Propellerturbinen ist das Kraftwerk Donau-

Abb. 30. Kraftwerk Boberullersdorf. Zwei Kaplanturbinen für 4400 PS und 2000 PS bei 15 m Gefälle.

in dem zwei Kaplanturbinen für das hohe Gefälle von 15 m eingebaut wurden. Die Anlage, deren Laufräder bereits in Abb. 8 gezeigt wurden, weist außerordentlich lange Wellen auf, da der Unterwasserspiegel um 11,5 m schwankt. Die eine Turbine verarbeitet 12,25 m³/s Wasser und leistet

kachlet der Rhein-Main-Donau A. G., über das bereits in dieser Zeitschrift berichtet wurde[1].

[1] Gg. von Troeltsch, Die Staustufe Donaukachlet der Großwasserstraße Rhein—Main—Donau. ETZ 1927, S. 957.

Ein neuer Vorschlag für das Maß der Abweichung einer Wellenform von der Sinuswelle.

Von **G. Benischke**, Berlin-Zehlendorf.

Übersicht. Die Vorschläge des VDE und der IEC zur zahlenmäßigen Kennzeichnung der Abweichung einer Wellenform von der Sinuswelle werden besprochen und mit einem anderen Vorschlag — Kennzeichnung durch die bezügliche Abweichung des Scheitelfaktors von dem der Sinuswelle — verglichen.

In der ETZ 1927, S. 1321, hat O. Hammerer die bisherigen Vorschläge für die Definition des Deformationskoeffizienten einer von der Sinuswelle abweichenden Wellenform kritisch untersucht mit dem Ergebnis, daß der deutsche Vorschlag (Nr. 5 seiner Zusammenstellung) den anderen vorzuziehen ist. Das ist richtig; aber durch seine Beispiele wird auffällig, daß sowohl nach dem deutschen Vorschlag wie auch nach dem französisch-britischen (Nr. 1 und 4 der Zusammenstellung, Nr. 2 und 3 kommen wohl ernstlich nicht in Betracht) der Deformationskoeffizient für die Wellenform Abb. 9, negativ, für die Wellenform 11 aber positiv ist, obwohl beide einen größeren Scheitelwert haben als die Grundwelle. Anderseits hat die Wellenform 8 einen positiven, die Wellenform 10 aber einen negativen Deformationskoeffizienten, obwohl beide einen kleineren Scheitelwert haben als die Grundwelle. Ferner fällt auf, daß die Wellenformen 10 und 11 ziffernmäßig denselben Deformationskoeffizienten haben, obwohl die Spannungswelle 10 die Isolation um etwa 0,4 % schwächer beansprucht als eine Sinuswelle, während die Spannungswelle 11 die Isolation um etwa 15 % stärker beansprucht als eine Sinuswelle. Endlich fällt auf, daß die Deforma-



tionskoeffizienten der Wellenformen 8 und 10 außerordentlich verschieden sind, nämlich 10,4 und 14,5, obwohl sie die Isolation nahezu gleich beanspruchen, da sie nahezu gleiche Scheitelwerte haben.

Ähnliche Unstimmigkeiten ergeben sich, wenn diese Wellenformen magnetische Wellen sind, von deren Scheitelwert bekanntlich der Hystereseverlust abhängt. Die Wellenformen 8 und 10 ergeben nahezu gleichen Hystereseverlust, weil sie nahezu gleiche Scheitelwerte haben. Die schmale Einsattelung der Wellenform 10 hat keinen für die Elektrotechnik in Betracht kommenden Einfluß auf diesen Verlust. Ihre Deformationskoeffizienten aber sind nicht nur ziffernmäßig, sondern sogar im Vorzeichen verschieden. Die Wellenform 10 gibt einen ganz wenig kleineren Hystereseverlust als eine Sinuswelle, während die Wellenform 11 einen sehr viel größeren ergibt. Ihre Deformationskoeffizienten sind aber ziffernmäßig gleich und im Vorzeichen entgegengesetzt.

Hieraus geht wohl deutlich hervor, daß keiner der Vorschläge geeignet ist, das zu kennzeichnen, worauf es in der Elektrotechnik hauptsächlich ankommt. Das erklärt sich daraus, daß bei allen Vorschlägen nur die Abweichungen der geometrischen Form zum Ausdruck kommen, und zwar besonders die in der Nähe des Nullpunktes, auf die es in der Elektrotechnik fast gar nicht ankommt, während der Einfluß der größten Ordinaten, d. h. der Scheitelwerte, nicht einmal qualitativ richtig zur Geltung kommt. Gerade das aber ist von entscheidender Wichtigkeit, und muß daher in einer Maßzahl, die die Abweichung von der Sinuswelle kennzeichnen soll, überwiegend zum Ausdruck gelangen.

Worauf kommt es in der Elektrotechnik bei der Beurteilung einer Wellenform hinsichtlich ihrer Abweichung von der Sinuswelle an?

1. Auf die Beanspruchung der Isolierstoffe durch die Spannung,
2. auf die Größe des Hystereseverlustes im Eisen während einer Periode,
3. auf das elektrische Drehmoment und die elektrische Leistung der Maschinen.

Um den 3. Punkt zuerst zu erledigen, sei daran erinnert, daß das elektrische Drehmoment vom Zusammenwirken der Stromwelle und der magnetischen Welle abhängt. Zum Drehmoment der Grundwelle kommen daher nur solche Drehmomente höherer Ordnung hinzu, die ein Glied gleicher Ordnung sowohl in der Stromwelle wie in der magnetischen Welle haben. Die letztere aber hängt von der räumlichen Anordnung der Wicklung (Anzahl und Form der Zähne) ab. Daher läßt sich der Einfluß der Wellenform auf das Drehmoment überhaupt nicht durch eine Zahl, sie möge wie immer definiert sein, kennzeichnen, sondern man muß wissen, welche Glieder höherer Ordnung in beiden Wellenformen enthalten sind, wie groß die einzelnen Scheitelwerte sind, und ob sie positiv oder negativ sind. Ähnlich ist es mit der elektrischen Leistung. Sie ist das Produkt der gleichzeitigen Augenblickswerte von Spannung und Strom. Daher gibt es ein Glied höherer Ordnung in ihr nur dann, wenn dasselbe Glied in beiden Wellenformen enthalten ist. Wenn die Spannungswelle sinusförmig ist, hat die Leistung nur ein einziges Glied, mag die Stromwelle noch so sehr verzerrt sein. Punkt 3 scheidet daher für eine Untersuchung, wie die Abweichung einer Wellenform von der Sinuswelle für die Elektrotechnik zweckmäßig zu kennzeichnen sei, gänzlich aus. Es bleiben nur die Punkte 1 und 2.

Zu 1. wurde schon oben daran erinnert, daß es auf den Scheitelwert Y_{max} ankommt. Da mit dem Voltmeter der effektive Mittelwert Y_{eff} gemessen wird, so ist für die Wellenform das Verhältnis beider, das heißt der Scheitelfaktor $\sigma = \frac{Y_{max}}{Y_{eff}}$ von maßgeblicher Bedeutung. Ist er größer als der der Sinuswelle $\sqrt{2} = 1{,}414$, so ist die Beanspruchung der Isolation entsprechend größer und umgekehrt.

Die 4 Beispiele, die in dem Aufsatz von O. Hammerer behandelt sind, haben denselben effektiven Wert, nämlich:

$$Y_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2}(100^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 0{,}5^2 + 0{,}5^2 + 0{,}5^2)} = 70{,}75.$$

Mithin sind die Scheitelfaktoren der 4 Wellen der Reihe nach:

$$\sigma = \frac{99{,}5}{70{,}75} = 1{,}407\,; \quad \frac{100{,}5}{70{,}75} = 1{,}421\,; \quad \frac{99{,}7}{70{,}75} = 1{,}409; \quad \frac{114{,}5}{70{,}75} = 1{,}620.$$

Der Scheitelwert der Abb. 10 ist natürlich nicht die mittelste Ordinate, sondern die größte Ordinate 99,7 zu beiden Seiten der Mitte.

Im folgenden sind die Deformationskoeffizienten nach dem französisch-britischen, nach dem deutschen Vorschlag und die Scheitelfaktoren sowie ihre prozentischen Abweichungen vom Scheitelfaktor der Sinuswelle 1,414 zusammengestellt. Vergleicht man mit den Abbildungen in dem Aufsatz von O. Hammerer, so sieht man, daß die letzten Zahlen ein viel geeigneteres Abweichungsmaß für die Belange der Eletrotechnik sind als die obigen Deformationskoeffizienten.

	Abb. 8	Abb. 9	Abb. 10	Abb. 11
Deform.-Koeff. nach franz.-brit. Vorschlag	+10,4	—10,4	—14,4	+14.4
nach deutschem Vorschlag	+10,4	—10,4	—14,5	+14.5
Scheitelfaktor	1,407	1,421	1,409	1,620
Abweichung von der Sinuswelle in %	0,5	0,5	0,35	14,5

Außer dem Vorzug einer richtigeren Kennzeichnung hat der Scheitelfaktor noch den Vorteil, daß er sich viel einfacher und schneller berechnen läßt. Es fällt nicht nur die Ermittlung des Scheitelwertes der Grundwelle (die bei unsymmetrischen Wellenformen nicht einfach ist), sondern überhaupt die Ausrechnung der Fourierschen Reihe fort. Man braucht nebst der Scheitelordinate Y_{max} nur eine genügende ungerade Anzahl von Ordinaten $y_1, y_2, y_3 \ldots$ abzumessen. Dann ist der effektive Mittelwert[1]

$$Y_{eff} = \sqrt{\frac{1}{a}(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + \ldots)},$$

wobei a die Anzahl dieser Ordinaten ist. Je mehr Ordinaten man wählt, desto größer ist die Genauigkeit[2]. Schon mit 15 Ordinaten erhält man eine größere Genauigkeit, als wenn man die Welle nach dem bekannten Verfahren in eine Fouriersche Reihe mit den ungeraden Gliedern 1 bis 11 entwickelt und aus dieser den effektiven Wert berechnet. Mißt man bei den Wellenformen in dem Aufsatz von O. Hammerer 25 Ordinaten, so übertrifft die Genauigkeit dieses Verfahrens die Dicke der Zeichenlinie.

Was den Punkt 2, Hysterese-Verluste im Eisen, anbelangt, so ist nach dem Vorstehenden nicht mehr viel zu sagen, da auch hier nur der Scheitelwert maßgeblich ist. Ist die Wellenform des Kraftlinienflusses gegeben, so kommt es nur darauf an, um wieviel sich ihr Scheitelfaktor von dem der Sinuswelle unterscheidet.

Die 4 Wellenbeispiele in dem Aufsatz von O. Hammerer sind — nach den Deformationskoeffizienten beurteilt — alle 4 unzulässig. Die Scheitelfaktoren der Wellenformen 8, 9 und 10 unterscheiden sich aber vom Scheitelfaktor der Sinuswelle nur um 0,5 bzw. 0,35 %. Bedenkt man, daß die Messung einer hohen Spannung mit kaum mehr als 0,5 % Genauigkeit möglich ist, daß die Messung und Berechnung des Hysterese-Verlustes kaum mit 2 % Genauigkeit möglich ist, so ist nicht einzusehen, warum diese drei Wellenformen unzulässig sein sollen. Die Abweichungen in der Nähe der Nullinie und die schmale Einsattelung der Welle, Abb. 10, sind für die Beanspruchung der Isolation und den Hystereseverlust gänzlich belanglos. Unzulässig für die Elektrotechnik ist nur die Wellenform Abb. 11, und das kommt, wie die obige Zahlentafel zeigt, nur im Scheitelfaktor deutlich zum Ausdruck.

[1] Benischke, „Die wiss. Grundl. d. Elektrot.", § 213 der 4. bis 6. Aufl. Verlag Julius Springer, Berlin.

[2] Ist die Wellenform unsymmetrisch, so ist es wegen der Genauigkeit zweckmäßig, die Anzahl a der Ordinaten so zu wählen, daß eine der Ordinaten mit dem Scheitelwert zusammenfällt, wie es bei einer symmetrischen Welle immer der Fall ist, wenn diese Anzahl eine ungerade ist.

Der Vorschlag des Deutschen Kommittees der IEC in der Frage des Deformationskoeffizienten und seine Beurteilung.

Von **O. Hammerer**, Berlin.

Übersicht In Ergänzung der in ETZ 1927, S. 1321, veröffentlichten Arbeit „Kurvenform der Spannungwelle elektrischer Maschinen und Definition des Deformationskoeffizienten für Abweichungen von der genauen Sinusform" wird zunächst über die Behandlung dieses Punktes bei der Tagung der IEC 1927 in Bellagio berichtet und der gegen den deutschen Vorschlag geltend gemachte Einwand besprochen. Im Anschluß hieran wird der vorstehende Gegenvorschlag von Prof. G. B e n i s c h k e untersucht, seine Brauchbarkeit mit den bisherigen Lösungen dieser Frage verglichen und schließlich ein kurzer Überblick über einige noch zu lösende Aufgaben des Problems der Kennzeichnung von Kurvenformen gegeben.

Wie in dem in der ETZ 1928, S. 161, veröffentlichten Bericht über die IEC-Tagung[1] des vergangenen Jahres bereits mitgeteilt worden ist, wurden seitens des mit der Frage der Kurvenform elektrischer Maschinen beschäftigten Arbeitsausschusses definitive Festlegungen zugunsten eines ganz bestimmten Vorschlages noch nicht getroffen; die seitens des Deutschen Kommittees vorgebrachten Bedenken, die Verwendung des Oszillographen auszuschließen, wie es bei Annahme des auf der Boucherot- oder Belfils-Methode basierenden französischen Vorschlages der Fall gewesen wäre, führten nach längerer Erörterung dazu, daß der Arbeitsausschuß empfahl, für die Untersuchung der Spannungskurve hinsichtlich Sinusform eine Zerlegung in Grundwelle und Restkurve vorzunehmen; die Nationalen Kommittees wurden aufgefordert, hierzu das beste Verfahren für die Elimination der Grundwelle ausfindig zu machen.

Aus diesem Beschluß geht hervor, daß es sich bei der Vertagung der Entscheidung nicht nur um das Studium einer befriedigenden experimentellen oder sonstigen Methode, die Eigentümlichkeiten der Spannungskurve zu erfassen, handelt, sondern vielmehr auch letzten Endes um die mathematische Formulierung des Deformationskoeffizienten selbst, der eine nüchterne zahlenmäßige Beurteilung der Abweichung von der idealen Sinuslinie ermöglicht.

Bekanntlich gehen hierbei die einzelnen Kommittees von verschiedenen Voraussetzungen aus, wie die in der ETZ 1927, S. 1321 gegebene Zusammenstellung der bisherigen Vorschläge erkennen läßt.

Dem deutschen Vorschlag, der auf die in § 14 der R. E. M./1923 angegebene Definition des Deformationskoeffizienten

$$\delta_D = \left(\frac{a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots}{a_1}\right)_{\max}$$

zurückgreift, stehen der französische Vorschlag nach L e g r o s

$$\delta_L = \frac{\sqrt{a_3^2 + a_5^2 + \ldots}}{a_1},$$

der besonders die Unterstützung des Rumänischen Kommittees[2] fand, sowie der eigentliche Vorschlag 1926 des Französischen Kommittees

$$\delta_F = \sqrt{\frac{a_3^2 + a_5^2 + \ldots}{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots}}$$

gegenüber.

Es soll an dieser Stelle nicht meine Aufgabe sein, im einzelnen die vorliegenden drei wesentlichsten Vorschläge zu kritisieren und zu entscheiden, ob es zweckmäßiger sein dürfte, die Abweichungen nach dem jeweiligen Augenblickswert der Restkurve, wie es der deutsche Vorschlag tut, zu beurteilen oder nach dem gesamten Effektivwert der Restkurve entsprechend den beiden französischen Vorschlägen; der Zweck des Folgenden ist vielmehr der, in Ergänzung meiner bereits oben erwähnten Arbeit sowohl zu der Kritik, die der deutsche Vorschlag seitens des Rumänischen Kommittees[3] gefunden hat, Stellung zu nehmen, wie auch zu dem im Vorausgehenden veröffentlichten Verbesserungsvorschlag von Prof. B e n i s c h k e mich zu äußern.

Für den deutschen Vorschlag sprach, wie erinnerlich, der Umstand, daß dem individuellen Charakter der Kurve weit mehr Rechnung getragen wurde, als es durch die beiden französischen Vorschläge der Fall war. Die durch Variation der einzelnen Vorzeichen der im übrigen sonst absolut gleichgroßen Oberschwingungen bedingten Änderungen der Kurvenform ergaben für jede Vorzeichenkombination infolge des für die Beurteilung maßgebenden, jedoch von Fall zu Fall verschiedenen Augenblickswertes der Restkurve jeweils voneinander abweichende Werte des Deformationskoeffizienten im Gegensatz zu dem in allen Fällen stets gleichen Wert der beiden französischen Vorschläge, bei denen es nur auf den gesamten Effektivwert der Restkurve ankommt und auf den die Koeffizientenvorzeichen ohne Einfluß sind.

Ganz zweifellos gestattet die dem deutschen Vorschlag eigene eingehende Differenzierung des Ergebnisses einen recht deutlichen Überblick über den Verlauf der Kurve hinsichtlich der größten Abweichung von der Grundwelle und somit, wie man annehmen sollte, über die die Abweichungen hervorrufenden Oberschwingungen.

Hatten die seinerzeit untersuchten Kurven scheinbar auch den Beweis hierfür erbracht, so wurde doch seitens des Rumänischen Kommittees auf folgende unbedingt sehr beachtliche Unstimmigkeit hingewiesen:

In der Kurve

$$y_1 = 100 \sin x + 5 \sin 3x$$

ist, wie ersichtlich, nur eine einzige Oberschwingung enthalten; der Deformationskoeffizient berechnet sich, zunächst noch für sämtliche drei Vorschläge einheitlich, zu

$$\delta_1 = 5\,\%.$$

Kommen jedoch in der Kurve außer dieser einen Oberschwingung deren eine ganze Reihe vor, die hinsichtlich ihrer Amplituden und Frequenzen dem Gesetz

$$\frac{1}{2k+1} \sin 3(2k+1)x$$

gehorchen, also

$$y_2 = 100 \sin x + 5\left[\frac{1}{1} \sin 3x + \left(\frac{1}{3} \sin 9x + \frac{1}{5} \sin 15x + \ldots\right)\right]^{1*}$$

so ergibt sich mit den Deformationskoeffizienten

$$\delta_{D_2} = \frac{5\,\frac{\pi}{4}}{100} \cdot 100 = 3{,}925\,\%,$$

$$\delta_{L_2} = \frac{5\,\frac{\pi}{4}}{\frac{100}{\sqrt{2}}} \cdot 100 = 5{,}550\,\%,$$

$$\delta_{F_2} = \frac{5\,\frac{\pi}{4}}{\frac{1}{2}\sqrt{2} \cdot \sqrt{100^2 + 2 \cdot \left(5\,\frac{\pi}{4}\right)^2}}\,100 \approx 5{,}550\,\%$$

das zunächst überraschende Ergebnis, daß diesmal nach dem deutschen Vorschlag die zu untersuchende Kurve besser wegkommt, wiewohl sie eigentlich infolge der zusätzlichen Oberschwingungen von der 5-, 15-, ... $3(2k+1)$-fachen Grundfrequenz schlechter zu bewerten wäre als die erstgenannte, die nur durch die dritte Harmonische allein verzerrt ist.

Leicht ist es, den allgemeinen Beweis dafür zu liefern, daß die in Rede stehende Kurve tatsächlich die größtmögliche Abweichung zwischen deutschem und französischem

[1] Rapport général des réunions tenues à Bellagio fascicule 40 der IEC, Comité d'Etudes (No. 2) des Spécification des Machines électriques, RM 52.

[2] Document 2 (Roumaine) 100 der IEC.

[3] Wie Fußnote 2.

[1*] Die Reihe $y = \sin x + \frac{1}{3} \sin 3x + \frac{1}{5} \sin 5x + \ldots$ ergibt eine rechteckige Kurvenform, deren Ordinate und Effektivwert sich zu $\pi/4$ berechnen.

Vorschlag zu Ungunsten des ersteren ergibt; wie oben bereits angeführt, ist
nach deutscher Definition

$$\delta_D = \frac{\text{maximale Abweichung der Restkurve}}{\text{Scheitelwert der Grundwelle}},$$

nach französischer Definition (Legros)

$$\delta_L = \sqrt{2}\,\frac{\text{Effektivwert der Restkurve}}{\text{Scheitelwert der Grundwelle}}$$

und somit

$$\frac{\delta_D}{\delta_L} = \frac{\text{maximale Abweichung der Restkurve}}{\sqrt{2}\,\text{Effektivwert der Restkurve}}.$$

Mit dem vorliegenden Resultat erkennt man ohne weiteres, in welchen Fällen die französische Formulierung (nach Legros) schärfer ist als die deutsche, nämlich bei allen Kurven, bei denen in der Restkurve das Verhältnis

$$\frac{\text{maximale Abweichung}}{\text{Effektivwert}} < \sqrt{2}$$

ist; dieses Verhältnis, das meist praktisch identisch ist mit dem sogenannten Scheitelfaktor, wird bei der Rechteckskurve gleich 1, da Höchstwert und Effektivwert einander gleich sind; ein Scheitelfaktor, der kleiner ist als 1, kommt nicht vor, somit kann schlimmstenfalls der der deutschen Formulierung anhaftende „Fehler" 41,42 % des nach der französischen (Legros-) Methode berechneten Deformationskoeffizienten betragen, d. h. bei einer als zulässig anerkannten Abweichung von 5 % daher absolut rd. 2,1 %. Der deutsche und französische Vorschlag stimmen überein, wenn der Scheitelfaktor gleich $\sqrt{2} = 1{,}4142$ ist; für größere Werte als dem der Sinuslinie entsprechenden Scheitelfaktor bleibt der französische Vorschlag (Legros) immer mehr hinter dem deutschen zurück, ohne daß im vornherein für den in diesen Fällen auftretenden „Fehler" ein Grenzwert angegeben werden könnte; er kann, wie aus früherem ersichtlich wird, weit über 41 % hinausgehen.

Nach diesen Feststellungen ist es unschwer, die Folgerung zu ziehen, die notwendig ist, um die deutsche Formulierung hinsichtlich der erwähnten ungünstigen Kurven mit einem Scheitelfaktor der Restkurve $< 1{,}4142$ gleichwertig mit der französischen zu machen. Wenn nach französischem Vorschlag $\delta_F = 5\,\%$ noch zulässig sein soll, dann verlangt in solchen Fällen der deutsche Vorschlag einen Wert $\delta_D = \frac{5}{\sqrt{2}} \approx 3{,}5\,\%$.

Ob es praktisch ist, zwei Grenzwerte je nach dem Scheitelfaktor der Restkurve vorzuschreiben, mag zunächst dahingestellt bleiben; jedenfalls aber bietet es keine prinzipiellen Schwierigkeiten, in dieser Weise vorzugehen, um so mehr als die Ermittelung des Scheitelfaktors einfach und rasch vorgenommen werden kann und dieser selbst als Zwischenwert in den meisten Fällen kaum auf besondere Genauigkeit Anspruch zu machen braucht.

Prüft man die in der Praxis zu beurteilenden Kurven, so zeigt sich im allgemeinen, daß in der Mehrzahl aller Fälle der Scheitelfaktor der Restkurve größer ist als der eben erwähnte kritische Wert, d. h. die Kurven weisen im allgemeinen einen mehr oder weniger spitzen Charakter auf, so daß im besonderen Kurven der dem deutschen Vorschlag entgegengehaltenen Form in Wirklichkeit nur selten in Frage kommen dürften; es scheint daher wohl trotz der Grundsätzlichkeit des gemachten Einwandes dessen Bedeutung nicht so schwerwiegend zu sein, um ein Abgehen von dem bisherigen wohl bewährten Verfahren der R.E.M. zu rechtfertigen, zumal der zur Diskussion stehende Gegenvorschlag gleichfalls nicht frei von Ungenauigkeiten ist, wie im einzelnen ausführlicher bereits gezeigt wurde, und gegenüber dem diesseits vorgeschlagenen Verfahren den weiteren Nachteil zeigt, daß sich ein oberer Grenzwert für die möglichen „Fehler" keinesfalls ein für allemal im voraus angeben läßt.

Was nun den Vorschlag von Prof. Benischke betrifft, der zu dem Ergebnis kommt, die prozentuale Abweichung des Scheitelfaktors der zu untersuchenden Kurve von dem Scheitelfaktor der Sinuswelle als ein gegenüber den bisherigen Vorschlägen geeigneteres Maß der Abweichung einer Wellenform von der Sinusform zu empfehlen, so läßt sich ganz allgemein bereits im vornherein übersehen, daß dieser Vorschlag viel größere Unstimmigkeiten zur Folge hat, als sie irgendeinem der bisher zur Diskussion gestandenen Verfahren anhaften.

Um diese Behauptung zu beweisen, gehe ich von der Gleichung für den Effektivwert

$$Y_{\text{eff}} = \frac{1}{2}\sqrt{2}\,\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots} = U_{\text{eff}}$$

und für den Scheitelwert

$$Y_{\max} = a_1 + a_3 + a_5 + \ldots = U_{\max}$$

aus, wobei ich, allerdings ohne grundsätzliche Einschränkung nach dieser Richtung, aber aus praktischen Gründen die Annahme machen will, daß die Gleichung der Spannungkurve von der an früherer Stelle vorausgesetzten Form

$$y = a_1 \sin x + a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots$$

sei.

Da für eine Sinuswelle der Scheitelfaktor $\sigma = \sqrt{2} = 1{,}414$ ist, so hat nach Benischke jede Kurve als gleichwertig einer Sinuskurve zu gelten, bei der der Scheitelfaktor eben diesen Wert hat; mathematisch ausgedrückt muß in diesem Falle die Gleichung

$$\frac{a_1 + a_3 + a_5 + \ldots}{\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots}} = 1$$

erfüllt sein.

Da schon eine flüchtige Betrachtung dieser Gleichung bereits die Möglichkeit der Einhaltung der gestellten Bedingung durch passende Wahl entsprechender Koeffizienten zeigt infolge des Umstandes, daß im Zähler eine einfache algebraische Summe und im Nenner die Wurzel aus der Summe der Quadrate der nämlichen Zahlen steht, so genügt es, dieses Ergebnis lediglich noch durch ein paar kurze Beispiele zu erläutern und zu erhärten; aus Gründen der Einfachheit der Rechenoperationen werde hierbei eine Kurve betrachtet, die neben der Grundwelle lediglich noch eine dritte und fünfte Oberwelle enthalte.

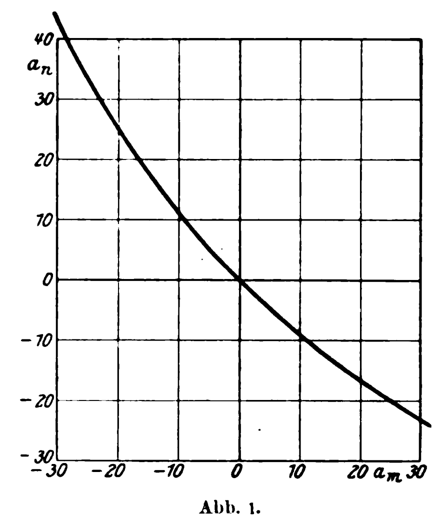


Abb. 1.

In diesem Falle lautet obige Bestimmungsgleichung für die Koeffizienten

$$\frac{a_1 + a_3 + a_5}{\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2}} = 1,$$

woraus sich durch Umformung die Gleichung

$$a_5 = -\frac{a_1 a_3}{a_1 + a_3}$$

ergibt. Unter der üblichen Annahme $a_1 = 100$ lassen sich aus der Beziehung $a_5 = -100\,\frac{a_3}{100 + a_3}$ zusammengehörende Wertepaare a_3 und a_5 ermitteln, wie aus Abb. 1 hervorgeht. Einige mit solchen Wertepaaren entworfene Kurven sind in Abb. 2 dargestellt; aus der zugehörigen Zahlentafel 1 ist wohl zur Genüge ersichtlich, wie wenig der Scheitelfaktor in der von Benischke beabsichtigten Anwendung imstande ist, eine befriedigende Lösung des vorliegenden Problems zu bringen, ohne daß noch weitere und kompliziertere Kurven mit einer größeren Zahl von Oberschwingungen eigens vorzuführen wären.

Um nun noch kurz auf die von Prof. Benischke angezogenen Belange der Elektrotechnik und insbesondere des Elektromaschinenbaues zu sprechen zu kommen, die als für die Beurteilung der Spannungswelle maßgebend angeführt werden, so scheidet praktisch zunächst der Einfluß der Wellenform auf die Beanspruchung der Isolierstoffe aus, weil wohl keine Anlage und keine Maschine hinsichtlich ihrer Isolation so schwach bemessen ist, daß eine Kurvendeformation von 5 oder 10 % von Bedeutung wäre, um so mehr als ja doch, abgesehen von der ein Mehrfaches der Nennspannung betragenden Prüfspannung, im Betriebe schon die normalen Spannungsschwan-

kungen von der Größenordnung der Deformation sind. Ähnliches gilt für die Eisenverluste und ihre Veränderung infolge der Kurvenform gegenüber den Gesamtverlusten der Maschine.

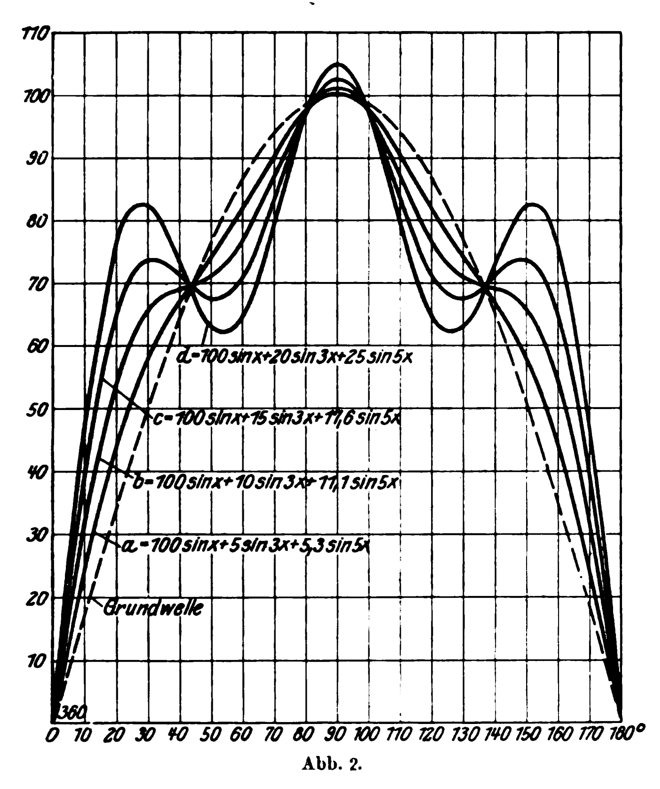


Abb. 2.

Zahlentafel 1.

Kurve	Scheitelwert	Effektivwert	Scheitelfaktor	Effektivwert der Restkurve	max. Abweichg.	δ_{Legros} %	$\delta_{Deutschl.}$ %	$\delta_{Benischke}$ %
a	100,3	70,9	1,414	5,15	9,55	7,3	9,6	0
b	101,1	71,5	1,414	10,6	19,6	15,0	19,6	0
c	102,0	72,5	1,414	16,4	30,3	23,2	30,3	0
d	105,0	74,2	1,414	22,8	41,9	32,2	41,9	0

Leider ist zur Zeit eine einfache und befriedigende Gleichung der magnetischen Charakteristik[5] noch nicht bekannt, die gestatten würde, analytisch die Stromkurve aus der Spannungkurve zu berechnen und damit den Verlauf der Leistung darzustellen.

[5] Der bekannte arctg-Ansatz nach L. Dreyfus (Arch. El. Bd. 2, S. 344) oder der der Differentialkurve genügende Ansatz $a \frac{x+b}{x^2+c} e . f(x)$ sind nur annähernd richtig und in vielen Fällen beim Gebrauch sehr unhandlich.

Wenn nun von der allgemein bekannten Tatsache, daß nur Spannungen und Ströme gleicher Frequenz eine Leistung ergeben, ausgegangen und daraus gefolgert wird, der Einfluß der Spannungskurvenform auf das elektrische Drehmoment und die elektrische Leistung einer Maschine scheide für die Untersuchung, wie die Abweichung einer Wellenform von der Sinuswelle zweckmäßig zu kennzeichnen sei, gänzlich aus, da bei Sinusform der Spannungswelle die Leistung nur ein einziges Glied ohne Rücksicht auf die Form der Stromwelle habe und Drehmomente höherer Ordnung nur bei gleichzeitigem Vorhandensein gleicher Oberschwingungen in der Spannungs- und Stromwelle entstehen könnten, so trifft diese Beweisführung weniger oder mehr an dem Kernpunkt der Frage vorbei. Durch die nicht lineare Beziehung zwischen Strom und Spannung treten naturgemäß Oberschwingungen aller möglichen Frequenzen besonders bei stärkeren Eisensättigungen auf, deren Größe sich bei gegebenem Spannungsverlauf in erster Linie hiernach richtet; bei der geringsten Verzerrung der Spannungskurve sind daher Glieder höherer Ordnung unvermeidlich, und es muß deshalb, weil der Strom zwangläufig die aus der Charakteristik sich ergebenden Oberschwingungen enthält, dem Auftreten höherer Leistungsglieder von vornherein durch eine möglichst geringe Deformation der Spannungswelle begegnet werden. Es wäre in diesem Zusammenhang interessant zu untersuchen, inwieweit verschiedene Spannungskurven mit gleichen Deformationskoeffizienten, aber Oberwellen verschiedener Frequenz, einander äquivalent sind.

Abgesehen von dem eben zur Sprache gebrachten Gesichtspunkt möchte ich in Ergänzung der von Prof. Benischke für die Beurteilung der Spannungsform als maßgebend erwähnten Faktoren noch auf den Einfluß der Oberwellen auf Übertragungsverluste, Resonanzerscheinungen und Beeinflussung von Fernmeldeanlagen hinweisen.

Der Einfluß der Oberwellen auf die Übertragungsverluste wird durch die sogenannte Verzerrungsleistung ersichtlich, die aus Strömen und Spannungen verschiedener Frequenzen gebildet ist und dieselbe Rolle wie die sogenannte Blindleistung spielt, mit der sie zusammen an den zusätzlichen Verlusten einer Anlage beteiligt ist.

Überblickt man die verschiedenen Faktoren, die für die Beurteilung des in Rede stehenden Fragenkomplexes zu beachten sind, so kommt man zu dem Ergebnis, daß hierbei die Belange der Schwachstromtechnik eine andere Bewertung der Kurvenform verlangen als die der Starkstromtechnik; denn während hier in erster Linie der energetische Standpunkt bei der Beurteilung entscheidend ist, es sich also im wesentlichen um die Amplitude der Oberschwingungen handelt, spielt bei ersterer die Frequenz der Oberschwingungen eine Rolle, und zwar liegt der Schwerpunkt etwa bei 1100 Hz; es scheint fast, als ob es mit keinem der derzeitigen Vorschläge möglich wäre, beiden Interessen Rechnung zu tragen, da die für die Fernmeldetechnik in Frage kommenden Frequenzen durch keines der bisherigen Verfahren der Starkstromtechnik mit der erwünschten genügenden Genauigkeit erfaßt werden, so daß vielleicht letzten Endes die weitere Entwicklung zu zwei getrennten Lösungen des Problems führt entsprechend den beiden Bestimmungstücken der Oberwellen, der Amplitude und der Frequenz.

Einige Untersuchungen über den Blitz.

Von L. Binder, Dresden.

Übersicht. Aus Wärmewirkungen wird für sehr starke Blitzschläge eine Stromstärke von $9500 : \sqrt{t}$ (z. B. für $t = 1/100$ s, $I = 95\,000$ A) errechnet. Ferner werden hinsichtlich Dauer und Verlauf der Blitzschläge die Ergebnisse der früheren direkten Blitzbeobachtungen mit den neueren Aufnahmen an Leitungen mittels Kathodenstrahl-Oszillographen und Klydonographen und neuen Messungen an der Dresdner Versuchsleitung mittels Staffelfunkenstrecke einander gegenübergestellt, wobei die früheren scheinbaren Widersprüche weitestgehend aufgeklärt werden. Als neuen Gesichtspunkt ergaben die Dresdner Messungen, daß der zeitliche Verlauf des Spannungsanstieges auf Leitungen auch sehr stark durch die Entfernung der Blitze beeinflußt wird, daß also die Wirkungen an der Erdoberfläche nicht ein zeitlich getreues Abbild der Vorgänge in der Blitzbahn selbst sind.

Stromstärke aus Wärmewirkungen.

Es sind verschiedene Fälle bekannt geworden, in denen durch einschlagende Blitze Teile der Blitzableiteranlage stark erhitzt oder sogar abgeschmolzen wurden. Wenn man die Blitzdauer als bekannt voraussetzt, so kann aus diesen Wärmewirkungen der ungefähre Wert der Stromstärke ermittelt werden. So hat bereits 1895 Kohlrausch[1] den Wert von 9200 A für 0,03 s und 52 000 A für 0,001 s Blitzdauer errechnet. Dabei war angenommen, daß ein kräftiger Blitz einen Kupferdraht von 5 mm Dmr., also 19,5 mm^2 Querschnitt zum Schmelzen bringen kann. Es sind aber bald nachher Fälle bekannt geworden[2], die auf erheblich stärkere Wirkungen schließen ließen. Ein Ableiterdraht von 8 mm Dmr. (Querschnitt 50 mm^2) wurde soweit erhitzt, daß sich Anlauffarben zeigten[1], so daß eine Temperaturerhöhung auf ungefähr 500° stattgefunden haben mußte. In einem anderen Fall[2] konnte nach dem Befund des Ableiterseils von 40 mm^2 geschlossen werden, daß eine Temperatur von etwa 1000° erreicht worden war. Die für diesen Fall von Kohlrausch errechneten Strom-

[1] Kohlrausch, ETZ 1888, S. 124.
[2] Kohlrausch, ETZ 1913, S. 1085.

stärken sind aber viel zu niedrig, anscheinend liegt ein Rechenfehler vor (s. d. folgenden Rechnungen).

Einen anderen interessanten Fall beschreibt W. I. Humphreys[3]; hier wurde ein als Auffangstange dienendes Kupferrohr von 16 mm äußerem Durchmesser und 32,5 mm² Querschnitt erst aufgerissen und dann zu einem dünnen Strang zusammengedrückt (s. Abb. 1). Auf Grund der vorhandenen Schmelzspuren nimmt Humphreys eine Temperaturzunahme von 1025 ° an und errechnet damit eine Stromstärke von 90 000 A für $^1/_{100}$ s Blitzdauer. In dem Bericht ist bemerkt, daß ähnliche Wirkungen öfters beobachtet wurden, in einigen Fällen ist jedoch nur die konische Spitze abgeschmolzen, ohne daß das Rohr zerstört wurde.

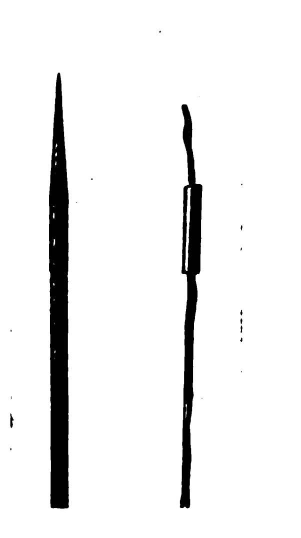


Abb. 1. Als Auffangstange dienendes Kupferrohr, durch Blitzschlag zerstört (nach Humphreys).



Abb. 3. Überschlag am Funkeninduktor, Aufnahme von Walter mit rotierender Kamera.



Abb. 4. Blitzbild, Aufnahme von Walter mit rotierender Kamera.

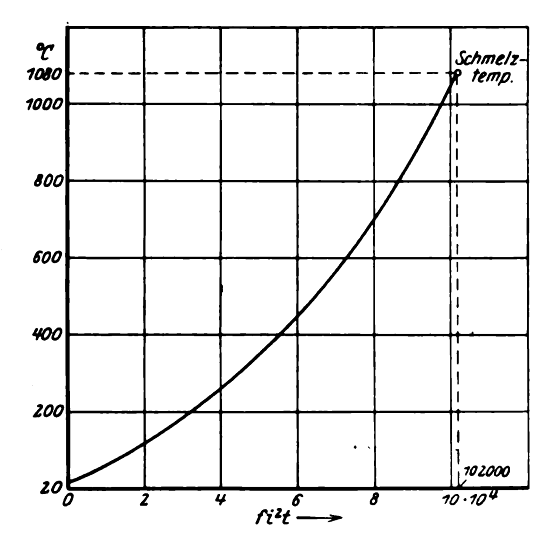


Abb. 2. Temperaturanstieg von Kupferleitungen bei kurzzeitiger Überlastung als Funktion von $f i^2 t$.

Im folgenden sei nun eine Berechnung der genannten Fälle auf einheitlicher Grundlage gegeben. Es wurde beobachtet:

Fall 1 am Kupferdraht von 50 mm² Querschnitt, Temperaturzunahme 500 °
Fall 2 am Kupferseil von 40 mm² Querschnitt, Temperaturzunahme 1000 °
Fall 3 am Kupferrohr von 32,5 mm² Querschnitt Temperaturzunahme 1025 °.

Bei der kurzen Zeitdauer, die für die Erwärmung in Frage kommt, wird die ganze entwickelte Wärme im Leiter aufgespeichert. Für die Nachrechnung der Erwärmung kann mit genügender Genauigkeit angenommen werden, daß die spezifische Wärme einen unveränderlichen mittleren Wert habe; dagegen ist zu berücksichtigen, daß der spezifische Widerstand mit steigender Temperatur stark anwächst. Die einfache Formel $r_\vartheta = r_0(1 + \alpha\vartheta)$ entspricht zwar nicht dem genauen Verlauf, durch passende Wahl von α kann jedoch für vorliegende Zwecke völlig ausreichende Annäherung für den ganzen Bereich bis zum Schmelzpunkt erzielt werden. Unter dieser Annahme ergibt sich für den Temperaturanstieg die Formel[4]

$$\vartheta = \frac{1}{\alpha}\left(e^{\frac{\alpha f i^2 t}{4{,}19\, c\, s\, k}} - 1\right),$$

wobei i die Stromdichte, t die Zeitdauer, c die spez. Wärme, s das spez. Gewicht und k das spez. Leitvermögen bezeichnen. Die Erwärmung ist demnach eine Funktion von $i^2 t$, sie hängt lediglich von der Stromdichte und nicht vom Gesamtstrom ab. Den Verlauf der Temperaturzunahme zeigt Abb. 2, die für Kupferleiter berechnet wurde ($c = 0{,}11$, $s = 8{,}9$, $k_{20} = 56$, $\alpha = 0{,}0035$). Zum Abschmelzen (1080 °, also etwa 1060 ° Zunahme) muß rechnungsmäßig das Produkt $i^2 t$ den Wert 102 000 erreichen. Die Richtigkeit der Rechnung wurde durch Abschmelzversuche[5] an verschiedenen Kupferdrähten geprüft, es ergab sich eine völlig befriedigende Übereinstimmung.

Für die vorliegenden Fälle ist noch zu berücksichtigen, daß eine erhebliche Widerstandserhöhung wegen Stromverdrängung stattfinden kann. Wir haben zwar noch nicht völlige Klarheit, wie der Entladevorgang bei einem Blitz verläuft (vgl. hierüber den nächsten Abschnitt), so viel kann aber gesagt werden, daß die Vorgänge sehr kurzzeitig sind. Auch bei aperiodischer Entladung ist dann eine Widerstandserhöhung vorhanden. Nimmt man, um die Größenordnung überschlagen zu können, an, daß 1000 Hz bzw. 5000 Hz vorliegen, so ergibt sich für den Kupferdraht von Fall 1 das Verhältnis

[3] Monthly Weather Review, Washington 1915, S. 396.

[4] Binder, Kurzschlußerwärmung in Kraftwerken und Überlandwerken, ETZ 1916, S. 590. Die angegebene Funktion ist auch noch gültig (vgl. G. Gut und L. Grünberg, Bull. SEV Bd. 18, S. 209), wenn die Veränderlichkeit der spez. Wärme berücksichtigt wird. Die spez. Wärme nimmt mit der Temperatur etwas zu, eine einfache Gesetzmäßigkeit für den Temperaturbereich bis zum Schmelzpunkt scheint nicht vorzuliegen. Setzt man, um die Größe der Veränderlichkeit zu kennzeichnen,

$$c_\vartheta = c_0(1 + \gamma\vartheta),$$

so ist γ wesentlich kleiner als α, etwa $^1/_{13}$ dieses Wertes. Der gleichzeitigen Veränderlichkeit von r und c kann in einfachster Form dadurch Rechnung getragen werden, daß man setzt

$$\frac{r_\vartheta}{c_\vartheta} = \frac{r_0}{c_0}(1 + \varepsilon\vartheta);$$

es tritt dann einfach ε an Stelle von α. Angenähert ist $\varepsilon = \alpha - \gamma$. Der der Abb. 2 zugrunde liegende Wert $\alpha = 0{,}0035$ wurde rückwärts aus den Abschmelzversuchen errechnet, entspricht also bereits dem obengenannten Werte ε.

[5] Ausgeführt von W. Greve.

Wechselstromwiderstand zu Gleichstromwiderstand $f = 1{,}25$ bzw. 2,4. Der Wert 2 wird also einigermaßen den Verhältnissen entsprechen; er kann auch für Fall 2 (ungefähr gleicher Durchmesser) zugrunde gelegt werden. Im Fall 3 handelt es sich um dünnwandiges Rohr, so daß $f = 1$ zu setzen ist. Für die Erwärmung selbst ist nunmehr der Wert $f\,i^2\,t$ maßgebend. Nach Abb. 2 ergibt sich damit für

Fall	Temperaturzunahme	$f\,i^2\,t$	I
1	500°	66 000	$9100 : \sqrt{t}$
2	1 000°	98 000	$8900 : \sqrt{t}$
3	1 025°	100 000	$10300 : \sqrt{t}$

In der letzten Spalte ist der Gesamtstrom $I = i\,q$ angegeben; die Übereinstimmung der drei Fälle ist überraschend gut, als Mittelwert kann man etwa $I = 9500 : \sqrt{t}$ nehmen. Setzt man beispielsweise die Blitzdauer $t = 1/100$ s, so ergibt sich $I = 95\,000$ A, also ein ganz erheblicher Wert, der gut übereinstimmt mit einem neuerdings von F. W. Peek[6] aus einer durch einen Blitzschlag geschmolzenen Stahlfeder ermittelten Wert von 80 000 A.

Wenn nun auch anzunehmen ist, daß es sich in den untersuchten Fällen um sehr heftige Schläge gehandelt hat, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß bei nur wenig schwächeren Strömen die Wärmewirkungen nicht mehr so augenfällig sind. So beträgt beispielsweise bei zwei Drittel des Abschmelzstromes die Temperaturerhöhung nur mehr etwa 300°, sie wird also kaum mehr bemerkbar sein. Die Zahl der starken Schläge braucht daher durchaus nicht so gering zu sein, als man im Hinblick auf die seltenen Schmelzfälle schließen könnte. Auf Grund von magnetischen Wirkungen der Blitze (Remanenz) hat man erheblich geringere Stromstärken ermittelt, 10 000 ÷ 20 000 A[7*]. Man kann zwar durch Annahme längerer Blitzdauer auch aus den Wärmewirkungen ähnliche Stromstärken errechnen, die Entladungsdauer müßte aber dann bis auf etwa 1 s heraufgesetzt werden, was völlig im Widerspruch mit den beobachteten Werten für die Blitzdauer stehen würde.

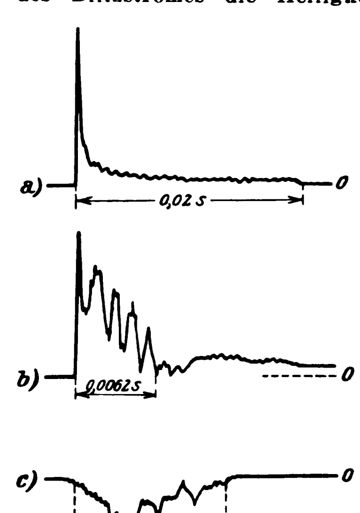
Dauer und Verlauf des Blitzes.

Durch Aufnahmen mit einer Drehkamera ist es Walter[8] gelungen, den Verlauf von Funken und Blitzen weitgehend klarzulegen. An einem Funkeninduktor ergab sich z. B. der in Abb. 3 dargestellte Verlauf für den Funken. Der Durchbruch wird demnach nicht mit einem Schlag erreicht, sondern es wird dem Funken sein Weg erst durch mehrere stoßweise aufeinanderfolgende und von Stoß zu Stoß länger werdende Vorentladungen gebahnt. Schließlich bildet sich der über die ganze Strecke reichende Funke, der die Entladung des Stromkreises einleitet. Von besonderem Interesse ist aber die Tatsache, daß gewöhnlich mehrere solche Entladungschläge aufeinanderfolgen. Abb. 4 gibt ein sehr charakteristisches Blitzbild von Walter. Man sieht noch einen Teil der Vorentladungen als Äste, die vom Hauptstrahl abzweigen und außerdem fünf sehr gut ausgebildete Entladungschläge, die in derselben Bahn erfolgen und daher als parallele Linien im Bild erscheinen. Der Vorgang ist offenbar so, daß durch den ersten Schlag zunächst die freien Entladungen abgeführt werden, daß sich aber bald neue Ladungen, z. B. aus der Nachbarschaft, ansammeln, bis wieder genügend Spannung zu einem neuen Schlag vorhanden ist. Für den vorliegenden Fall sind die Pausen zwischen den Schlägen 0,036 s, 0,036 s, 0,028 s und 0,14 s. Das menschliche Auge sieht natürlich den Vorgang als einzigen Strahl, und so erklären sich die großen Zeiten, hier etwa 0,24 s, die man manchmal als Blitzdauer angegeben findet.

Die Dauer der einzelnen Schläge kann aus den bisher vorliegenden Aufnahmen nicht entnommen werden; die Kamera müßte sich viel schneller drehen, so daß auch das Bild des einzelnen Strahls aufgelöst wird. Man kann aber einen oberen Grenzwert für die Schlagdauer finden. Ich habe an einigen der Walterschen Bilder die scheinbare Strahlenbreite im Bild gemessen und die entsprechende Zeit berechnet; es ergeben sich 0,002 ÷ 0,004 s. Dabei ist die Vorstellung zugrunde gelegt, daß der Blitz sich auf der Platte als sehr dünne leuchtende Linie abbilden sollte; der mutmaßlichen Strahlendicke des Blitzes von 0,3 m entspricht auf der Platte einer Strichbreite in der Größenordnung von $1/30$ mm, feststehende Kamera vorausgesetzt. Wegen der Drehung der Kamera müßte sich dann ein Streifen bilden, dessen Breite der Dauer der Sichtbarkeit des Strahles entspricht. Aus verschiedenen Ursachen erscheint bekanntlich das Augenblicksbild des Strahles bei feststehender Kamera zu breit und dementsprechend auch das Streifenbild, das sich bei Drehung der Kamera ergibt. Die Schlagdauer wird daher nicht unerheblich unter den angegebenen Grenzwerten (0,002 ÷ 0,004 s) liegen.

Wie bereits bemerkt, folgen die einzelnen Schläge derselben Bahn, die Erwärmung eines getroffenen Ableiters geht daher stufenweise vor sich. Die Pausen sind jedoch so kurz, daß Abkühlung nicht in Frage kommt; man kann daher einfach die Summe der Schlagdauern zugrunde legen. Im vorliegenden Fall ergibt sich hierfür $5 \cdot 0{,}002$ s, also rd. $1/100$ s. Für mittlere Verhältnisse kann man wohl annehmen, daß dieser Wert nicht überschritten wird. Es sind bis zu 14 Einzelschläge beobachtet worden[9], man käme dann auf eine obere Grenzzeit von etwa $1/30$ s. Bei jedem Schlag steigt die Stromstärke von Null aus bis zu einem Höchstwert an und klingt wieder auf Null ab; für die Erwärmung ist der effektive Mittelwert maßgebend. Man kann aber auch mit dem Höchstwert rechnen, wenn dafür die Zeit entsprechend verkürzt wird (effektive Wirkdauer des Höchstwertes). In diesem Sinn sollen hier immer die Zeiten verstanden sein. Da die Sichtbarkeit des Strahls erst bei den höheren Stromwerten einsetzt, verdient dieses Verfahren auch vom physikalischen Standpunkt aus den Vorzug.

Es ist viel die Frage erörtert worden, ob während eines solchen Schlages der Strom in einer Richtung fließt und eine aperiodische Entladung bewirkt oder ob Schwingungen auftreten. Wegen der geringen Breite der Linien können die Walterschen Bilder keinen sicheren Aufschluß geben. Wie Emde berechnet hat, müßte die Schwingungszahl in der Gegend von 5000 Hz liegen. In dem hier gegebenen Blitzstrahl (Abb. 4) würde die einem Wechsel entsprechende Zeit ($1/10000$ s) etwa gleich $1/20$ der Strichbreite eines Schlages sein. Zur Erkennung solcher Feinheiten müßte die Einzelentladung noch weiter aufgelöst werden; dahinzielende Versuche liegen vor von Rood und Schmidt[10]. An einer schnell umlaufenden Scheibe befand sich auf schwarzem Grund ein weißes Achsenkreuz. Nach den Angaben von Schmidt war bei vielen Blitzen das Kreuz einmal hell und scharf zu sehen. Der Ablauf der sichtbaren Entladung muß in solchen Fällen unter $1/30000$ s gelegen haben. Häufig zeigte sich das Kreuz mehrfach in gleicher oder auch abnehmender Schärfe, so daß man an Oszillationen denken könnte. Die der Lage der einzelnen Kreuze entsprechenden Zeitabstände wechseln innerhalb sehr weiter Grenzen; vielfach liegen sie in der Größenordnung der Zeiten, die Walter für die Folge der Einzelentladungen gefunden hat. Es ist auch nicht wahrscheinlich, daß bei Schwingungen des Blitzstromes die Helligkeitsunterschiede so stark wären, daß mehrere scharf ausgeprägte Kreuze sich zeigen könnten; wenn Schwingungen möglich sein sollen, muß die Blitzbahn bis zum Abklingen gut leitend sein, also in hocherhitztem und daher gut leuchtendem Zustand bleiben. Schmidt hat es auch durchaus als zweifelhaft hingestellt, daß so schnelle Schwingungen auf dem beschriebenen Wege erkennbar gemacht werden könnten. Manchmal erschien die Scheibe grau, ein Beweis dafür, daß auch langandauernde Entladungen vorkommen. Auf Grund anderer, neuerer Forschungen[11] kann wohl heute gesagt werden, daß der Entladungsvorgang in den weitaus meisten Fällen als aperiodisch anzusehen ist. Jedenfalls sind die auftretenden Schwingungen derartig stark gedämpft, daß in den Wirkungen kaum mehr ein Unterschied gegenüber aperiodischer Entladung vorhanden sein dürfte.



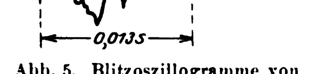


Abb. 5. Blitzoszillogramme von De Blois.

[6] F. W. Peek, El. World Bd. 90.

[7*] Kähler, Die Elektrizität der Gewitter. Verlag von Gebr. Bornträger, Berlin.

[8] Walter, Jahrb. d. Hamburger Wissensch. Anstalten 1903.

[9] Kähler, Die Elektrizität der Gewitter, S. 82. Verlag von Gebr. Bornträger, Berlin.

[10] Schmidt, ETZ 1905, S. 903.

[11] F. W. Peek, El. World Bd. 90. — J. H. Cox, The Electric Journ. Bd. 24. — H. Norinder, Tekn. Tidskr. Bd. 57, H. 44.



Bei den bisher geschilderten Methoden handelt es sich um direkte Blitzbeobachtung; später ging man dazu über, aus den Wirkungen auf Leitergebilde in der Nähe der Erdoberfläche den Blitzverlauf zu studieren. De Blois[12] untersuchte mittels Schleifenoszillographen die Ströme, die von einer großen Antenne nach Erde übergingen (die Antenne war in 68 m Höhe gespannt und bestand aus 20 Paralleldrähten von 52 m Länge; die überdeckte Fläche betrug 470 m², die Eigenschwingungszahl mit Zuleitungen an 400 000 Hz). Die ermittelten Stromkurven hatten sehr verschiedene Form. Es zeigten sich Einzelspitzen mit steilem Anstieg und Abfall, wie in Abb. 5 *a* dargestellt; nicht selten aber vollzog sich der Abfall langsam und mit deutlich ausgeprägten Schwingungen wie in Abb. 5 *b* und *c*. Man hat gegen diese Untersuchungen eingewendet, daß der Antennenkreis schwach gedämpft war, sich also Eigenschwingungen einstellen müßten; es ist aber kaum anzunehmen, daß bei der hohen Eigenschwingungszahl ein merklicher Fehler aufgetreten ist. Anders verhält es sich mit dem zweiten Einwand, nämlich daß der verwendete Oszillograph zu träge war, da er nur eine Eigenschwingungszahl von 5000 ÷ 6000 Hz besaß; bei ganz kurzzeitig verlaufenen Blitzen, wie sie nach den Beobachtungen von Schmidt anzunehmen sind, wäre eine richtige Wiedergabe nicht mehr möglich. Sieht man von diesen Sonderfällen ab, so stehen die in den Oszillogrammen auftretenden Zeiten durchaus im Einklang mit den von Walter und Schmidt gefundenen Werten.

Eine Neubehandlung der Vorgänge von Grund aus bedeuten die Untersuchungen, die Norinder von 1918 an für die schwedische Wasserfalldirektion durchführte. Hier interessieren besonders die Messungen über den zeitlichen Verlauf der Entladungen. Es wurde zunächst an Leitergebilden von 25 ÷ 50 cm Kapazität ein Kathodenstrahloszillograph angeschlossen, so daß bestimmt auch die schnellsten Änderungen sichtbar werden mußten. Im Sommer 1922 gelangen zwei Aufnahmen, von entfernten Blitzen herrührend; die Ergebnisse waren sehr überraschend. Es vollzogen sich die Änderungen viel langsamer (s. z. B. die in ETZ 1925, S. 876 wiedergegebenen Bilder), als nach allen früheren Untersuchungen anzunehmen war, und auch von Teilentladungen, wie sie Walter so oft beobachtet hatte, war nichts zu sehen. Bei den zahlreichen Aufnahmen des Sommers 1924 ergaben sich manchmal Bilder[13], die in diesem Sinne gedeutet werden konnten; auch sehr steile Anstiege waren in verschiedenen Fällen zu erkennen. Die Gesamtdauer eines einzelnen Entladungsschlages war jedoch immer größer als 1/100 s; im Einklang hiermit stehen auch die Untersuchungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen[14], bei denen die Spannungsänderungen einer Antenne mittels Schleifenoszillographen verfolgt wurden. Bei dieser Sachlage war anzunehmen, daß an Kraftwerksleitungen beim Freiwerden von gebundenen Ladungen infolge eines Blitzschlages Wellen mit steiler Stirn überhaupt nicht auftreten könnten. Daß diese Schlußfolgerung mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmt, haben neuere Untersuchungen dargetan.

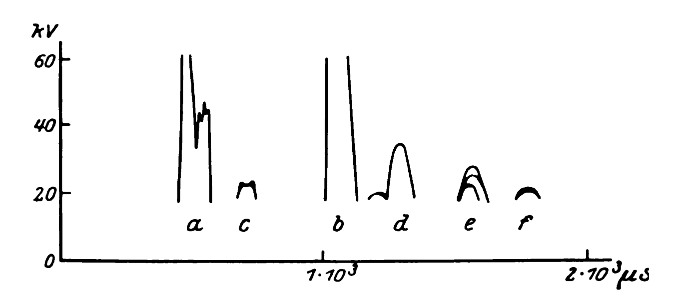


Abb. 6. Blitzüberspannungen, von Norinder im Sommer 1925 mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen an einer 20 kV-Leitung aufgenommen.

Bereits 1925 gelang Norinder eine Aufnahme an einer längeren 20 kV-Leitung, die in Abb. 6 dargestellt ist. Die Spannungsanstiege vollziehen sich hier in sehr kurzen Zeiten; legt man gleichmäßigen Anstieg entsprechend der steilsten Tangente zugrunde, so ergeben sich einige Mikrosekunden für die Zeit bis zum Erreichen der vollen Spannungshöhe. Der Basislänge der sich im Oszillogramm zeigenden Halbwellen entspricht rd. $^1/_{10\,000}$ s. Daß es sich nicht um ein Zufallsergebnis handelt, beweisen die zahlreichen Aufnahmen des Sommers 1927, die ebenfalls an dieser Leitung gemacht wurden und von denen zwei in Abb. 7 wiedergegeben sind. Die hieraus zu entnehmenden Zeiten für den Verlauf eines Schlages liegen jetzt recht gut in der Gegend der Dauer von schnellen Schlägen, die Schmidt aus seinen Beobachtungen gefolgert hat. Ferner wurden im Sommer 1927 an der Versuchsleitung der T. H. Dresden unmittelbare Steilheitsmessungen von Heyne vorgenommen, die sehr gut im Einklang mit den neuen

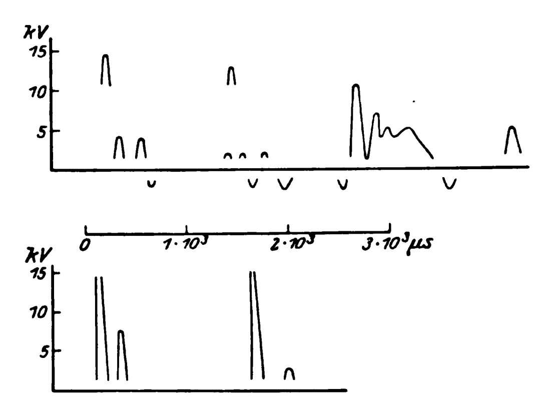


Abb. 7. Blitzüberspannungen, von Norinder im Sommer 1927 mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen an einer 20 kV-Leitung aufgenommen.

Aufnahmen von Norinder stehen. Bei unseren Messungen ist vollkommen sichergestellt, daß nicht direkte Schläge in die Leitung gingen oder Isolatorenüberschläge auftraten, da die Strecke völlig zu übersehen ist und keiner der Blitzschläge in unmittelbarer Nachbarschaft niederging. Die Leitung war über hochohmige Widerstände geerdet, so daß nur die Wirkungen beim Freiwerden gebundener Ladungen in Erscheinung traten. Mittels einer Staffelfunkenstrecke[15] konnte festgestellt werden, daß die auftretenden Spannungen 50 kV nicht überschritten, gewöhnlich wesentlich unter diesen Werten blieben; dabei ist zu bemerken, daß die Gewitterwolken lange Zeit und unregelmäßig in der Nachbarschaft umherzogen und in keinem Falle den Charakter eines scharfen Nahgewitters hatten, sonst hätten sich zweifellos ganz andere Wirkungen ergeben. Der an dem zweiten Leitungstrang für sich allein angeschlossene Steilheitsmesser[16] bestand aus einem Kondensator (Abb. 8), dessen höchster Ladestrom mittels Staffelfunkenstrecke gemessen wurde. Die für die Steilheit $\frac{de}{dt}$ gefundenen Werte streuen, wie Abb. 9 zeigt, außerordentlich. Es ist klar, daß die unendliche Mannigfaltigkeit in der Stärke und Art der Schläge hierin zum Ausdruck gelangen muß. (Siehe auch die weiter unten erwähnte Theorie des Entladungsvorganges von Simpson.) Da die an der Leitung auftretende Höchstspannung in jedem Falle an dem in 2 m Abstand verlaufenden zweiten Strang gemessen wurde, so ist es möglich, für die einzelnen Versuche die ungefähren Anstiegzeiten zu errechnen, wenn man eine keilförmige Anstieglinie zugrundelegt. Es ergeben sich die aus Abb. 10 ersichtlichen Zeiten; sie sind in Kilometer Lichtweg ausgedrückt, so daß man unmittelbar die Kopflänge der entsprechenden Wanderwellen abschätzen kann. Bereits beim ersten Gewitter wurde die Beobachtung gemacht, daß sich offenbar die Anstiegzeit mit der Annäherung oder Entfernung des Gewitters stark ändert. Es wurde daher bei den weiteren Messungen aus dem verspäteten Eintreffen des Donners jeweils die ungefähre Entfernung der Blitzbahn von der Leitung bestimmt und für die Abb. 9 und 10 als Abszisse verwertet. Der Punkthaufen ist nun zweifelsfrei bei den geringen Abszissenwerten niedriger gelagert; die eingezeichnete Ersatzlinie zeigt einen erheblichen Anstieg nach rechts. Wir kommen also zu dem überraschenden Ergebnis, daß die Entfernung des Gewitters nicht nur von Einfluß auf die Höhe der induzierten Spannungen (wie schon längst festgestellt), sondern auch von Einfluß auf den zeitlichen Verlauf der Erscheinungen ist, daß also die Wirkungen an der Erdoberfläche nicht ein zeitlich ge-

[12] De Blois, Proc. Am. Inst. El. Engs. Bd. 33, S. 567.
[13] Tekn. Tidskr. Bd. 55, H. 31.
[14] Mitt. V. El. W. Bd. 25, S. 297.

[15] Auf die Staffelfunkenstrecke soll in einer späteren Arbeit (Heyne, Messungen von Gewitterüberspannungen mittels Staffelfunkenstrecke) näher eingegangen werden.
[16] Zdralek, Arch. El. Bd. 18, S. 17.



treues Abbild der Vorgänge in der Blitzbahn selbst sind. Das wäre auch eine Erklärung dafür, daß Norinder bei seinen ersten Aufnahmen so harmlose Bilder gefunden hat; die damals beobachteten Blitze lagen in großer Entfernung. Für die gefundene „zeitliche Verzerrung" der Wirkungen lassen sich verschiedene Gründe anführen. Bei einem Metallkondensator von nicht zu großer Ausdehnung und idealem Dielektrikum kann angenommen werden, daß sich die Spannung zwischen den Belegen an allen Stellen gleichzeitig in derselben Weise ändert, und daß auch die Feldverhältnisse in dem Raum zwischen den Belegen ohne jeden Verzug sich anpassen. Aber weder die Erde noch die Wolke entsprechen solchen idealisierten Voraussetzungen. Bei einem Blitzstrahl findet eine ganz wesentliche Umlagerung der Ladungen in der Wolke und der bisher gebundenen Ladungen an der Erdoberfläche statt.

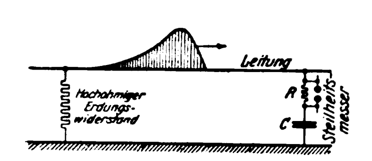


Abb. 8. Schaltung für die Steilheitsmessungen an der Dresdner Versuchsleitung im Sommer 1927.

wäre. Aus der vom Verfasser für Gleitfunken aufgestellten Differentialgleichung[19]

$$C\frac{\partial e}{\partial t} = \frac{\partial \lambda}{\partial x}\,\frac{\partial e}{\partial x} - \lambda\,\frac{\partial^2 e}{\partial x^2},$$

wobei λ das augenblickliche Leitvermögen irgendeiner Stelle der Funkenbahn und x die Wegkoordinate bezeichnen,

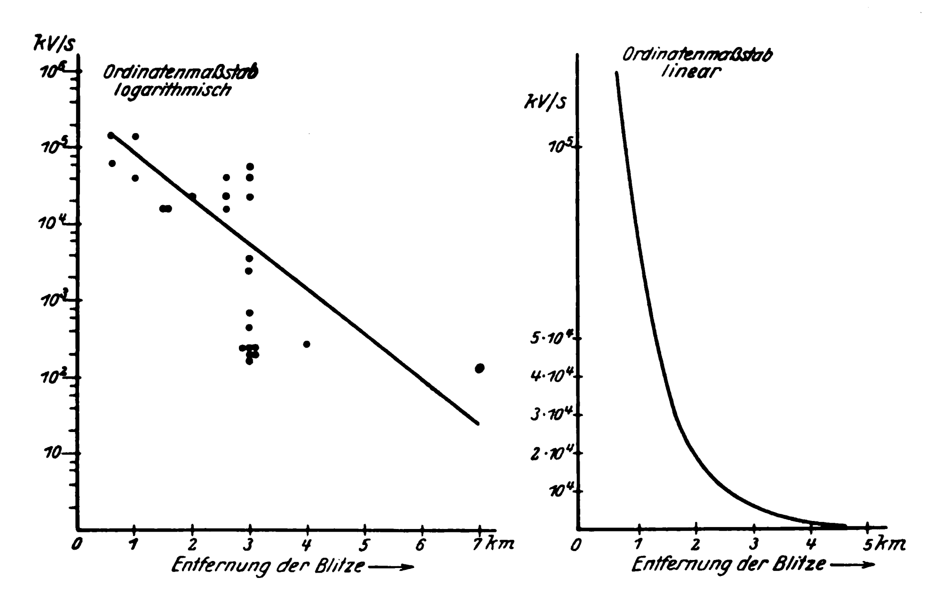


Abb. 9. Steilheiten de/dt der von Blitzen induzierten Wellen, gemessen in kV/s.

Es ist anzunehmen, daß die an einer Stelle sich bildende Blitzbahn die unmittelbare Nachbarschaft sehr rasch entlädt, es aber wegen der großen Querausdehnung der Wolke geraume Zeit dauert, bis der Vorgang sich über den in Frage kommenden Bereich fortgepflanzt hat und auch aus den weiter abliegenden Wolkenteilen die Ladungen weggeführt sind. Punkte in der Nähe der Blitzbahn werden nun hauptsächlich durch den hier einsetzenden raschen Niederbruch der Spannung beeinflußt, während an weiter abgelegenen Stellen die sich langsamer vollziehenden Änderungen der Summenwirkung des ganzen in Mitleidenschaft gezogenen Wolkenbereiches maßgebend sind. Außerdem ist nicht anzunehmen, daß sich der Raum zwischen Wolke und Erdoberfläche bei dichtem Regen wie ein ideales Dielektrikum verhält, dessen Zustand lediglich von den begrenzenden Randflächen beeinflußt wird; es ist sehr wahrscheinlich, daß sich beträchtliche freie Ladungen innerhalb dieses Raumes befinden.

Diese Zeiten für die Dauer des Anstieges von einigen bis zu ein paar hundert Mikrosekunden bei indirekten Blitzschlägen wurden nun noch auf eine dritte Art, und zwar durch Messungen mittels des Klydonographen nach den neuesten Veröffentlichungen von Peek und Cox[17] gefunden. Letzterer betrachtet seine Ergebnisse besonders in dem Lichte der kürzlich von Simpson[18] veröffentlichten Theorie des Entladungsvorganges. Danach sind positiv und negativ geladene Wolken in dem Sinne zu unterscheiden, daß der Entladungsvorgang der ersteren sehr langsam aber häufig, bei den letzteren sehr rasch und heftig, aber sehr selten auftritt.

Schließlich sei noch angeführt, daß auch in theoretischer Hinsicht die Möglichkeit eines schnelleren Blitzverlaufes erkennbar geworden ist. Nach den Toeplerschen Messungen über die Geschwindigkeit von Gleitfunken mußte man zu der Anschauung kommen, daß ein in gleicher Weise sich fortpflanzender Blitzstrahl für 1 km Bahnlänge die Zeit von $^1/_{1000}$ s benötigte, also die Anstiegdauer induzierter Leitungswellen in dieser Größenordnung zu suchen

kann für irgendeine Stelle die Fortpflanzungsgeschwindigkeit berechnet werden in der Form

$$V = \left(\frac{\frac{\partial e}{\partial t}}{\frac{\partial e}{\partial x}}\right).$$

Die nähere Untersuchung bestimmter Fälle zeigt, daß die Geschwindigkeit ganz von der Höhe der treibenden Span-

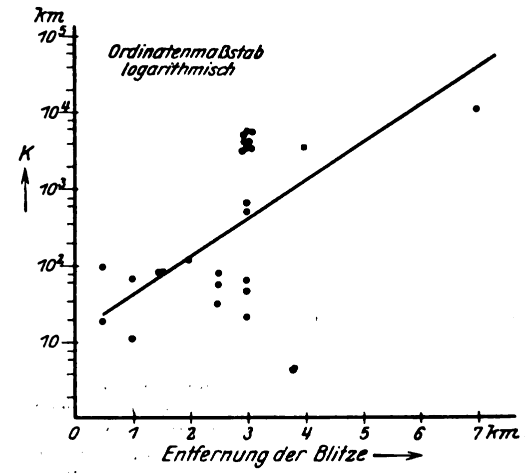


Abb. 10. Kopflängen K der von Blitzen induzierten Wellen, keilförmiger Anstieg zugrunde gelegt.

nung abhängt; bei den hohen Spannungen, wie sie in den Gewitterwolken vorauszusetzen sind, sind Geschwindigkeiten denkbar, die um einige Zehnerpotenzen größer sind.

[17] Wie Fußnote 11.
[18] G. C. Simpson, Proc. Roy. Soc. Bd. 3, Serie a.

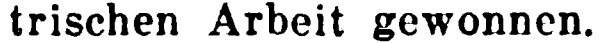
[19] Ueber die Ableitung dieser Gleichung und Lösungsmöglichkeiten soll an anderer Stelle berichtet werden.

Die Rolle der Ruhrkohlenzechen in der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Von Dr.-Ing. **C. Körfer**, Essen-Ruhr.

In der vom Statistischen Reichsamt herausgegebenen Zeitschrift „Wirtschaft und Statistik" wurden im Jahrgang 1927 erstmalig Angaben über die gesamte deutsche Elektrizitätswirtschaft bekanntgegeben[1]. Das Wertvolle dieser Veröffentlichungen liegt darin, daß sie sich außer auf die öffentliche Elektrizitätserzeugung auch auf die Erzeugung in gewerblichen Eigenanlagen erstrecken. Hierdurch war es endlich einmal möglich, sowohl den Anteil dieser Eigenanlagen an der gesamten deutschen Stromerzeugung als auch die Gesamterzeugung je Kopf der Bevölkerung einwandfrei festzustellen.

Eine andere Tatsache hat durch die amtliche Erhebung eine Klärung gefunden, daß nämlich Rheinland-Westfalen mit seinem linksrheinischen Braunkohlenvorkommen und dem Ruhrkohlengebiet nicht nur Deutschlands größter Rohenergieproduzent, sondern auch Deutschlands bedeutendstes Stromerzeugungsgebiet ist. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, wird hier allein etwa ein Drittel der gesamten in Deutschland erzeugten elektrischen Arbeit gewonnen.



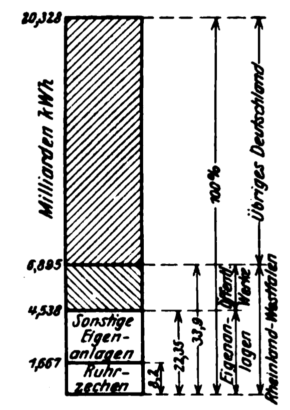


Abb. 1. Die Stromerzeugung des deutschen Reichs, Rheinland-Westfalens und der Ruhrzechen im Jahre 1925.

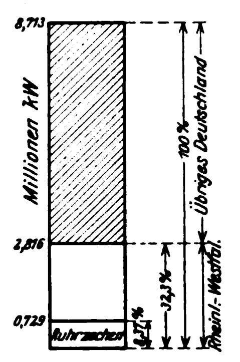


Abb. 2. Die Kraftwerksleistung des deutschen Reichs, Rheinland-Westfalens und der Ruhrzechen im Jahre 1925.

Die nähere Betrachtung der Stromerzeugung Rheinland-Westfalens zeigt aber, daß die öffentlichen Werke nur zum geringen Teil hieran beteiligt waren. Von einer Erzeugung dieser beiden Provinzen von 6895 Mill. kWh im Jahre 1925 kamen auf die öffentlichen Werke nur 2357 Mill. kWh, entsprechend rd. 34,2 %. Die übrigen 4538 Mill. kWh entfielen auf die Erzeugung in gewerblichen Eigenanlagen. Dieser außerordentlich starke Anteil der Eigenanlagen an der Stromerzeugung, der in keinem anderen Gebietsteil des Deutschen Reiches erreicht wird, hat seinen Grund darin, daß die Hauptindustrien Rheinland-Westfalens, der Bergbau und die Montanindustrie, wegen des Anfalles an minderwertigen Kohlensorten und an Hüttengas auf die Erzeugung elektrischer Energie zum mindesten zur Deckung des Eigenbedarfes angewiesen sind.

Wiederum eine der bedeutendsten Gruppen der Stromerzeuger mit Eigenanlagen, sowohl der Kraftwerksleistung als auch der Energieerzeugung nach, sind die Ruhrkohlenzechen[2]. Die Zahlen, die hierüber auf Grund eigener Ermittlungen zur Verfügung stehen, zeigen, daß in den zecheneigenen Kraftwerksanlagen des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaues im Jahre 1925 729 000 kW Generatorleistung installiert waren (Abb. 2). Die Erzeugung dieser Generatoren belief sich im gleichen Zeitraum auf 1667 Mill. kWh (Abb. 1). Mit dieser Kraftwerksleistung besaßen die Ruhrkohlenzechen rd. 25,9 % der Gesamtleistung Rheinland-Westfalens. Ihre Stromerzeugung entsprach 24,5 % der Produktion des letzteren.

Man sollte annehmen, daß die Ruhrkohlenzechen mit dieser großen Kraftwerksleistung auch in der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft Rheinland-Westfalens eine nennenswerte Rolle spielten. Die Vermutung liegt um so näher, als ja der Steinkohlenbergbau durch den nicht unbedeutenden Anfall an marktunfähigen und marktschwierigen, also, bezogen auf den Heizwert, sehr billigen Brennstoffen in der Lage ist, die elektrische Energie in seinen werkseigenen Zentralen mit außerordentlich niedrigen Gestehungskosten zu erzeugen.

In der nachfolgenden Zahlentafel 1 sind nun Erzeugung der Ruhrkohlenzechen und Stromabgabe an Fremde für verschiedene Jahre zusammengestellt. Die Abgabe der Zechen an Fremde umfaßt die Lieferungen an werksfremde Industrien, öffentliche Elektrizitätswerke sowie Städte und Gemeinden:

Zahlentafel 1.

Jahr	Zechenerzeugung Millionen kWh	Abgabe an Fremde	
		Millionen kWh	% der Erzeugung
1910	477	25	5,2
1911	687	30	4,4
1912	848	48	5,7
1913	1096	59	5,4
1914	1155	66	5,7
1925	1667	110	6,5

Wie ersichtlich, steigt die Stromabgabe an Fremde sowohl absolut als auch in Prozenten der Erzeugung, jedoch ist die Menge und der Prozentsatz des abgegebenen Stromes immerhin außerordentlich gering. Der weitaus größte Teil des Zechenstromes dient dem Selbstverbrauch.

Dieses Ergebnis verschiebt sich weiter zuungunsten der Zechenkraftwerke, wenn man die Entwicklung der nutzbaren Stromabgabe der beiden bedeutendsten öffentlichen Elektrizitätswerke Rheinland-Westfalens, des RWE und der VEW, betrachtet (Zahlentafel 2):

Zahlentafel 2.

Jahr	Nutzbare Stromabgabe in Millionen kWh	
	RWE	VEW
1910	121,7	57
1911	178	75
1912	266	94
1913	294	118
1914	293	138
1925	1200	271

Bei diesen beiden, die öffentliche Elektrizitätswirtschaft Rheinland-Westfalens beherrschenden Unternehmungen, in deren Versorgungsgebieten die Ruhrkohlenzechen fast ausnahmslos liegen, haben sich die Stromumsätze demnach im Durchschnitt mehr als verachtfacht. Der Stromverkauf der Zechen an Fremde ist dagegen im gleichen Zeitraum nur um das 4,4fache gewachsen.

Die aufgeführten Zahlen beweisen, daß trotz gestiegener absoluter Höhe der Zechenstromabgabe nach außen, die relative Anteilnahme des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaus an der öffentlichen Stromversorgung gegenüber früher erheblich geringer geworden ist. Auf welche Ursachen und Umstände die Tatsache zurückzuführen ist, soll hier nicht näher untersucht werden. Auf jeden Fall muß es als volkswirtschaftlicher Nachteil bezeichnet werden, daß die Bindungen, die ehemals zwischen Ruhrkohlenbergbau und öffentlicher Elektrizitätsversorgung bestanden, eine derart bedauerliche Lockerung erfahren haben.

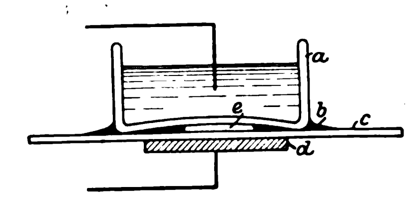
[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1016.
[2] Das sind die im Oberbergamtsbezirk Dortmund liegenden Steinkohlenbergwerke ohne die bei Ibbenbüren liegenden Werke, jedoch unter Einschluß der im Bergrevier Krefeld des Oberbergamtsbezirks Bonn befindlichen Zechen.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Gaseinschlüsse in Hochspannungskabeln. — Seit einer Reihe von Jahren ist die schädliche Wirkung von Luftblasen in der geschichteten, getränkten Papierisolation von Hochspannungskabeln bekannt; zahlreiche Veröffentlichungen machten die damit verbundenen Ionisierungsvorgänge zum Gegenstand eingehender Erörterung. Sie zeigten im wesentlichen die Zusammenhänge zwischen dem Verlustwinkel und der Spannung, den Einfluß der Temperatur und den der Einwirkungsdauer, vermochten indessen kaum etwas über die bei der Beanspruchung eines mit Gasblasen durchsetzten, geschichteten Dielektrikums sich abspielenden Vorgänge auszusagen. Da bedeutet es nun einen guten Schritt vorwärts, daß es L. Emanueli gelungen ist, durch Versuche an größeren, der Beobachtung zugänglichen Gasblasen unter gleichen Bedingungen, wie sie im kleinen im Kabel herrschen, den Mechanismus des Ionisierungsvorganges einigermaßen aufzudecken.

Zunächst wurde das Gesamtvolumen der Gaseinschlüsse an Hochspannungskabeln mit ölgefülltem Hohlleiter bestimmt. Das Öl wurde unter Druck gesetzt, dadurch wurden die Gasblasen im Kabel zusammengedrückt, und es wurde die Menge des nachzufüllenden Öles unter Berücksichtigung der Bleimantelaufweitung gemessen. Der Ölüberschuß ist gleich dem Gasvolumen unter normalem Druck. Es besteht nun Proportionalität zwischen dem Gasvolumen und ctg φ. Ersteres beträgt bei 20° für Kabel mit geringem Durchmesser rd. 0,5 % des gesamten Isolationsvolumens, für Kabel mit großem Durchmesser rd. 1,5 %.



a Glasgefäß
b Kabeltränkmasse
c Glasplatte
d Metallplatte
e Gasblase

Abb. 1. Anordnung zur Untersuchung von Gasblasen.

Die Versuchsanordnung (Abb. 1) zum Studium der Gasblasen war folgende: Ein mit Wasser gefülltes Glasgefäß steht auf einer Glasplatte, die ihrerseits auf einer Metallplatte liegt. Wasser und Metallplatte bilden einen Kondensator, welcher an Wechselspannung gelegt wird. Zwischen Glasplatte und Gefäß ist eine dünne Schicht Kabeltränkmasse so angebracht, daß eine flache Luftblase unter dem schwach gewölbtem Gefäßboden entsteht, die seitlich völlig von Tränkmasse umgeben ist. Von oben kann die Luftblase durch das Wasser hindurch beobachtet und von unten nach Fortnahme der Metallplatte photographiert werden. Bei Steigerung der Spannung wird die Blase ionisiert, es entsteht ein Glimmlicht, bei etwas höherer Spannung vergrößert sich die Blase. Die Tränkmasse wird heftig geschüttelt und mit zahlreichen kleinen Luftblasen durchsetzt, so daß eine Art Ölschaum entsteht. Abb. 2 zeigt eine Blase in diesem Zustand. Bei diesem Versuch kann sich die Blase natürlich im wesentlichen nur nach den Seiten hin, also senkrecht zur Feldrichtung entwickeln, da sie oben und unten durch Glas begrenzt wird. Weitere Versuche zeigten aber, daß auch in der Feldrichtung eine Ausdehnung stattfindet, wenn poröses, geschichtetes Material an die Stelle des Glases tritt. Mehrere Lagen gut getrockneter, getränkter und sorgfältig von Gaseinschlüssen freigehaltener Papierscheiben wurden wie zuvor mit Tränkmasse bedeckt, so daß die Gasblase zwischen Gefäßboden und oberster Papierschicht lag. Nach längerer Spannungseinwirkung entstand wieder die vergrößerte Schaumblase, und nach dem Entfernen des Gefäßes und des Schaumes auf dem obersten Blatt war gegen das Licht zu erkennen, daß sich einige kleine Gasblasen zwischen den Papierschichten gebildet hatten. Ein dritter Versuch mit Filtrierpapier und Transformatorenöl zeigte denselben Vorgang verstärkt und nach viel kürzerer Zeit. Die Blasen waren sehr beweglich. Die Luft war also in der Richtung des Feldes durch das Papier hindurchgepreßt worden. Bei längerer Spannungseinwirkung entstand an der Papieroberfläche ein schwarzer Fleck, der nach und nach heller und zum Ausgangspunkt einer verästelten Entladung wurde. Bei Spannungserhöhung kam ein zweiter leuchtender, mit dem ersten durch Entladungen verbundener Punkt zwischen der ersten und zweiten Schicht hinzu. Diese Erscheinung steigerte sich nach der Tiefe und führte schließlich zum Durchschlag des Glases. Das Papier zeigte unter der Lupe unter dem Fleck ein kleines Loch. Die Luft der oberen großen Blase dringt also durch die porösen Stellen des Papieres und verdrängt dabei die die Poren ausfüllende Tränkmasse; so bilden sich die Blasen zwischen den Papierschichten. Da im allgemeinen die Stellen leichter Durchdringbarkeit nicht übereinanderliegen, treibt der Strom von Gasionen die Tränkmasse zwischen den Lagen zur Seite, bis er wieder eine poröse Stelle erreicht hat usw.[1]. Bei entsprechend gesteigerter Energie kann es zu den bekannten verästelten Verkohlungserscheinungen kommen; auch solche wurden bei den Versuchen beobachtet. Es schien, als würde die Tränkmasse auf dem Papier entlang der Entladung durch die Gasionen verdrängt. Hierfür spricht auch ein weiterer Versuch, bei dem auf einer Metallplatte etwa 10 Schichten getränkten Papieres liegen und darüber in wenigen Millimetern Abstand eine spitze Elektrode schwebt. Bei Spannungseinwirkung wird die oberste Tränkmassenschicht geradezu beiseite geblasen. Diese Verdrängung der Tränkmasse scheint durch Gasionen, welche von der Nadel ausgehen, bewirkt zu werden. Sie dringen dann auf dem leichtesten Wege tiefer in die Schichten ein, greifen dabei auch die Papierfasern an oder umgehen sie und bereiten so den Durchschlag vor. Die von Gaseinschlüssen herrührenden Entladungen scheinen vom Bombardement der Gasionen und von ihrer Wanderung durch das Dielektrikum herzurühren.

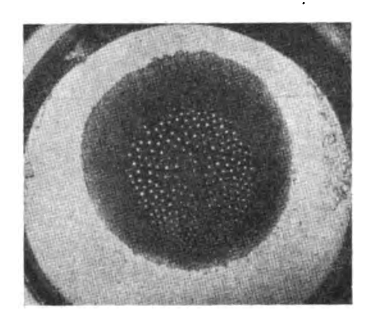


Abb. 2. Gasblase mit Ölschaum

Die Gefährlichkeit der Gaseinschlüsse wächst mit ihrer Größe; wahrscheinlich gibt es eine von der Dicke der Gasblasen abhängende kritische Feldstärke; das würde bei Hochspannungskabeln die Tatsache erklären, daß sie auch bei Spannungen, die höher sind, als zur Ionisierung notwendig ist, zufriedenstellend arbeiten. Bei Dreifachkabeln kommen leichter als bei Einfachkabeln Falten in der Isolation vor, es entstehen beim Bewegen der Leiter gegeneinander Hohlräume. Die Tangentialbeanspruchungen treffen etwaige Gasblasen in Richtung ihrer größten Ausdehnung und erzeugen verästelte Entladungen, die zwischen den Lagen keine wesentlichen Widerstände finden. Dickflüssige Tränkmasse dürfte den Vorzug eines erhöhten Widerstandes gegen die oben erwähnte Verdrängung besitzen. Dagegen kann eine dünnflüssige Masse (Öl) leichter bereits entstandene Kanäle wieder ausfüllen. (L. Emanueli, El. World Bd. 92, S. 601.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Wechselstromerzeuger von 20 kHz. — Bei Hochfrequenzgeneratoren des gewöhnlichen Induktortyps für größere Leistungen macht die Unterbringung der Wicklung fast unüberwindliche Schwierigkeiten, wenn zwecks Erreichung einer sehr hohen Frequenz die Zähnezahl groß gewählt werden muß. Beim Induktortyp (Abb. 3) ist die Anordnung der Zähne so, daß der magnetische Gesamtfluß im Eisen praktisch konstant bleibt, und nur der Fluß in den einzelnen Zähnen je nach der Stellung des Rotors zum Stator pulsiert. Der Stator hat die doppelte Zähnezahl des Rotors, daher fallen die Nuten am Rotor sehr eng aus. Bei den Hochfrequenzmaschinen des Reaktionstyps (Abb. 4) pulsiert der Fluß in seiner Gesamtheit. Die Zähnezahl ist für den Rotor und Stator gleich groß, und die Nuten sind so weit, daß die Rotorzähne nach einer Drehung um eine halbe Zahnteilung einmal vor den Nuten und einmal vor

[1] Andere, im Rahmen der Ionisierungstheorie entwickelte Ansichten über beobachtete Verschiebungen der Tränkmasse im Kabeldielektrikum wurden z. B. in folgenden Arbeiten ausgesprochen: ETZ 1924 S. 132; Transact. Am. Inst. El. Engs. 1924 S. 47; Ref. ETZ 1925 S. 90; Transact. Am. Inst. El. Engs. 1925 S. 104.



den Zähnen des Stators stehen. Der magnetische Widerstand des Eisens und somit auch der Fluß pulsieren daher dauernd zwischen einem Minimum und Maximum. Der beschriebene Generator wurde nach dem Reaktionstyp ausgeführt, da dieser die Möglichkeit bietet, eine Gruppe von Zähnen mit einer gemeinsamen Wicklung zu versehen (Abb. 5) und dadurch Platz für größere Kupferquerschnitte

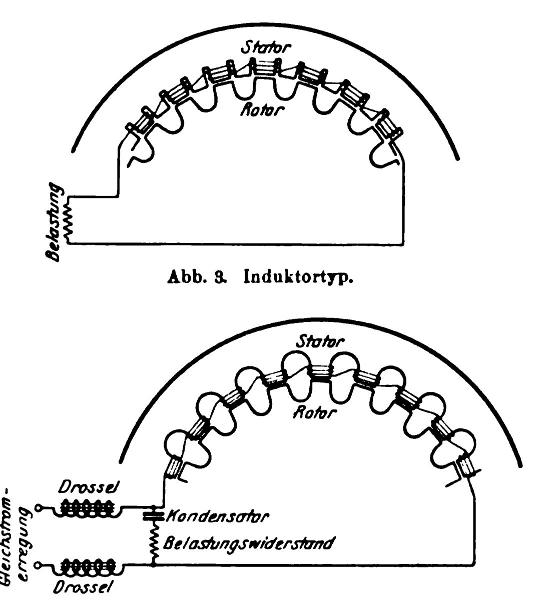


Abb. 3. Induktortyp.

Abb. 4. Reaktionstyp.

zu schaffen, während bei Maschinen des Induktortyps jeder Zahn einzeln bewickelt werden muß. Der Stator der Maschine erhielt eine einzige Wicklung, aus zehn in Reihe geschalteten Spulen bestehend, die in größere, durch Weglassen der Zähne entstandene Aussparungen am Statorumfang eingelegt wurden. Jede Spule umfaßte einen Bogen mit 180 Zähnen. Diese einzige Wicklung der Maschine diente zugleich als Erreger- und Ankerwicklung. Der Erregerstromkreis wurde für den Hochfrequenzstrom durch Drosseln, der Hochfrequenzkreis für den Gleichstrom durch einen Kondensator blockiert (Abb. 5) und

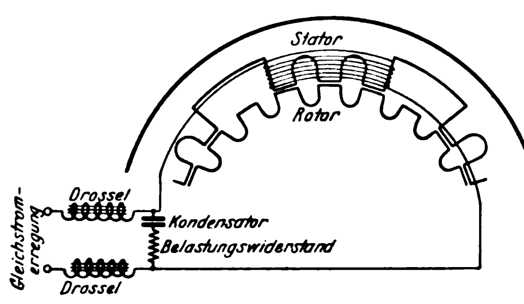


Abb. 5. Verbesserter Reaktionstyp.

dessen Kapazität so groß gewählt, daß sie die Selbstinduktion der Wicklung kompensierte. Die Daten des Generators sind: 10 kW Leistung, 20 000 Hz, einphasig, 6670 Umdr/min, Gehäuse-Außen-Dmr. 525 mm, -Länge 159 mm, Statorkern-Außen-Dmr. 457 mm, -Innen-Dmr. 356 mm, -Länge 413 mm, Luftspalt 0,635 mm, Wasserkühlung des Stators, 10 Spulen zu je 6 Windungen.

Die Untersuchung der Maschine im Prüffeld ergab: Maximale Leistung 15,4 kW bei einer Belastung von 57,4 Ω und 87 A Erregerstrom, Leistungsverbrauch für die Erregung 90 W (bei 60 A). Die Leistungsabgabe ist konstant für einen äußeren Belastungswiderstand von 12 bis 120 Ω, und zwar beträgt sie bei 50,2 A Erregung rd. 10 kW. Der Wirkungsgrad der Maschine wird zu 64 % angegeben. (M. C. Spencer, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 681.) *Dk.*

Beleuchtung.

Neue Meßgeräte der Lichttechnik. — In letzter Zeit sind vier für die Praxis bestimmte Meßapparate angegeben worden bzw. auf den Markt gekommen, nämlich: zwei Beleuchtungsmesser, ein Beleuchtungsglasprüfer und ein Apparat zur Bestimmung des Reflexionsvermögens von Anstrichen und Tapeten. Beiden Beleuchtungsmessern liegt der Gedanke zu Grunde, ein einfaches, billiges Instrument zu schaffen, das Installateuren sowohl wie Nichtfachleuten die Möglichkeit geben soll, die Höhe der Beleuchtung festzustellen.

1. Der Beleuchtungsmesser nach Prof. Voege[1] (hergestellt von Campbell & Co. Nachf., Hamburg), ähnelt im Prinzip den bekannten Beleuchtungsmessern, bei welchen die vorhandene Beleuchtung mit der durch eine kleine Glühlampe geschaffenen Beleuchtung verglichen wird. Die Einstellung erfolgt hier durch Verschieben der Glühlampe in einem allseitig reflektierenden Rohr, wodurch eine günstige Teilung der Skala erreicht wird. Diese Skala, bestehend aus vier nacheinander zu benutzenden Einzelskalen, besitzt eine Länge von 40 cm, sie gestattet die Höhe der Beleuchtung direkt in Lux abzulesen. Es werden hergestellt:

Type I (für Schaufenster, Läden usw.) Meßbereich 2 bis 1000 Lux.

Type II (für Beleuchtungsmessung im Freien) Meßbereich 0,5 bis 150 Lux.

2. Der Beleuchtungsmesser der Firma Philips[2] (Vertretung in Deutschland Julius Pintsch A.-G., Berlin, ist nach dem Vorbild des Nela-Footcandle-Meter gebaut. Die vorhandene Beleuchtung wird mit einer Reihe durch eine kleine Glühlampe verschieden stark beleuchteter Öffnungen in der Auffangefläche verglichen, und die Höhe der Beleuchtung wird an dem am besten stimmenden Loch in Lux abgelesen. Neu ist die Vermeidung jedes Meßinstrumentes und jeder Regelung der Lampe dadurch, daß die Lampe in Reihe mit einem Eisen-Wasserstoff-Widerstand brennt, welcher die Stromstärke konstant hält. Mittels einer Kontrollampe ist nur festzustellen, ob die Spannung der Batterie noch ausreichend ist. Meßbereich 0,1 bis 50 und 1 ÷ 500 Lux. Es handelt sich bei diesem Instrument nicht um eine eigentliche Messung, sondern mehr um eine Schätzung der vorhandenen Beleuchtung, die aber in vielen Fällen ausreichen dürfte.

3. Der Beleuchtungsglasprüfer von Dr. Bloch[3] (Hersteller Schmidt u. Haensch, Berlin), ist für den Gebrauch in Glashütten usw. bestimmt, wo es darauf ankommt, die Lichtdurchlässigkeit und den Grad der Lichtzerstreuung von Beleuchtungsgläsern zu prüfen. Zu diesem Zweck beleuchtet eine Glühlampe gleichzeitig zwei Blendenöffnungen, vor deren eine das zu prüfende Glas geschaltet wird, während vor der anderen ein Trübglas- oder Mattglaskeil verschoben werden kann. Die beiden Blenden ergeben im Okular des Meßgerätes zwei aneinanderstoßende halbkreisförmige Bilder, welche durch Verschieben des Keils auf Gleichheit gebracht werden; und zwar wird erstens die gerichtete, zweitens die zerstreute Durchlässigkeit gemessen und an der Stellung des Vergleichskeiles abgelesen. Eine Einteilung der Gläser in sechs Klassen ist vorgesehen und soll durch die Kommission für Beleuchtungsglas und die Deutsche Glastechn. Gesellschaft festgelegt werden. (W. Voege, Licht u. Lampe Bd. 16, S. 700; Lux, Bd. 16, S. 883; L. Bloch, Bd. 16, S. 734.) *Vg.*

Heizung.

Anwendung der Dampffaßverordnung auf elektrisch beheizte Warmwasserspeicher. — Ein von der Vereinigung der Fabrikanten elektrischer Heiz- und Kochapparate, Charlottenburg, und der Bewag herbeigeführter Erlaß des preußischen Handelsministers vom 15. II.[4] bestimmt, daß elektrisch beheizte Warmwasserspeicher in der Ausführung von Überlauf- und Ablaufspeichern wie auch von Druckspeichern, wenn der Beschickungsraum letzterer weniger als 50 l faßt, nicht unter die Dampffaßverordnung fallen, wohl aber größere Druckspeicher, sofern sie nicht den im Erlaß aufgeführten Bedingungen entsprechend hergestellt, ausgerüstet und betrieben werden. Auf Lager, bereits in Arbeit oder in Betrieb befindliche Druckspeicher von 50 l und mehr, deren Bauart nicht anerkannt ist, werden unter bestimmten Voraussetzungen gleichfalls von dem Geltungsbereich der Dampffaßverordnung ausgenommen.

Elektrischer Zimmerofen. — Ein Nachteil des üblichen Zimmerofens ist, daß zunächst die oberen Luftschichten des Zimmers erwärmt werden und erst nach einiger Zeit durch Zirkulation eine allgemeine Durch-

[1] Licht u. Lampe Bd. 16, S. 700.
[2] Licht u. Lampe Bd. 16, S. 883.
[3] Licht u. Lampe Bd. 16, S. 734.
[4] Minist.-Bl. Hand.- u. Gew.-Verw. v. 8. III. 1928, S. 35.

wärmung der Zimmerluft eintritt. Man hat daher daran gedacht, dem Ofen eine vorwiegend horizontale Wärmestrahlung zu geben, um auf diese Weise die unteren Luftschichten zuerst zu erwärmen. Die Schweizer Firma Salvis hat einen nach diesem Grundsatz arbeitenden elektrischen Ofen gemäß Abb. 6 konstruiert. Der hochglanz-

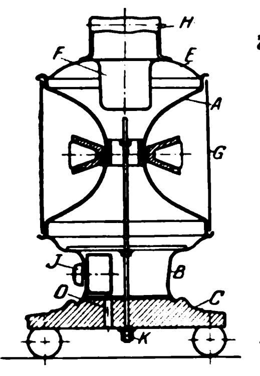
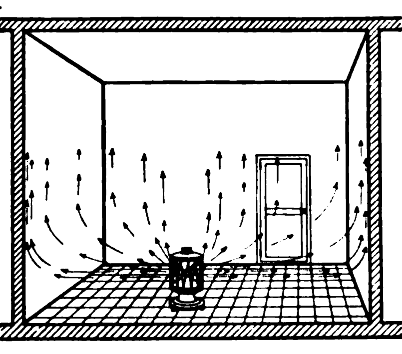



Abb. 6. Elektrischer Zimmerofen.


Abb. 7 Wärmeverteilung im Zimmer.

polierte Paraboloidspiegel A ruht auf einer Aluminiumsäule B, während eine hölzerne Grundplatte C als Träger des Ofengestelles dient. Eine übermäßige Erwärmung der Holzplatte wird durch entsprechende Wärmeisolation verhindert. Die Strahlfläche ist von einem Drahtgitter G umgeben, so daß jede unabsichtliche Berührung der im Brennkreis des Hohlspiegels symmetrisch angeordneten Heizpatronen verhindert wird. Zur Reinigung des Spiegels läßt sich das Gitter leicht entfernen. Im oberen Teil des Ofens ist ein Wasserbehälter F angeordnet, darüber ein Handgriff H. Das Zuleitungskabel wird durch den Holzboden geleitet, der sich durch Lösen der beiden Muttern K, die zugleich als Erdklemmen dienen, entfernen läßt. Darauf kann das Kabel mit dem an der Säule befindlichen Klemmstück verbunden werden. Aus Abb. 7 ist die dem Ofen zugrunde liegende Idee ersichtlich. (Schweiz. Techn. Z. 1927, S. 760.) *Ka.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Neue Bauart benzol-elektrischer Triebwagen in Amerika. — Die Detroit-Toledo- und Ironton-Railroad[1] hat zwischen Detroit, Michigan und Bainbridge (Ohio) als Ersatz für Dampfzüge zwei benzol-elektrische Triebwagen in regelmäßigen Dienst gestellt, die sich durch die eigenartige Anordnung der maschinellen Ausrüstung von den bisher üblichen Triebwagenbauarten unterscheiden. Während bei den bisher ausgeführten Triebwagen die maschinelle Ausrüstung entweder in einem besonderen Abteil im Wageninneren, das in der Regel gleichzeitig als Führerabteil ausgebildet wird, oder in einem der Drehgestelle untergebracht ist, wird sie bei den neuen Triebwagen am Wagenuntergestell aufgehängt (Abb. 8). Die Wagen sind mit je zwei Hall-Scott-Benzolmotoren von je 150 PS ausgerüstet, deren Umdrehungszahl ziemlich hoch ist, 1700/min. Sie könnte bis 1750 gesteigert werden, wovon aber zunächst kein Gebrauch gemacht wird. Mit dieser Drehzahl wird bei einem Wagengewicht von 66 t auf Steigungen von 10 % eine Geschwindigkeit von 78 km/h erzielt. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 96 km/h. Beide am Wagenuntergestell aufgehängten Maschinen sind vom Wageninnern aus durch Klappen zugänglich.

Die Aufhängung der maschinellen Ausrüstung am Wagenuntergestell hat mit der Unterbringung im Wagenkasten den gleichen Nachteil gemeinsam, daß sich beim Stillstand der Wagen die von den Motoren herrührenden Schwingungen unangenehm bemerkbar machen. Um sie zu dämpfen, hat man die Drehrichtung der beiden Benzinmotoren einander entgegengesetzt gewählt. Auch in der Anordnung der Aufhängung hat man sich bemüht, die Übertragung von Schwingungen auf den Wagenkasten möglichst zu dämpfen. Da die Benzolmotoren während der Fahrt unzugänglich sind, so mußten besondere Sicherheitsmaßnahmen für die Schmierung vorgesehen werden. Die Benzolzufuhr zu den Vergasern geschieht durch elektrisch angetriebene Pumpen in Abhängigkeit vom Fahrschalter. Die Benzolmotoren werden selbsttätig vom Führerstand aus angelassen. Sie werden durch Wasser gekühlt, das durch zwei am Wagenkasten aufgehängte Kühler unter Überwachung der Temperatur durch Thermostat rückgekühlt wird.

Für die Übertragung der von den Motoren erzeugten Arbeit auf die Achsen ist, wie in Amerika allgemein üblich, die elektrische Kraftübertragung beibehalten worden.

Jeder Motor ist mit einem Westinghouse-Generator mit 750 V Spannung mit fremderregtem Feld und angebautem Hilfsgenerator zum Laden der Batterie unmittelbar gekuppelt. Der Generator wird künstlich gekühlt. Die Achsen werden durch zwei Westinghouse-Bahnmotoren mit einem Übersetzungsverhältnis von 1 : 3,28, die mit der üblichen Tatzenlageraufhängung versehen sind, angetrieben. In der Regel wird ein Motor von einer Benzoldynamo gespeist. Beide Motoren können aber auch von e i n e m Generator gespeist werden, so daß bei einer Störung in einer Benzoldynamo der Wagen betriebsfähig bleibt.

Zur Speisung der Verbrennungsmotoren wird Benzol verwendet, das als Nebenprodukt bei der Ford-Motor-Company gewonnen wird.

Der Wagenkasten ist ganz aus Stahl gebaut. Die Länge des Wagens, über die Puffer gemessen, beträgt 22,11 m, sein Gewicht unbesetzt rd. 66 t. Der Wagenkasten enthält 4 Abteile, am Ende einen Führerstand von 1,06 m Länge, dann folgen ein Postabteil von 4,7 m, ein Gepäckabteil von 4,25 m und zwei Abteile für Raucher und Nichtraucher. Das Nichtraucherabteil enthält 34, das Raucherabteil 12 Sitzplätze. Die beiden Benzoldynamos sind unter dem Gepäckabteil aufgehängt, dessen Fußboden mit Klappen versehen ist, um die Motoren zugänglich zu machen.

Bemerkenswert ist auch die Entfernung, die von den beiden Wagen durchfahren wird. Die Streckenlänge beträgt fast 450 km und wird von den Wagen in ungefähr 9 h durchfahren. Sie sind seit Oktober 1926 im Dienst. *sb.*

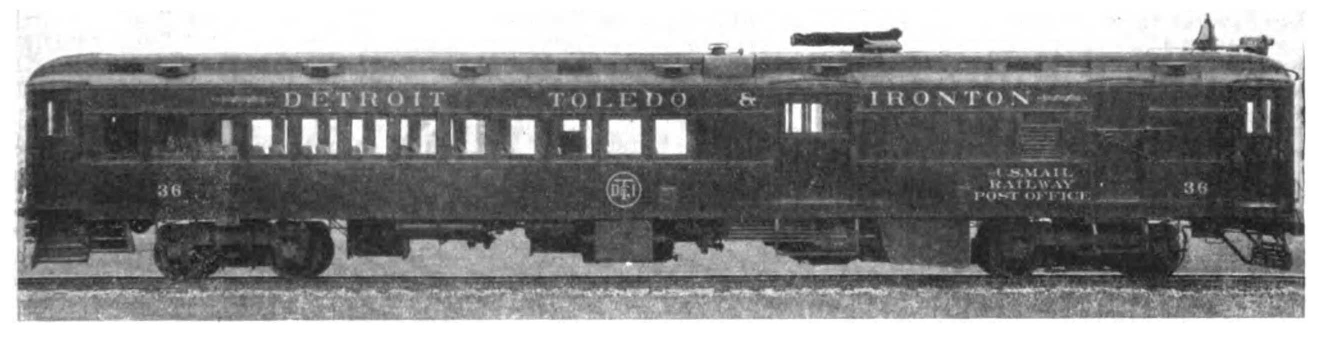


Abb. 8. Neuer benzol-elektrischer Triebwagen der Detroit-Toledo- und Ironton-Railroad.

Fernmeldetechnik.

Fernkabellinie Österreich—Schweiz. — Die neue Fernkabellinie von W i e n über L i n z, I n n s b r u c k und B l u d e n z an die Schweizer Grenze in der Länge von 468 km ist Mitte März dem Verkehr übergeben worden. Durch diese so wichtige Verbindung, die den Anschluß an die Schweizer Fernkabelverbindung geschaffen hat, besitzt W i e n zwei direkte Leitungen nach Z ü r i c h, eine nach G e n f und eine nach B a s e l, im Anschluß an die auch mit allen übrigen großen Städten der Schweiz telephonisch gesprochen werden kann; außerdem sind direkte Leitungen von S a l z b u r g und I n n s b r u c k nach der S c h w e i z durchgeschaltet worden, so daß nunmehr eine vollkommene, rasche und gute Durchführung des Telephonverkehrs zwischen den beiden Ländern zur Verfügung

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1154 u. 1926, S. 680.



steht. Die Sprechversuche, die vor der Eröffnung vorgenommen wurden, hatten ausgezeichnete Ergebnisse. Die neue Fernkabellinie eröffnet auch eine Anzahl guter Inlandverbindungen zwischen Wien und Salzburg, Innsbruck, Bludenz, Bregenz und Dornbirn und diesen Orten untereinander; weitere direkte Verbindungen vom Salzkammergut und Bad Gastein nach der Schweiz stehen unmittelbar bevor. *Hgn.*

Der Televox. — Für kleine selbsttätige Unterwerke ist es unwirtschaftlich, eigene oder gemietete Leitungen zur Fernsteuerung zu verwenden. Sehr geeignet sind hingegen dafür normale Telephonverbindungen. Diese dürfen jedoch nur zur Übermittlung von Sprache verwendet werden, es ist nicht erlaubt, an den Leitungen oder Apparaten irgendwelche Änderungen vorzunehmen. Der sog. Televox soll nun dadurch das Fernsprechnetz für die Fernsteuerung brauchbar machen, daß er befähigt ist, innerhalb bestimmter Grenzen den Mann zu ersetzen, der das Telephon des Unterwerks bedient, Befehle entgegennimmt, ausführt und Vollzugsmeldungen erstattet.

Bei der geringen Anzahl der vorzunehmenden Schaltungen usw. genügen wenige Tonkombinationen, um durch sie die für den Betrieb eines kleinen Unterwerks nötigen Befehle ausdrücken zu können. Es läßt sich z. B. aus den Frequenzen 600, 900 und 1400, welche durch Stimmgabeln oder auch Pfeifen erzeugt werden können, eine Art Sprache zusammensetzen, die der Verfasser Televoxanto nennt. Deren Codeworte sind bestimmt, als gewöhnliches Telephongespräch übertragen, im Empfänger Relais auszulösen, welche den gewünschten Vorgang betätigen.

Der Sender des Televox ist aufgebaut aus mehreren, z. B. drei Stimmgabeln mit den zugehörigen Anschlagtasten, einem zweistufigen Verstärker und einem Lautsprecher. Vor diesen kann das Mikrophon des Telephonanschlusses gebracht werden. Der Empfänger besteht aus einem zweistufigen Verstärker, in dem erwähnten Falle drei Siebkreisen und drei je auf eine der Sendefrequenzen abgestimmten Verstärkern, sowie den Relais. Das Anschlußtelephon befindet sich neben dem Empfänger. Der Hörer bleibt auf der Gabel, diese wird während des Gespräches durch einen mittels Elektromagnet betätigten Hebel entlastet. Vor dem Hörer befindet sich das Mikrophon, das elektrische Ohr des Empfängers.

Eine Befehlsübermittlung nimmt folgenden Verlauf: Der Anrufende verlangt über das Amt die Nummer des Unterwerks. Bei dieser hebt sich infolge des Anrufs die Gabel, der Apparat ist gesprächsbereit. Das Unterwerk gibt das Zeichen, wodurch es sich meldet. Nachdem nun Befehlsgabe mit Hilfe der durch Stimmgabeltöne ausgedrückten Codeworte, Ausführung und Rückmeldung erfolgt ist, gibt der Anrufende das Schlußzeichen und hängt wieder ein. Auf dem Unterwerk wird durch das Schlußzeichen die Gabel wieder belastet und der Apparat in Anrufschaltung gebracht. Um etwaige Fehlanrufe unschädlich zu machen, gibt das Unterwerk nach Anruf 30 s lang ein Meldezeichen. Während dieser Dauer sind die Betätigungsleitungen der Relais abgeschaltet. Erst hernach können Befehle ausgeführt werden. Störungen anderer Gespräche durch die Televoxzeichen infolge Nebensprechen sollen nicht zu befürchten sein, da die Lautstärke der Zeichen durch die Mikrophone begrenzt ist. Leider wird bei der nur skizzenhaften Beschreibung des Televox eine Angabe darüber vermißt, wie weit seine Ausführung gediehen ist, oder ob bereits Erfahrungen damit vorliegen. (R. J. Wensley, Westingh. El. & Mfg. Co.) Decker.

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Temperaturskala für Wolfram. — Die Abhängigkeit des Widerstandes und der Energiestrahlung von der Temperatur für Wolfram ist von H. A. Jones unter sorgfältiger Vermeidung aller Fehlerquellen und Verwendung

$T°$	$\varrho \cdot 10^6$	Watt	$T°$	$\varrho \cdot 10^6$	Watt	$T°$	$\varrho \cdot 10^6$	Watt
273	5,00	0,0	1400	37.18	3.86	2600	77,38	83,0
293	5,49	0.0	1500	40,35	5.54	2700	81,00	98,8
300	5.65	0.000016	1600	43.50	7.77	2800	84.69	116,7
400	8.05	0.00197	1700	46,78	10,6	2900	88,30	137.2
500	10,56	0,00970	1800	50.00	14,2	3000	92.00	160,1
600	13,23	0.0304	1900	53.30	18,6	3100	95.74	186,1
700	16.10	0,0764	2000	56,67	23,9	3200	99,55	215,0
800	18,99	0,169	2100	60.00	30.3	3300	103,3	247,6
900	21,94	0,331	2200	63,40	37,9	3400	107,2	284,0
1000	24.90	0,602	2300	66,85	46,8	3500	111,1	325,0
1100	28,10	1,030	2400	70,38	57,3	3600	115,0	371,0
1200	31,96	1,67	2500	73,83	69,2	3655	117,1	399,4
1300	34,10	2,58						

reinsten Materials neu gemessen worden. Seine Ergebnisse zeigt die Zahlentafel, die in Abhängigkeit von der absoluten Temperatur den spezifischen Widerstand ϱ in $\Omega \cdot$cm und die Strahlung von 1 cm² der Oberfläche in Watt angibt.
(H. A. Jones, Phys. Rev. Bd. 28, S. 202.) *Br.*

Neue Kunstgriffe in der Vakuumtechnik. — Das Abschmelzen von hochevakuierten Rezipienten verschlechtert das Vakuum, da beim Schmelzprozeß eine durch die fortschreitend erhöhte Erhitzung ständig wachsende Gasmenge aus dem Innern des Glases ins Vakuum gelangt. Nach M. Anna Schirmann läßt sich das Eindringen von Gasresten beim „Abstechen" vermeiden, wenn die Abschmelzstelle in geeigneter Weise angeordnet wird. Man muß dafür sorgen, daß die beim Abstechen entstehenden Gase nicht ins Vakuum treten, sondern von der Pumpe abgesaugt werden. Dazu ist erforderlich, daß der Strömungswiderstand zum Rezipienten größer ist als der Strömungswiderstand zur Pumpe. Die Abschmelzstelle darf sich also in dem Rezipient und Pumpe verbindenden Rohr nicht unmittelbar am Rezipienten befinden, sondern vielmehr dicht an der Pumpe. Abb. 9 zeigt einige Anordnungen, die für die praktische Ausführung in Frage kommen. Soll ein extremes Hochvakuum abgeschlossen werden, so muß das Verbindungsrohr zur Pumpe weit sein und bietet zu kleinen Strömungswiderstand. Es muß dann durch Erhitzen und Ausziehen zunächst verengt werden, wobei

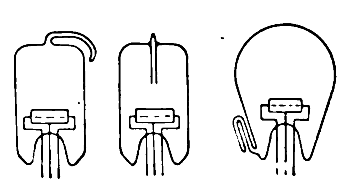
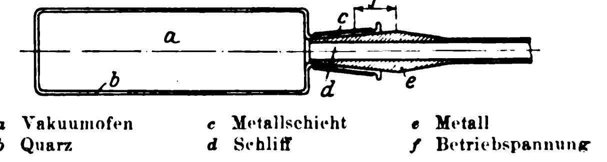


Abb. 9. Praktische Anordnungen der Abschmelzstelle.

der Rezipient durch Erhitzen, Elektronen- oder Ionenbombardement noch kräftig entgast wird, um durch Überdruck im Rezipienten das beim Erhitzen des Verbindungsrohres frei werdende Gas am Einströmen in den Rezipienten zu verhindern. Bei fortschreitender Verengung wird mit der Entgasung nachgelassen und schließlich ganz aufgehört. Das eigentliche Abstechen erfordert dann keine besondere Sorgfalt mehr. Dieselbe Verfasserin gibt einen schmiermittelfreien und ohne Quecksilber und Öl gedichteten Vakuumhahn an. Es wird bei ihm die elektrische Anziehung nach Johnsen-Rahbek benutzt. Abb. 10 gibt eine Ausführungsform. Ein Vakuum-



a Vakuumofen *c* Metallschicht *e* Metall
b Quarz *d* Schliff *f* Betriebspannung

Abb. 10. Schmier- und dichtungsmittelfreier Vakuumhahn.

ofen aus hocherhitzbarem Isolierstoff, z. B. aus einem Halbleiter, soll durch einen Schliff **d** an eine Metallvakuumpumpe angesetzt werden. Der metallische Pumpenansatz bildet gleich den Schliffkern: der Schliffmantel besteht aus dem Isoliermaterial des Vakuumofens, und die zweite Metallfläche wird durch auf den Schliffmantel aufgezogene Aluminiumfolie (*c*) hergestellt. Legt man an die beiden Metallteile Spannung, je nach den elektrischen Eigenschaften des Isolierstoffes Gleich- oder Wechselspannung, so preßt die auftretende elektrostatische Anziehung Mantel und Kern mit einer Kraft gegeneinander, die durch Änderung der angelegten Spannung geregelt werden kann. Der „elektrisch gedichtete" Vakuumhahn regelt sich selbsttätig einerseits gegen zu starke Pressung (Sprengung des Schliffmaterials), da dann die Übergangsschicht zwischen Kern und Mantel auf Null reduziert wird, und der Spannungszusammenbruch die anziehenden Kräfte aufhebt, anderseits gegen Lockerung, da diese durch die auftretende Übergangsschicht und die damit einsetzenden Anziehungskräfte sofort aufgehoben wird. Besonders bei höheren und sehr tiefen Temperaturen sind solche Hähne geschmierten bzw. mit Quecksilber und Öl gedichteten Hähnen an Sauberkeit und Dichtigkeit überlegen. Die Drehung der Hähne ist möglich durch geringes Nachlassen der angelegten Spannung. Je nach dem Sonderzweck ist die Ausführung der elektrischen Abdichtung in der verschiedensten Weise möglich, wie die Verfasserin an verschiedenen Beispielen zeigt. (M. Anna Schirmann, Phys. Z. Bd. 27, S. 659.) *Br.*

Energiewirtschaft.

Verbundwirtschaft für London und Südost-England. — Das zweite Projekt unter dem englischen Elektrizitätsgesetz betrifft das aus Abb. 1 ersichtliche Gebiet. Es umfaßt fast 23 000 km² und nach der letzten Volkschätzung 11,4 Mill. Einwohner. 165 Versorgungsunternehmungen, deren eine Anzahl im Besitz von Aktiengesellschaften neuerdings zu einem Konzern zusammengeschlossen worden ist, fallen in das Gebiet, wovon acht bereits Überlandversorgungsrechte besitzen. Im Jahre 1925/26 betrug die Energieerzeugung ab Generatoren 1,624 Mill. kWh und wird sich im Jahre 1933/34 schätzungsweise auf 3,727 Mill. kWh belaufen. Die Gesamtleistung im Gebiet betrug im Winter 1925 747 000 kW und dürfte 1933 1,52 Mill. kW ausmachen. Im wesentlichen sind bei diesem Projekt die gleichen Richtlinien befolgt worden wie für den in der ETZ schon beschriebenen schottischen Plan[1].

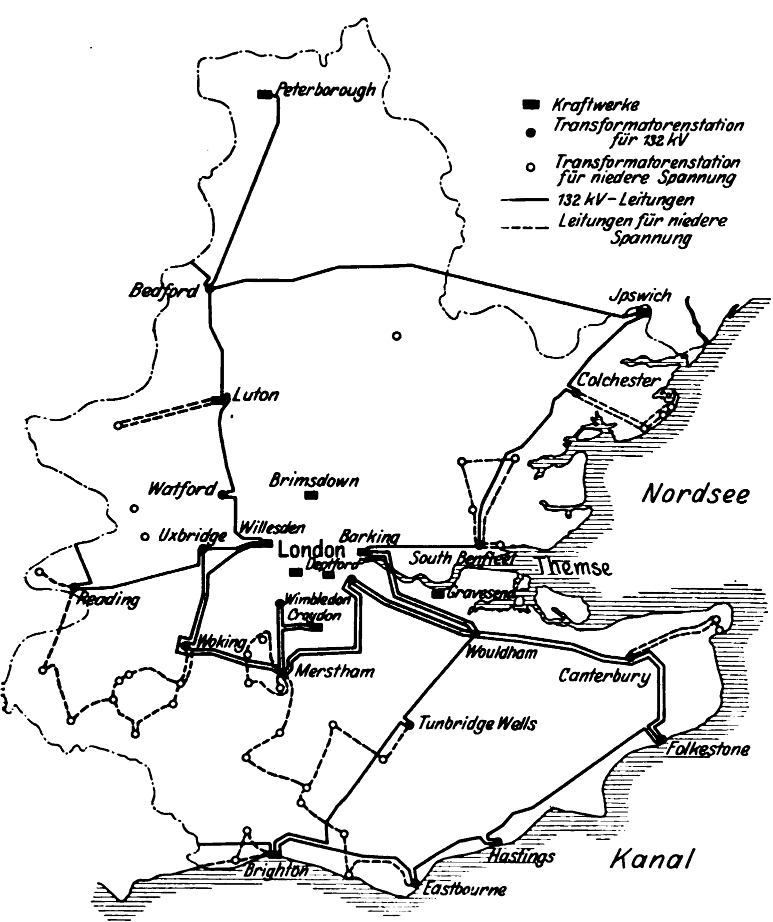


Abb. 11. Das für die Verbundwirtschaft bestimmte Gebiet Südost-Englands. (Bestehende Leitungen sowie die Kraftwerke und Leitungen im Londoner Stadtgebiet sind nicht eingetragen.)

Die 132 kV-Leitungen sowie die sich größtenteils an bestehende Netze anschließenden neu zu erbauenden Leitungen niedrigerer Spannung sind in Abb. 1 angegeben[2]. Zudem wird ein Kabelsystem innerhalb Londons benötigt, dessen Spannung der des bestehenden, der London Electric Power Co. gehörigen Netzes von 22 kV entsprechen soll und somit zum größten Teil ebenfalls für diese Spannung disponiert werden wird. Für eine viel spätere Entwicklung, die etwa in das Jahr 1934 fallen dürfte, sind aber auch 132 kV-Kabel innerhalb des Londoner Stadtgebietes vorgesehen.

Die Gesamtausgaben für Leitungen und Transformatorenstationen werden auf 6,147 Mill. £ geschätzt. 32 Zentralen sollen sich im Jahre 1933/34 an der Energieerzeugung beteiligen; das sind fast alles bestehende Kraftwerke, die man teilweise weiter ausbauen will. Das größte davon ist **B a r k i n g** an der Themse, östlich von London; drei weitere werden sich schließlich mit Barking in den Hauptteil der Grundlast teilen, und zwar das jetzt im Bau befindliche Werk bei **D e p t f o r d** etwas östlich und zwei neu zu erbauende Werke westlich der City, nämlich bei **B a t t e r s e a** und **F u l h a m**. Alle drei werden ihr Kondensationswasser der Themse entnehmen, und ihre Lage ist gleichzeitig mit Rücksicht auf die Belastung gewählt. Das Battersea-Werk, das schließlich 360 000 kW ausgebaute Leistung haben soll, wird 200 000 kW innerhalb eines Radius von 3 km absetzen können.

Zur Zeit sind in dem in Rede stehenden Gebiet 135 Kraftwerke im Betrieb, die Durchführung des Projektes wird also das Stillegen von mehr als hundert dieser Anlagen zur Folge haben. Die Auswahl der zu betreibenden Werke ist teils aus wirtschaftlichen, teils aus geographischen Rücksichten getroffen worden. Bei weitem der größte Kraftbedarf entfällt auf London, und somit werden die meisten Kraftwerke sich in London befinden und die 132 kV-Leitungen weniger als ein Fünftel der ganzen erzeugten Energie zu übertragen haben. Es sollen 24 Transformatorenstationen an das Netz angeschlossen werden (meistens nur zwei dreiphasige Transformatorensätze, von denen einer als Reserve dienen wird). Die einzubauende Leistung schwankt zwischen 20 000 und 225 000 kVA.

Die Wirtschaftlichkeitszahlen sind um ein Geringes günstiger als die für Schottland. Wie dort soll das Zentralamt eine Steuer je Kilowattstunde von 0,0475 d (0,392 Pf) erheben, um alle Auslagen einschl. der Kapitalkosten und Stromverluste zu decken. Es zeigt sich, daß diese Steuer gut getragen werden kann und für das ganze Gebiet bereits im dritten Betriebsjahr noch eine jährliche Ersparnis von rd. 1,5 Mill. £ ergeben wird. Dabei ist angenommen, daß für das gesamte Gebiet eine Reserveleistung von etwa 12 % genügen wird, wohingegen man ohne Verbundwirtschaft erfahrungsgemäß im Durchschnitt der großen und kleinen Werke mit nicht weniger als 50 % auskommt.

R. O. K.

„Industrielle Energiequellen." — Die starken Kräfteverschiebungen zwischen den einzelnen Erdteilen und Ländern auf den verschiedensten Gebieten der Weltwirtschaft gegenüber der Vorkriegszeit haben die **D r e s d n e r B a n k** 1927 veranlaßt, eine umfangreiche, sehr schön gedruckte Schrift „**D i e w i r t s c h a f t l i c h e n K r ä f t e d e r W e l t**" herauszugeben, die, z. T. auf noch nicht veröffentlichtem Material fußend, u. a. einen Abschnitt „Industrielle Energiequellen" enthält[1]. Er behandelt Kohle, Erdöl und die **W a s s e r k r ä f t e**. Was letztere betrifft, so seien hier zunächst die Hauptzahlen einer Übersicht wiedergegeben, die allerdings, wie jede ihrer Art, da sie zum erheblichen Teil auf Schätzungen beruht, nur dementsprechend bewertet werden darf:

Erdteile	vorhanden		ausgenützt		
	Mill. PS	% der Welt	Mill. PS	% der Welt	% der vorhand. PS
Europa	58,2	11,7	12,0	39,6	21,0
Amerika	120,1	24,1	14,4	47,7	12,0
Asien	123,1	24,7	3,6	11,9	3,0
Afrika	190,0	38,2	0,02	0,1	0,01
Australien	6,5	1,3	0,2	0,7	3,0
Welt	497,9	100	30,2	100	6,0

Für Deutschland ist z. B. die vorhandene Leistung nach Schätzung der Weltkraftkonferenz bzw. des U. S. Geological Survey mit 2 Mill. PS eingesetzt, während von heimischer Seite viel größere Beträge genannt werden; infolgedessen erscheint auch der Ausnutzungsfaktor (55 % bei einer zudem als überholt bezeichneten Verwertung von 1,1 Mill. PS) zu hoch. Auf das europäische Rußland entfallen nach den Angaben der Bank 2, auf Sibirien 51 Mill. PS vorhandene Wasserkräfte; die UdSSR. zählt dort aber rd. 22 und für den asiatischen Teil 41 Mill. PS. Um nun zwischen der Wasserkraft, **K o h l e** und **E r d ö l**

[1] ETZ 1927, S. 1558.
[2] Der Plan ist inzwischen in Einzelheiten abgeändert worden.

[1] Ein Abschnitt „Elektrotechnische Industrie" bringt hauptsächlich die vom Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie für die Internationale Wirtschaftskonferenz in Genf zusammengestellten Zahlen, die in der ETZ 1927, S. 391 ff., mitgeteilt worden sind.



einen Vergleich durchführen zu können, rechnet die Bank die durch erstere gewonnene bzw. gewinnbare Energie derart in ersparte Kohle um, daß sie für die Wasserkräfte eine mittlere jährliche Ausnutzbarkeit von 6000 h annimmt und 1 kWh aus Wasserkraft = 1 kg Steinkohle setzt. Das ergibt nachstehendes Bild, dem natürlich auch die Mängel der Schätzung anhaften. Die volle Verwertung aller Wasserkräfte der Welt würde danach im Jahr eine Kohlenersparnis von nahezu 2000 Mill. t ermöglichen, d. s. 135 % der 1925 gewonnenen Kohlen- und in solche umgerechneten Erdölmenge:

Gebiete	Heutige jährliche Gewinnung in Mill. t und in % der Welt								Verfügbare Vorräte in Mill. t und in % der Welt					
	1925 geförderte Steinkohle und Braunkohle (diese in Steinkohle umgerechnet)		1925 gefördertes Erdöl in Steinkohle umgerechnet		Ausgenutzte Wasserkräfte in ersparte Kohle je Jahr umgerechnet		Gesamte 1925 geförderte Energiestoffe[1] in Steinkohle umgerechnet		Steinkohlen- und Braunkohlenvorräte (diese in Steinkohle umgerechnet)		Erdölvorräte in Steinkohle umgerechnet		Jährl. Leistungsfähigk. der vorhand. Wasserkräfte in ersparbare Kohle umgerechnet	
	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%	t	%
Deutsches Reich	163,7	13,3	—	—	4,4	3,7	168,1	10,6	240 715	4,3	—	—	8,0	0,4
Großbritannien	247,1	20,0	—	—	1,0	0,9	248,1	15,6	189 533	3,4	—	—	3,4	0,1
Frankreich	47,3	3,8	—	—	8,4	6,9	55,7	3,5	32 406	0,6	—	—	32,0	1,6
Rußland (europ.)	14,1	1,1	11,8	5,0	0,4	0,3	26,3	1,7	57 115	1,0	1571,4	15,8	8,0	0,4
Übriges Europa	113,0	9,2	5,2	2,2	33,6	27,8	151,8	9,5	255 408	4,5	262,4	2,6	181,2	9,2
Europa	585,2	47,4	17,0	7,2	47,8	39,6	650,0	40,9	775 177	13,8	1833,8	18,4	232,6	11,7
Vereinigte Staaten	530,8	43,0	164,4	70,3	40,0	33,1	735,2	46,3	2735 527	48,6	1618,6	16,3	140,0	7,0
Kanada	9,3	0,7	—	—	12,8	10,6	22,1	1,4	667 095	11,9	223,1	2,3	104,0	5,2
Mexiko	—	—	27,0	11,5	2,0	1,7	29,0	1,8	—	—	1045,0	10,5	24,0	1,2
Übriges Amerika	2,2	0,2	9,6	4,2	2,9	2,4	14,7	0,9	32 580	0,5	2175,0	21,9	212,4	10,7
Amerika	542,3	43,9	201,0	86,0	57,7	47,8	801,0	50,4	3435 202	61,0	5061,7	51,0	480,4	24,1
China	20,0	1,6	—	—	—	—	20,0	1,3	995 228	17,7	308,6	3,1	80,0	4,0
Japan	29,2	2,4	—	—	12,0	10,0	41,2	2,6	7 570	0,1	277,2	2,8	56,0	2,9
Britisch-Indien	20,2	1,6	2,8	1,2	1,6	1,3	24,6	1,5	77 445	1,4	} 927,1	9,3	29,6	1,5
Niederländisch-Indien	—	—	4,7	2,0	0,3	0,2	5,0	0,3	—	—			60,0	3,0
Sibirien	2,3	0,2	—	—	0,4	0,3	2,7	0,2	109 388	2,0	—	—	204,0	10,2
Übriges Asien	—	—	7,9	3,4	—	—	7,9	0,5	23 068	0,4	1312,4	13,2	62,8	3,1
Asien	71,7	5,8	15,4	6,6	14,3	11,8	101,4	6,4	1212 699	21,6	2825,3	28,4	492,4	24,7
Australien	18,7	1,5	—	—	0,8	0,7	19,5	1,2	148 709	2,6	—	—	26,0	1,3
Afrika	17,1	1,4	0,3	0,2	0,1	0,1	17,5	1,1	57 229	1,0	213,7	2,2	760,0	38,2
Welt	1235,0	100	233,7	100	120,7	100	1589,4	100	5629 016	100	9934,5	100	1991,4	100

[1] Einschl. Wasserkraftausnutzung.

Kurze Auslandsnachrichten. — Rumänien. In nächster Zeit soll das Banat elektrisiert werden. Die Banater Bergbau A. G. in Ruszkabánya hat mit der belgischen Société de l'Électricité et de Traction in Brüssel, hinter der die Société Générale de Belgique steht, einen Vertrag geschlossen, der ihr das für die Errichtung eines Kraftwerks (15 000 kW) wie anderer moderner Betriebe notwendige Kapital sichert. Das erste Hochspannungsnetz, das für 100 kV projektiert sein soll, wird Ruszkabánya mit Karánsebes, Lugos, Temesvár und Arad verbinden. In Bukarest ist unter der Firma „Jalomita" A. G. mit 18 Mill. Lei unter Beteiligung der dortigen Brown, Boveri-Gesellschaft, der Elektrizitäts-A. G. und der Rumänischen Kommerzialbank ein neues Unternehmen gegründet worden, das elektrische Anlagen errichten, bestehende pachten und betreiben wird. — Tschechoslowakei. Man berichtet die Gründung einer A. G. der Ostslowakischen Elektrizitätsbetriebe, deren Zentrale sich in Kaschau mit einer Filiale in Prešov befindet. Zu dem Aktienkapital von 5,5 Mill. Kč tragen der Staat und die Kaschauer städtischen Unternehmungen je 2, das Elektrizitätswerk Prešov 1 Mill. Kč bei. — Ungarn. Die Ungarische Vaterländische Bank hat mit dem technischen Unternehmen Tuchnolawis die Elektrolawis Stromlieferungs-A. G. gegründet, die z. Z. ein Überlandnetz für 41 Gemeinden baut und hauptsächlich die Komitate Baranya und Somogy mit elektrischer Arbeit versorgen soll. *P. P.*

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

XXXIII. Jahresversammlung des VDE in Berlin vom 17. bis 19. Juni 1928.

Zeitplan:

Sonntag, den 17. VI.:

11 Uhr: Vorstandsitzung im Grashofzimmer des VdI,
15½ „ Ausschußsitzung im gr. Sitzungsaal des VdI.

Montag, den 18. VI.:

9 Uhr: I. Verbandsversammlung.

1. Eröffnungsansprache des Vorsitzenden,
2. Begrüßungen.
3. Vortrag des Herrn Reichsbahndirektor Wechmann-Berlin: Die Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen",
4. Geschäftliches:

   a) Auszug aus dem Bericht des Generalsekretärs über die Arbeiten des VDE seit der letzten Jahresversammlung (der ausführliche Bericht erscheint vor der Jahresversammlung in der ETZ),
   b) Anträge,
   c) Satzungsänderungen,
   d) Wahlen zum Vorstand und Ausschuß,
   e) Ortsbestimmung der nächsten Jahresversammlung.

15 Uhr: Fachberichte und Besichtigungen.

Dienstag, den 19. VI.:

9 Uhr: II. Verbandsversammlung.



Vorträge:

1. Geh. Rat Prof. Dr.-Ing. E. h. Reichel über: „Die Gleichstromversorgung der Reichsbahn, insbesondere durch Gleichrichteranlagen",
2. Direktor Prof. Dr.-Ing. E. h. Petersen über: „Wechselstromversorgung der Reichsbahn unter Berücksichtigung der Netzkuppelung".

15 Uhr: Fachberichte und Besichtigungen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Vorsitzende: M. Krone. Der Generalsekretär: P. Schirp.

Kommission für Freileitungen.

Nachdem bereits von dem Reichspostministerium und der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Vorschriften für die Kreuzung von Anlagen dieser Behörden durch fremde Starkstromleitungen herausgegeben sind, ist jetzt auch ein Abschluß der seit mehreren Jahren durchberatenen

Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen W.K.V./1927

erzielt, so daß diese Vorschriften nachstehend bekanntgegeben werden können.

Bei der nachstehenden Wiedergabe hat sich der VDE auf die „Allgemeinen Bedingungen", die „Vorläufigen technischen Vorschriften" und die „Besonderen Bedingungen für die Berechnung, Herstellung, Lieferung und Aufstellung von Eisenbetonmasten" beschränkt. Weitere Bestandteile dieser Vorschriften bilden noch ein Muster der Genehmigungsurkunde und ein Verzeichnis der Reichswasserstraßen, bei deren Kreuzung eine bruchsichere Aufhängung erforderlich ist.

Die hier nicht mit wiedergegebenen Teile dieser Vorschriften können durch Carl Heymanns Verlag, Berlin W 8, Mauerstraße 44, bezogen werden.

Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen W.K.V./1927.

Gültig ab 30. Dezember 1927.

Erlaß des Reichsverkehrsministers auf Grund gemeinsamer Beratungen des Reichsverkehrsministeriums und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

I. Allgemeine Bedingungen.

§ 1. Grundsatz.

Die Anlagen sind nach Maßgabe der nachfolgenden Vorschriften und nach den jeweiligen Angaben der Reichswasserstraßenverwaltung von dem Unternehmer auf seine Kosten und Gefahr herzustellen und in ordnungsmäßigem Zustande zu erhalten.

§ 2. Unterlagen für die Genehmigung.

1. Die Genehmigung wird durch die in der Ortsinstanz zuständige Behörde (Wasserbauamt) erteilt. Ihr sind durch Vermittlung der von den Ländern benannten Behörden[1], in deren Gebiet die Kreuzung beginnt, folgende Unterlagen in zwei Ausfertigungen, von denen eine mit der Genehmigung zurückfolgt, vorzulegen:

a) Angaben über Stromart und Spannung sowie über Anzahl, Querschnitt und Baustoff der Leitungen; Erläuterungen über die Anordnung der Leitungsanlagen;

b) einen Übersichtsplan der Hauptlinienführung der Gesamtanlage;

c) einen Lageplan mit dem Maßstabe möglichst 1 : 1000, in dem die geplanten Starkstromanlagen mit Maststandorten in roter Farbe eingetragen sind. Vorhandene Stark- und Schwachstromleitungen im Bereiche von 50 m zu beiden Seiten der geplanten Leitung sind mit Gestänge und Angabe der Höhenlage in anderen Farben darzustellen. Die Eigentümer dieser benachbarten Leitungen, Anzahl der letzteren sowie Stromart und Spannung sind anzugeben;

d) einen Aufriß in mindestens 1 : 500 mit eingeschriebenen Maßen längs der geplanten Leitung, aus dem ihre Lage zum Wasserlauf sowie etwa gekreuzten Stark- und Schwachstromleitungen ersichtlich ist;

e) Nachweis der Festigkeit und Standsicherheit der Leitungsanlagen unter Angabe der Durchhangsverhältnisse im Kreuzungsfelde und in den benachbarten Feldern für Temperaturen zwischen $-20\,^\circ$C und $+40\,^\circ$C von $10\,^\circ$ zu $10\,^\circ$ sowie für $-5\,^\circ$C und Zusatzlast nach den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Angaben über Vergrößerung des Durchhanges bei den in § 17 (3), Abs. 2 und den vorläufigen technischen Vorschriften erwähnten Fällen;

f) Maßzeichnungen der Maste mit Fundamenten (unter Angabe der Bodenverhältnisse), der Querträger, Stützen, Isolatoren, Befestigungen für Leitung- und Tragseile, Schutzvorrichtungen und sonstigen Ausführungsteile in ausreichendem Maßstabe.

2. Die Festigkeitsberechnungen können in Listenform eingereicht werden[2]. Die zur Herstellung der Pläne erforderlichen Unterlagen werden auf Ersuchen von der Reichswasserstraßenverwaltung gegen Erstattung der Kosten abgegeben.

Auf Anfordern sind bis zu drei weitere Ausfertigungen unentgeltlich zu liefern, falls sie aus besonderen Gründen erforderlich sind.

§ 3. Bauausführung.

1. Die Vornahme von Ausführungsarbeiten bedarf vor ihrer Inangriffnahme einer besonderen Anzeige an die zuständige, von den Ländern benannte Behörde. Arbeiten auf Grundstücken der Reichswasserstraßenverwaltung können nach dem Ermessen der Reichswasserstraßenverwaltung von dieser selbst auf Kosten des Unternehmers bewirkt werden.

2. Die Genehmigung zu dringenden Teilausführungen einer Anlage, die für den ungestörten Fortgang der Bauarbeiten erforderlich sind, soll möglichst schon vor endgültiger Genehmigung der Gesamtanlage erteilt werden, wenn die Ausführungsart der Teilausführung und die Gesamtanordnung der Anlage feststehen.

§ 4. Inbetriebnahme.

1. Die beabsichtigte Inbetriebnahme der Anlage ist der Reichswasserstraßenverwaltung 10 Werktage vorher schriftlich mitzuteilen. Sie darf erst erfolgen, wenn die Reichswasserstraßenverwaltung ihr zugestimmt hat. Diese hat sich hierüber innerhalb einer Frist von 7 Tagen vom Eingang der Mitteilung an bei ihr zu erklären.

2. Die Reichswasserstraßenverwaltung hat das Recht, bevor die Anlage unter Spannung gesetzt wird, sie an Ort und Stelle daraufhin zu prüfen, daß die Anlage in allen Teilen nach den genehmigten Zeichnungen, Berechnungen und Bedingungen ausgeführt wurde und daß insbesondere der Durchhang der Leitungen im Kreuzungsfelde und in den benachbarten Feldern der zur Zeit herrschenden Temperatur entspricht. Die Verwaltung wird dem Unternehmer den Tag der Prüfung mitteilen. Zu dieser Prüfung hat der Unternehmer die nötigen Arbeitskräfte und Hilfsmittel zu stellen. Der Unternehmer ist verpflichtet, der Reichswasserstraßenverwaltung alle durch die Vornahme der Prüfung entstehenden Kosten zu erstatten.

3. Ist die Prüfung der Anlage innerhalb der in Abs. 1 genannten 10 Werktage nicht möglich, so werden die entgegenstehenden Hindernisse (Bauarbeiten, Hochwasser o. dgl.) dem Unternehmer bekanntgegeben werden. Sobald diese Hindernisse beseitigt sind, wird die Reichswasserstraßenverwaltung die Prüfung vornehmen. Kann die Prüfung ohne Verschulden des Unternehmers nicht rechtzeitig vorgenommen werden, so soll die Inbetriebnahme der Anlage nicht verzögert werden. In solchen Fällen kann die Prüfung der Anlage nachträglich vorgenommen werden.

---

[1] In Preußen: Die Regierungspräsidenten.
„ Bayern: Die Bezirksverwaltungsbehörden.
„ Sachsen: Die Amtshauptmannschaften.
„ Württemberg: Die Neckarbaudirektion in Stuttgart.
„ Baden: Die Bezirksämter.
„ Hessen: Die Wasserbauämter Worms und Mainz (unmittelbar).
„ Hamburg: Das Schiffahrtsamt Cuxhaven bzw. das Wasserstraßenamt Hamburg (unmittelbar).
„ Mecklenburg-Schwerin: Das Ministerium des Innern.
„ Oldenburg: Die oldenburgischen Ämter.
„ Braunschweig: Die Kreisdirektionen.
„ Anhalt: Die Regierung, Abteilung des Innern.
„ Bremen: Die Polizeidirektion Bremen.
„ Lippe: Die Regierung, Bauabteilung.
„ Mecklenburg-Strelitz: Das Tiefbauamt II in Neustrelitz.
„ Lübeck: Das Polizeiamt in Lübeck bzw. der Landrat in Lauenburg.

[2] Als Anhalt für die Berechnungen können die Beispiele dienen in den vom Reichspostministerium herausgegebenen „Vorschriften für die bruchsichere Führung von Hochspannungsfreileitungen über Postleitungen."



4. Falls sich bei der Prüfung Abweichungen von der genehmigten Unterlage oder Mängel in der Herstellung zeigen, die von der Reichswasserstraßenverwaltung als gefährlich für die Schiffahrt angesehen werden, so ist der Unternehmer verpflichtet, diese abzustellen, bevor die Anlage unter Spannung gesetzt wird. Andere Mängel sind zu beseitigen, sobald dieses ohne erhebliche Störung des Starkstrombetriebes durchführbar ist.

5. Die zur Prüfung der Anlage etwa erforderliche Erlaubnis zum Betreten von Nachbargrundstücken hat der Unternehmer einzuholen.

§ 5. Unterhaltung.

1. Bei Unterhaltungsarbeiten, die die Vorflut oder die Schiffahrt beeinträchtigen oder gefährden können, hat der Unternehmer zuvor die Genehmigung der Reichswasserstraßenverwaltung einzuholen und dieser vor Beginn der Arbeiten rechtzeitig Anzeige zu erstatten.

2. Alle oberirdischen Starkstromanlagen sollen mindestens alle drei Jahre auf ihren ordnungsmäßigen Zustand geprüft werden. Der Zeitpunkt der Prüfung ist der Verwaltung so rechtzeitig bekanntzugeben, daß sie einen Beamten hierzu abordnen kann.

3. Das Ergebnis dieser wiederkehrenden Prüfungen hat der Unternehmer in das Prüfungsbuch einzutragen, das er für seine Leitungsanlage führt, und von dem bei der Prüfung anwesenden Beamten der Reichswasserstraßenverwaltung bestätigen zu lassen. Der Reichswasserstraßenverwaltung ist Einsicht in die Prüfungsbücher zu gestatten.

4. Werden die Anlagen nach Ansicht der Reichswasserstraßenverwaltung nicht ordnungsgemäß unterhalten, so wird diese die Genehmigung widerrufen oder die erforderlichen Arbeiten auf Kosten des Unternehmers nach Ablauf einer gestellten angemessenen Frist ausführen lassen. Dem Unternehmer wird vor erfolgendem Widerruf eine angemessene Frist zur Ausführung der Arbeiten gesetzt werden.

5. Mängel sind unverzüglich abzustellen. Ist dieses nicht möglich, so ist umgehend der Reichswasserstraßenverwaltung Mitteilung zu machen.

§ 6. Abschaltung.

1. Falls die Starkstromanlage nach Ermessen der Reichswasserstraßenverwaltung die Wasserstraße und deren Anlagen oder die Schiffahrt gefährdet oder so stört, daß schwerwiegende Unzuträglichkeiten dadurch entstehen könnten, muß sie auf Anfordern der Verwaltung, ohne Anspruch auf Entschädigung, so lange abgeschaltet werden, bis die Störung oder Gefährdung beseitigt ist. Gleiches hat zu geschehen, falls die Unterhaltung der Wasserstraße nach dem Dafürhalten der Reichswasserstraßenverwaltung unzulässig erschwert wird.

2. Werden durch die Abschaltung wichtige Interessen der Landeselektrizitätsversorgung betroffen, so wird sie nur im Benehmen mit der zuständigen Landesbehörde verlangt werden.

§ 7. Änderungen.

1. Zu einer Abänderung, insbesondere zu einer Ergänzung oder Erweiterung der Anlage ist der Unternehmer nur auf Grund einer besonderen, von der Reichswasserstraßenverwaltung zu erteilenden Erlaubnis berechtigt. Die Genehmigung zur Änderung kann nur aus sachlichen, in der Wasserstraße als solcher liegenden Gründen versagt werden.

2. Änderungen der Anlage, die infolge von Änderungen, Erweiterungen oder Instandhaltungen der Wasserstraße erforderlich werden, sind nach den Bedürfnissen der Reichswasserstraßenverwaltung auszuführen, ohne daß dem Unternehmer gegen die Reichswasserstraßenverwaltung ein Entschädigungsanspruch zusteht.

§ 8. Haftung.

1. Ungeachtet der Aufsicht und Prüfungen durch die Reichswasserstraßenverwaltung ist der Unternehmer für die sachgemäße Ausführung und Unterhaltung der Starkstromanlage allein verantwortlich.

2. Der Unternehmer hat der Verwaltung allen Schaden zu ersetzen, der ihr infolge der Herstellung des Betriebes oder des Bestehens der Anlage unmittelbar oder durch begründete Ansprüche Dritter entsteht, sofern nicht der Unternehmer beweist, daß der Schaden durch Verschulden der Reichswasserstraßenverwaltung verursacht worden ist.

3. Wenn die Anlagen durch die Unterhaltung oder Veränderung der Wasserstraße oder den Schiffahrtbetrieb beschädigt oder unbrauchbar werden, so steht dem Unternehmer ein Entschädigungsanspruch an die Reichswasserstraßenverwaltung nur dann zu, wenn diese ein Verschulden trifft. Ansprüche gegen Dritte bleiben unberührt.

§ 9. Kostenerstattung.

1. Der Unternehmer hat sämtliche Kosten zu tragen, die infolge der Herstellung, des Bestehens, der Änderung oder der Beseitigung der Starkstromanlage der Reichswasserstraßenverwaltung erwachsen. Hierzu gehören auch:

a) die Kosten für Unterhaltungsarbeiten, Ergänzungen oder Veränderungen der Wasserstraße, die wegen des Bestehens der Starkstromanlagen erforderlich werden, auch wenn sie erst später entstehen. Derartige Ergänzungen gehen entschädigungslos in das Eigentum der Reichswasserstraßenverwaltung über,
b) die Kosten für Unterhaltungsarbeiten, Ergänzungen oder Veränderungen der Starkstromanlagen, die wegen Unterhaltungsarbeiten, Ergänzungen oder Veränderungen an der Wasserstraße entstehen,
c) die Kosten für die nach § 4, Ziffer 2 vorzunehmenden und die nach § 5, Ziffer 2 regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen. Für diese Prüfungen sind die den Beamten der Reichswasserstraßenverwaltung zustehenden Tage- und Übernachtungsgelder sowie die Fahrkosten nach den jeweils gültigen Bestimmungen zuzüglich eines Verwaltungskostenzuschlages von 100 % zu den Tage- und Übernachtungsgeldern zu entrichten.

2. Die Kostenerstattung hat innerhalb 14 Tagen nach Vorlage der Rechnung zu erfolgen.

§ 10. Anerkennungsgebühr.

1. Für die Gestattung der Kreuzung des Wasserlaufes hat der Unternehmer eine jährliche Anerkennungsgebühr von 5 RM an die Reichswasserstraßenverwaltung zu zahlen. Mehrere über- oder nebeneinanderliegende, dem gleichen Zwecke dienende Freileitungen oder Kabel werden einfach gerechnet, sofern sie an ein und demselben Gestänge befestigt oder in einer Röhre oder in einem Graben verlegt sind.

2. Die Anerkennungsgebühr ist erstmalig sofort nach Erteilung der Genehmigung für das laufende Rechnungsjahr, später jeweils am 1. April im voraus zu zahlen. Beim Erlöschen der Genehmigung (§ 11) werden bereits gezahlte Gebühren nicht zurückerstattet.

3. Soweit für die Anlage — z. B. zum Aufstellen der Trag- oder Schutzvorrichtung — Gelände der Reichswasserstraßenverwaltung benutzt werden muß, bleibt der Abschluß besonderer Pacht- oder Mietverträge darüber vorbehalten. Die in diesem Falle zu leistende Entschädigung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen.

4. Soll ein Umspannwerk oder dergleichen auf Gelände der Reichswasserstraßenverwaltung errichtet werden, so bleibt für den einzelnen Fall besondere Vereinbarung vorbehalten.

§ 11. Übertragung, Widerruf.

Die Genehmigung kann zugleich mit dem Unternehmen, dem die Anlage dient, auf einen anderen übertragen werden. Die Übertragung wird mit der Anzeige (durch eingeschriebenen Brief) an die für die Wasserstraße zuständige Landes- oder Provinzialbehörde dieser gegenüber wirksam. Die Genehmigung erlischt:

a) durch Widerruf, der von der für die Wasserstraße zuständigen Behörde — bei Starkstromanlagen für die allgemeine Elektrizitätswirtschaft nur nach Benehmen mit der zuständigen Landeszentralbehörde mit Ermächtigung des Reichsverkehrsministeriums — ausgesprochen wird;
b) durch Verzicht, der vom Unternehmer gegenüber der für die Wasserstraße zuständigen Landes- oder Provinzialbehörde erklärt wird.

2. Aus dem Erlöschen der Genehmigung erwachsen dem Unternehmer keine Entschädigungsansprüche. Der Unternehmer hat auf Verlangen der Reichswasserstraßenverwaltung binnen der von ihr gestellten Frist unter Beachtung der von ihr getroffenen Anordnungen den früheren Zustand wieder herzustellen, widrigenfalls die Arbeiten auf Kosten des Unternehmers durch die Verwaltung ausgeführt werden, die dabei über Umfang und Art der Ausführungen entscheidet.

§ 12. Genehmigung.

Da die Genehmigung nur die Zustimmung des Reiches als Eigentümer der Wasserstraße umfaßt, wird den nach den Landesrechten für die Kreuzung erforderlichen polizeilichen Genehmigungen nicht vorgegriffen.



Die in § 9, Ziffer 1c enthaltenen Vorschriften über die Kostenerstattung für Prüfungen gelten nur, soweit nicht die Kosten durch besondere Gebührenordnungen der Länder für die polizeilichen Genehmigungen abgegolten werden.

§ 13. Genehmigungsurkunde.

Dem Unternehmer wird eine Ausfertigung der Genehmigungsurkunde erteilt. (Vordruck siehe Anlage 1.)

Es bleibt vorbehalten, die privatrechtliche mit der polizeilichen Genehmigung zu verbinden und hierüber eine gemeinsame Urkunde auszufertigen.

§ 14. Stempelkosten.

Die Stempelkosten sind von dem Unternehmer zu tragen.

II. Allgemeine Bauvorschriften.

§ 15. Grundregeln.

1. Bei der Kreuzung von Reichswasserstraßen durch Starkstrom-Freileitungen ist zu unterscheiden zwischen „bruchsicherer Führung der Leitungen" und zwischen „Aufhängung der Leitungen mit erhöhter Sicherheit". Die Anforderungen für bruchsichere Führung von Leitungen befinden sich in den vorläufigen Vorschriften für die bruchsichere Führung von Hochspannungsleitungen über Reichswasserstraßen (siehe unten). Welche Vorkehrungen zu treffen sind, um eine Freileitung als mit erhöhter Sicherheit verlegt gelten zu lassen, ist in den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Abschnitt III, angegeben.

Für die Kreuzung der verkehrsreichen Reichswasserstraßen ist die bruchsichere Führung der Freileitungen unter Berücksichtigung der vorläufigen technischen Vorschriften erforderlich, während für die übrigen Wasserläufe die Aufhängung der Leitungen mit erhöhter Sicherheit genügt.

2. Die Starkstromanlagen müssen folgenden Bedingungen genügen:

a) sie dürfen den Bau, den Betrieb und die Unterhaltung der Wasserstraße nicht beeinträchtigen, bestehende Stark- und Schwachstromanlagen der Reichswasserstraßenverwaltung nicht gefährden oder durch Fernwirkung störend beeinflussen;

b) sie müssen sich in der Regel ohne Behinderung der Schiffahrt einbauen, unterhalten, ändern und ersetzen lassen. Bei Kreuzung elektrisch betriebener Treidelvorrichtungen und Bahnen ist zu beachten, daß die Fahr- und Speiseleitungen dauernd unter Spannung stehen;

c) sie müssen den jeweils gültigen Vorschriften, Normen und Leitsätzen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker[3] und den vorläufigen Vorschriften für die bruchsichere Führung von Hochspannungsleitungen über Reichswasserstraßen (siehe unten) entsprechen, soweit nicht abweichende Bestimmungen durch die vorliegenden Vorschriften getroffen sind.

3. Bei elektrisch betriebenen Treideleien und Bahnen sind die Erfordernisse dieser Betriebsart besonders zu berücksichtigen.

§ 16. Wahl der Kreuzungsstellen.

1. Wasserstraßen sowie zugehörende Leitungen sollen an möglichst wenig Stellen gekreuzt und das Gelände der Verwaltung soll so wenig wie möglich berührt werden. Oberirdische Kreuzungen von Häfen sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Die Kreuzung des Wasserlaufes soll möglichst im rechten Winkel stattfinden; hiervon kann abgewichen werden, wenn durch eine schräge Kreuzung der Linienzug ohne Nachteil der Reichswasserstraßenverwaltung verbessert wird.

2. Soweit technisch und wirtschaftlich zweckmäßig, sind zur Führung der Starkstromleitungen Über- oder Unterführungen zu benutzen.

§ 17. Schutz der Leitungen der Reichswasserstraßenverwaltung.

1. Die Starkstromleitungen sind in der Regel oberhalb der Leitungen der Reichswasserstraßenverwaltung zu verlegen. Bei der Führung der fremden Leitung ist Rücksicht darauf zu nehmen, daß noch Raum verbleibt, Leitungen für die Reichswasserstraße zu verlegen (z. B. Treidelei).

2. Bei Führung der Starkstromleitungen unterhalb der Leitungen der Reichswasserstraßenverwaltung ist dafür zu sorgen, daß diese Leitungen bei Drahtbruch geerdet werden und ihre Berührung mit den Starkstromleitungen verhindert wird.

3. Wenn die wagerechte Entfernung zwischen den Starkstrom-Freileitungen und den Leitungen der Reichswasserstraßenverwaltung so gering ist, daß beim Bruche einer Leitung eine Berührung der übrigen möglich wäre, muß dieses durch geeignete Schutzvorkehrungen verhindert werden.

4. Die Reichswasserstraßenverwaltung behält sich vor, ihre Leitungen nach Anhörung des Unternehmers erforderlichenfalls durch Einbau von Sicherungen, Isolierung von Drähten, Herstellung metallener Rückleitungen, Kabelungen und ähnliche Mittel auf Kosten des Unternehmers zu schützen oder die Leitung in geeigneter Weise umzubauen.

§ 18. Lichtraum und Leitungsabstände für oberirdische Leitungen.

1. Die Höhe, in der Starkstromleitungen über die Wasserläufe zu führen sind, ist in jedem Falle besonders zu bestimmen, und zwar so, daß der unterste Draht beim größten Durchhange mindestens 2,50 m über dem Punkt liegt, bis zu dem nach den wasserpolizeilichen Vorschriften die höchsten Maste der dort verkehrenden Schiffe bei dem höchsten schiffbaren Wasserstande reichen. An Stellen, an denen die Schiffsmaste an sich umgelegt werden, gilt beiderseitig (bei Wasserläufen mit nennenswerter Strömung nur stromabwärts) bis auf 50 m Entfernung als Durchfahrthöhe das um 2,50 m erhöhte Durchfahrtprofil, das aber mindestens 10 m Höhe betragen muß.

2. Alle Bauteile der Starkstromanlagen einschließlich der Leitungen müssen auch unter ungünstigsten Umständen folgende Mindestabstände von Anlagen der Reichswasserstraßenverwaltung haben:

a) von Freileitungen der Reichswasserstraßenverwaltung:
  α) in senkrechter Richtung 2 m; Ermäßigung auf 1 m ist zulässig, wenn keine der Leitungen Hochspannung führt,
  β) in wagerechter Richtung 1,25 m;

b) von Brücken und ähnlichen Bauwerken mindestens 1,50 m in allen Richtungen.
  Keinesfalls dürfen die Leitungen von den Bauwerken aus ohne besondere Hilfsmittel erreichbar sein;

c) von Kabeln 0,5 m.

3. Bei Kreuzung elektrisch betriebener Treideleien und Bahnen muß der geringste Abstand zwischen dem tiefsten Punkt der kreuzenden Leitungen und dem höchsten spannungführenden Teil der Treidel- und Bahnleitung an der Kreuzungsstelle mindestens 3 m betragen. Ist unter den kreuzenden Leitungen ein Prellseil oder Erdseil verlegt, so muß dieses ebenfalls 3 m Abstand von dem höchsten spannungführenden Teil der Treidel- und Bahnleitung an der Kreuzungsstelle haben. Bei Verwendung geerdeter Schutzbrücken kann der Abstand auf 1,5 m verringert werden.

Die angegebenen Abstände müssen bei + 40 ° C und — 5 ° C mit Zusatzlast nach den „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker auch dann gewahrt bleiben, wenn infolge eines Bruches im Nachbarfelde oder eines Teiles der Mehrfachaufhängung eine Vergrößerung des Durchhanges eintritt.

§ 19. Aufstellung der Maste.

Die Maste und Stützpunkte der Leitungen sind so aufzustellen, daß sie vom Hochwasser oder Eisgang nicht umgerissen werden können. Auch dürfen sie Uferabbrüche oder Auskolkungen im Überschwemmungsgebiet nicht veranlassen. Sie sind landseitig außerhalb des Leinpfades zu errichten. Die Ausübung des Leinzuges darf durch sie nicht behindert werden. Es ist Rücksicht darauf zu nehmen, daß mechanische Treidelei in Zukunft durchgeführt werden kann.

§ 20. Verlegungsart bei Kabeln.

1. Starkstromkabel sind mindestens 1 m unter der normalen oder der für spätere Bauausführungen als normal angenommenen Flußsohle zu verlegen und mit Kies oder Geröll in eine eigens für sie herzustellende Baggerrinne einzubetten. Bei Seewasserstraßen sind die Kabel min-

---

[3]) Hierzu gehören zur Zeit insbesondere:
1. die „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln", gültig ab 1. Juli 1924, angenommen durch die außerordentliche Ausschußsitzung am 30. August 1923;
2. die „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen", gültig ab 1. Oktober 1923;
3. die „Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen", gültig ab 1. Oktober 1925;
4. die „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen", gültig ab 1. Januar 1924.



destens 2 m unter der normalen oder geplanten Sohle zu verlegen.

2. Kabel unter den Leinpfaden müssen mit Eisenband umhüllt mindestens 0,80 m in den Boden eingebettet werden. Sie sind durch Kabelsteine oder sonst in gleichwertiger Weise zu schützen.

3. Sollen Kabel unter einen Kanal verlegt werden, so sind für den besonderen Fall besondere Vereinbarungen über die Verlegungsart zu treffen.

4. Die Lage des Starkstromkabels ist an beiden Ufern durch haltbare und für die Schiffer weithin sichtbare Tafeln zu bezeichnen.

5. Innerhalb des Geländes der Reichswasserstraßenverwaltung ist auf Verlangen der Verwaltung die Lage der Starkstromkabel durch Merksteine mit dem Zeichen H. K. für Hochspannungskabel und N. K. für Niederspannungskabel genau zu bezeichnen.

6. Der Abstand unterirdischer, nicht besonders geschützter Starkstromkabel von jeglichen Bauanlagen der Reichswasserstraßenverwaltung muß mindestens 0,80 m betragen. Eine Annäherung bis auf 0,25 m kann zugelassen werden, wenn die Kabel durch eiserne oder gleichwertige Rohre oder durch Kabeleisen, die nach beiden Seiten mindestens 1 m über die gefährdete Stelle hinausragen, gegen äußere Verletzungen geschützt werden.

7. Verlaufen fremde Starkstromkabel mit Kabeln der Verwaltung in einem seitlichen Abstande von weniger als 0,80 m nebeneinander, so müssen die fremden Starkstromkabel in Kanäle verlegt oder mit Hüllen aus Zement oder gleichwertigem, feuerbeständigen Baustoff versehen werden.

8. Unterirdische Starkstromkabel, die vorhandene Kabel kreuzen, sind an der Kreuzungsstelle unterhalb dieser Kabel in einem Abstande von mindestens 1 m über die Kreuzungsstelle hinaus in Kanälen oder Röhren aus Beton, Mauerwerk und dergleichen zu führen.

§ 21. Abweichung von den Bauvorschriften.

In besonders ungünstigen Fällen können weitergehende Schutzmaßnahmen verlangt werden als in den vorliegenden Bauvorschriften vorgesehen sind. Sofern zwischen der für die Verwaltung der Wasserstraße zuständigen Behörde und dem Unternehmer der Starkstromanlage hierüber eine Vereinbarung nicht zustande kommt, entscheidet der Reichsverkehrsminister.

Vorläufige Technische Vorschriften für die bruchsichere Führung der Starkstromleitungen über Reichswasserstraßen.

A. Baustoffe, Querschnitt und Festigkeit der Leitungen.

1. Als Baustoffe für die Leitungen sind im allgemeinen Kupfer, Bronze, Stahl mit Kupfer- oder Zink- und Bleiüberzug, Aluminium sowie Aluminium mit Stahlseele zulässig; Bronze mit einer höheren Festigkeit als 70 kg/mm² ist nicht zu verwenden.

2. Bei allen Kreuzungen, bei denen erfahrungsgemäß eine starke Wirkung von Rauchgasen zu erwarten ist, sowie in der Nähe von Kokereien, chemischen Industrien, Salinen u. dgl. werden für die Leitungen nur Kupfer und solche Baustoffe zugelassen, die sich bei den in Betracht kommenden chemischen Einwirkungen nicht ungünstiger als Kupfer verhalten.

3. Bei Hochspannungskreuzungen sind sowohl die spannungsführenden als auch die spannungsfreien Leitungen des Kreuzungsfeldes, bei Niederspannungskreuzungen wenigstens die spannungsführenden Leitungen als Seile auszuführen.

4. Die geringstzulässigen Querschnitte der Leitungen ergeben sich aus Nachstehendem:

a) Leitungen aus Bronze und Stahl bei einer Mindestfestigkeit von 70 kg/mm² und 5-facher Sicherheit:

für Spannweiten bis zu m	240	über 240
Mindestquerschnitte in mm²	25	35

b) Leitungen aus Kupfer bei einer Mindestfestigkeit von 40 kg/mm² und 5-facher Sicherheit:

für Spannweiten bis zu m . .	100	150	über 150
Mindestquerschnitte in mm² . .	25	35	50

c) Leitungen aus Aluminium bei einer Mindestfestigkeit von 18 kg/mm² und 5-facher Sicherheit:

für Spannweiten bis zu m	70	95	130	180	250	über 250
Mindestquerschnitte in mm²	50	70	95	120	150	185

d) für Stahlaluminiumleitungen:

für Spannweiten bis zu m .	100	150	250	über 250
Mindestquerschnitte in mm² .	50	70	95	120

e) für Leitungen, die chemischen Einflüssen ausgesetzt sind (vgl. Punkt 2), müssen für die unter a, b, c und d angegebenen Spannweiten je die nächsthöheren Querschnitte verwendet werden. Die Drahtstärke muß in diesem Falle mindestens 1,8 mm betragen.

5. a) Der Leitungsdurchhang ist so zu bemessen, daß die Seilspannung sowohl bei einer Temperatur von — 20 ° C ohne zusätzliche Belastung als auch bei einer Temperatur von — 5 ° C mit einer zusätzlichen Belastung durch Wind oder Eis die Hälfte der unter I c der „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" angegebenen Höchstspannungen nicht übersteigt.

b) Bei Verwendung von senkrecht hängenden Isolatorenketten wird eine größere Seilspannung zugelassen, wenn im Kreuzungsfeld ein größerer normaler Leitungsquerschnitt als in den Nachbarfeldern verwendet wird und außerdem die Bedingungen in Ziffer 4 erfüllt sind. Von der Verwendung eines größeren Leitungsquerschnittes kann abgesehen werden, wenn für das Kreuzungsfeld ein Baustoff gewählt wird, dessen Bruchfestigkeit mindestens 50 % größer als die Bruchfestigkeit des Baustoffes in den Nachbarfeldern ist.

6. Verbinder und Seilklemmen müssen so beschaffen sein, daß die Verbindungen bei Seilen aus normalen Baustoffen eine Festigkeit von mindestens dem 3,8-fachen, bei Seilen aus nicht normalen Baustoffen eine solche von mindestens dem 4,5-fachen des größten Zuges haben, der nach dem gewählten Durchhang im Leitungseil auftreten kann. Bei senkrecht hängenden Ketten braucht jedoch die Festigkeit der Seilklemmen nur das 3,8-fache bzw. 4,5-fache des nach dem Bruch des Seiles im Nachbarfeld auftretenden größten Seilzuges im Kreuzungsfeld zu betragen; bei durchgehenden Erdseilen muß die Befestigung das 3,8-fache bzw. 4,5-fache sowohl des Differenzzuges als auch des einseitigen Zuges im Kreuzungsfeld aushalten. In keinem Falle wird eine höhere Festigkeit als 90 % der Seilfestigkeit verlangt.

B. Befestigung der Leitungen.

1. Stützenisolatoren.

a) Auf Stützenisolatoren verlegte Leitungen sind im Kreuzungsfelde abzuspannen;

b) Hochspannungsleitungen sind an den Kreuzungsmasten an je zwei Stützenisolatoren abzuspannen;

c) Niederspannungsleitungen und Betriebsfernsprechleitungen am Hochspannungsgestänge sind entweder an je zwei Stützenisolatoren zu befestigen oder an einem Isolator abzuspannen, dessen Überschlagspannung mindestens doppelt so groß wie die der Isolatoren der gleichen Leitungen in den anschließenden Strecken sein muß. Werden in den anschließenden Strecken für die Niederspannungs- und Betriebsfernsprechleitungen Hochspannungsisolatoren verwendet, so genügt an der Kreuzungstelle 1-fache Aufhängung mit einer Isolatorenart, die bei Regen eine um 20 % höhere Überschlagspannung hat;

d) bei Hochspannung müssen im Kreuzungsfelde Isolatoren des nächsthöheren Types, als in den anschließenden Strecken für die gleichen Leitungen eingebaut sind, verwendet werden oder solche mit einer dieser Größe entsprechenden Überschlagsfestigkeit.

2. Kettenisolatoren.

a) An Kettenisolatoren verlegte Leitungen sind an den Kreuzungsmasten an je zwei Isolatorketten abzuspannen;

b) in Ausnahmefällen kann von der Abspannung der Leitungen im Kreuzungsfelde abgesehen werden; die Leitungen müssen jedoch an dem Querstück zwischen den beiden Hängeketten so befestigt werden, daß beim Reißen des Seiles im Nachbarfelde die Ketten als Abspannketten wirken. Hierfür müssen die Kettenisolatoren die erforderliche Festigkeit besitzen;

c) im Kreuzungsfelde müssen die Hängeketten je ein Glied mehr als die Hängeketten für die gleichen Leitungen in den anschließenden Strecken haben.

C. Baustoffe, Beanspruchung und Berechnung der Maste und Fundamente.

1. Als Baustoff für die Kreuzungsmaste ist im allgemeinen Flußstahl zu verwenden.



2. Holzmaste dürfen nur in Linien verwendet werden, die auch im übrigen mit Holzmasten ausgeführt sind.

Bei Hochspannungsanlagen sind sie nur bei gerader Leitungsführung zulässig und als A-Maste mit oder ohne besondere Erdfüße auszuführen.

Sie müssen fehlerfrei, von geradem Wuchs und in ihrer ganzen Länge nach einem als zuverlässig anerkannten Verfahren gegen Fäulnis geschützt sein. Die Stammenden der nicht mit Teeröl getränkten Maste ohne Mastfuß müssen vor ihrer Einstellung auf ¼ der ganzen Länge mit Karbolineum oder Teer angestrichen werden. Die Schnittflächen der abzuschrägenden Zopfenden der Maste sind 2-mal mit heißem Steinkohlenteer oder 1-mal mit heißem Steinkohlenteer unter Zusatz von Asphalt zu streichen.

3. Maste aus Eisenbeton, die nach den nachstehenden besonderen Bedingungen (vgl. Anlage 4) hergestellt sind, sind zulässig.

4. An Stelle von Masten können Transformatorenhäuser, Schalthäuser oder andere feuersichere Bauwerke als Stützpunkte benutzt werden. Durch Vorlegung der Bauzeichnungen und Berechnungen ist nachzuweisen, daß sich die Bauwerke nach ihrer Festigkeit für den angegebenen Zweck eignen. Auf den Nachweis der Standsicherheit der Gebäude wird verzichtet, wenn aus den Zeichnungen ohne weiteres zu ersehen ist, daß durch den Zug der Leitungen nur eine unwesentliche Mehrbelastung des Bauwerkes hervorgerufen wird.

5. Die Maste und Fundamente sind für den größten Leitungzug zu berechnen. Dieser wird ermittelt einmal unter der Annahme, daß sämtliche Leitungen unbeschädigt, das andere Mal unter der Voraussetzung, daß sämtliche Leitungen eines oder mehrerer, vom Kreuzungsmast abgehender Nachbarfelder gerissen sind. In beiden Fällen ist gleichzeitig der Winddruck auf Mast mit Kopfausrüstung in ungünstigster Richtung anzunehmen. Die Wirkung von Ankern und Streben ist bei der Berechnung der Maste nicht zu berücksichtigen.

6. Bei Verwendung von Tragketten gilt als größter Zug der nach dem Bruch sämtlicher Leitungen im Nachbarfeld auftretende rechnerisch nachzuweisende Zug der Leitungen im Kreuzungsfeld, mindestens jedoch 50 % des Höchstzuges in den Seilen vor dem Bruch.

7. Bei einer Wasserstraßenkreuzung brauchen die dem Ufer zunächststehenden Maste nicht als Kreuzungsmaste ausgebildet zu werden, wenn die Maste der Nachbarfelder als Kreuzungsmaste ausgebildet werden können. In einem solchen Falle können die dem Ufer zunächststehenden Maste bei gleichen Leitungzügen in den Teilfeldern als Tragemaste berechnet werden. In allen Fällen muß die Befestigung der Leitungen an den Zwischenmasten die gleiche elektrische Sicherheit wie an den Kreuzungsmasten haben.

8. Für die Beanspruchung und Berechnung der Maste gelten die „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen", II. Gestänge in der Fassung von 1927.

9. Die Beanspruchung des Holzes auf Zug, Druck und Biegung darf 110 kg/cm², auf Abscheren in der Faserrichtung bei Hartholz 15 kg/cm², sonst 10 kg/cm² nicht überschreiten. Die Knicksicherheit muß bei Annahme des Belastungsfalles 3 nach Euler 5-fach sein.

Besondere Bedingungen für die Berechnung, Herstellung, Lieferung und Aufstellung von Eisenbetonmasten bei Kreuzungen von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen.

1. Für Eisenbetonmaste gelten im allgemeinen die „Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen W.K.V./1927".

2. Eisenbetonmaste müssen fabrikmäßig von geschulten Arbeitern und aus anerkannt guten Baustoffen hergestellt werden.

3. Sie bleiben bei Verwendung normalen Zements zunächst mindestens 24 h in der Schalung, sind darauf 3 Wochen in feuchtem Sande, vor starkem Austrocknen und vor Frost geschützt zu lagern und dürfen vor insgesamt vierwöchiger Erhärtung nicht verladen und vor insgesamt sechswöchiger Erhärtung nicht mit den Leitungen belegt werden. Bei Verwendung hochwertigen Zements, der nach 3 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 2 Tage unter Wasser) in der Mischung 1 Gewichtsteil Zement + 3 Gewichtsteile Normensand + Wasser = 8 % der Gewichtsteile des trockenen Gemenges eine Druckfestigkeit von mindestens 250 kg/cm² und eine Zugfestigkeit von mindestens 25 kg/cm² hat, dürfen diese Fristen auf die Hälfte verkürzt werden.

4. Über jeden Eisenbetonmast ist ein Ursprungzeugnis einzureichen, das über folgende Punkte Auskunft geben muß:

a) Hersteller, Fertigungsnummer, Art der Herstellung, Tag der Herstellung, der Verladung und der Belegung mit den Leitungen;

b) Mischungsverhältnis des Betons, Art und Herkunft der Zuschlagstoffe, Druckfestigkeit der nach den Bestimmungen für Druckversuche, aufgestellt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton, erdfeucht gestampften Betonwürfel von 20 cm Seitenlänge nach 28-tägiger Erhärtung;

c) Eisensorte der Eiseneinlagen, Spannung an der Streck- und Bruchgrenze und Bruchdehnung der Eiseneinlagen;

d) Nachweis etwaiger Biegeversuche an Masten der Lieferung oder an anderen Masten gleicher Abmessungen.

5. Die Eisenbetonmaste sind ohne Berücksichtigung der Zugspannungen des Betons zu bemessen. Auf besonderes Verlangen sind die auftretenden Betonzugspannungen nachzuweisen.

6. Werden Doppelmaste verwendet, so sind sie durch kräftige Eisenbetonverbindungstücke so miteinander zu verbinden, daß sie gemeinsam wirken.

7. Für gestampfte Eisenbetonmaste und -querträger gelten im allgemeinen die amtlichen Bestimmungen für die Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton, aufgestellt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton; jedoch darf der Beton auf Druck mit $^1/_5$ der nach Ziffer 4 b nachzuweisenden Druckfestigkeit beansprucht werden.

8. Für Schleuderbetonmaste und geschleuderte Querträger gelten folgende besondere Bestimmungen:

a) Die Eiseneinlagen sind aus einer Längsbewehrung von Rundeisenstäben, die im allgemeinen auf einem Kreise gleichmäßig zu verteilen sind, und aus einer 3-fachen Spiraldrahtbewegung zu bilden. Eine ungleichmäßige Verteilung der Längseisen ist durch deutlich sichtbare und unverrückbare Marken, die auf der Achse des größten Trägheitsmomentes, also an den Stellen mit der geringsten Eisenbewehrung, anzubringen sind, kenntlich zu machen. Von den drei Spiralen sind zwei mit entgegengesetzter Windung außerhalb, die dritte innerhalb der Längseisen anzuordnen. Die Spiralen müssen mindestens 1 cm mit Beton überdeckt sein.

b) Die für Schleuderbetonmaste verwendeten Baustoffe (Beton und Eisen) dürfen überall mit Ausnahme der Stelle eines handgestampften Stoßes für die vorgeschriebene Belastung mit dem dritten Teil der im Ursprungzeugnis nachgewiesenen Bruchfestigkeit beansprucht werden. Für einen handgestampften Stoß darf die Beanspruchung nur den vierten Teil der nachgewiesenen Bruchfestigkeit betragen.

9. Für Eisenbetonmaste, die nach dem Rüttelverfahren hergestellt sind, gelten sinngemäß die unter 8 b gegebenen Bestimmungen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur außerordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 3. April 1928, 7½ Uhr abends in der Technischen Hochschule zu Berlin, E. B. Hörsaal Nr. 301.

I. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Georg J. Meyer über: „Feuer-, Schaltfeuer- und Glutsicherheit der Isolierstoffe".

Inhaltsangabe:

Errichtungsvorschriften und Arbeiten der Kommission für Isolierstoffe des VDE — Lichtbogen und Bunsenflamme. — Die normalen Betriebsbeanspruchungen und die Sicherheitsforderungen für Installationen. — Schaltfeuersicherheit, ihre Prüfung und Abstufung. — Glutsicherheit. — Empfindlichkeit gegen Kriechströme und Feuchtigkeit im Innern. — Amerikanische und deutsche Auffassung.

II. Technische Mitteilung des Herrn Dr. phil. Burstyn über: „Zur Theorie der Verluste in geschichteten Isolierstoffen".



Inhaltsangabe:
Glimmlicht im Innern des Materials als Ursache von Energieverlusten. Berechnung des Verlustwinkels. Vergleich mit Meßergebnissen.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarte beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingange Gastkarten bereitgehalten werden.

Eingeführte Gäste willkommen!

Nachsitzung im „Hotel am Tiergarten" in Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Besichtigung.

Am Dienstag, dem 10. April 1928, 11 Uhr vorm., findet eine

Besichtigung des neuen Druckhauses des Ullstein-Verlags in Berlin-Tempelhof, Berliner Str. 104/106,

statt.

Treffpunkt: Im Vestibül.

Verkehrsverbindungen: Straßenbahnlinien Nr. 96 u. 199.

Auch Damen können teilnehmen.

Der Ullstein-Verlag hat die Zahl der Teilnehmer auf 80 beschränkt. Die Beteiligung an der Besichtigung ist nur gegen Karten gestattet, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a, II, bis spätestens Sonnabend, den 7. April, mittags 1 Uhr, erhältlich sind.

Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Ordentliche Sitzung

am 28. Februar 1928 in der Technischen Hochschule zu Berlin.

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Der Vorsitzende teilt mit, daß 85 Neuanmeldungen eingegangen sind sowie daß der Bericht über die Jahresversammlung am 17. I. als angenommen gilt, da Einwendungen nicht erhoben worden sind.

In der Jahresversammlung sind die Herren Blanc und Lux zu Rechnungsprüfern gewählt worden. Nach der Satzung haben die Rechnungsprüfer über das Ergebnis der Prüfung zu berichten. Den Bericht erstattet:

Herr **Blanc:** „Ich habe auftragsgemäß mit Herrn Lux die Kasse einer Prüfung unterzogen. Wir haben die Übereinstimmung mit dem in der ETZ veröffentlichten Bilanzbericht festgestellt und haben die Bücher und die Buchführung in Ordnung gefunden. Ich beantrage deshalb Entlastung des Vorstandes".

Da das Wort dazu nicht gewünscht wird, stellt der Vorsitzende fest, daß der Antrag auf Entlastung angenommen ist. Zugleich spricht der Vorsitzende den Rechnungsprüfern den Dank des Vereins für ihre Mühewaltung aus (Beifall).

Hierauf hält Herr Universitätsprofessor Dr. Seeliger (Greifswald) seinen Vortrag über: „Untersuchungen des Mechanismus des Lichtbogens".

Der Vortrag und die entstandene Diskussion werden demnächst veröffentlicht werden.

Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden für seinen sehr interessanten Vortrag und zugleich dafür, daß er sich der mühevollen Aufgabe unterzogen hat, auf diesem für die Technik so wichtigen Gebiete aufklärend zu wirken. Der Vorsitzende spricht ferner die Hoffnung aus, daß Herr Prof. Dr. Seeliger bei seinem nächsten Vortrag noch weitere interessante Einzelheiten, vielleicht die endgültige physikalische Aufklärung dieses Problems bringen werde.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Autenrieth, Kurt, Student, Bln.-Charlottenburg.
Ballo, Walter, stud. rer. techn., Berlin.
Bassmann, Leon, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Batterien- u. Elementefabrik Koch & Krüger, Berlin.
Berliner Elektricitäts-Gesellschaft m. b. H., Berlin.
Bier, Walter, Dr. med., Berlin.
Böttcher, Rudolf, Elektrotechniker, Bernau b. Bln.
Brandes, Arthur, stud. ing., Ilmenau.
Bruckmann, H.W.L., Chefingenieur, Delft.
Chrustschoff, W., Professor, Charkow.
Conrad, Rudolf, Fabrikbesitzer, Berlin.
Cwienk, Paul, cand. ing., Bln.-Neukölln.
Davidovitsch, W., Dipl.-Ing., Bln-Steglitz.
Dräger, Herbert, stud. ing., Bln.-Karlshorst.
Einehr, Paul, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Einhorn, Heinz, cand. el. ing., Fürth.
Göldner, Erich, Fabrikant, Nowawes.
Fabrik isolierter Drähte und Schnüre Schulze, Schneider & Dort G. m. b. H., Schönow b. Bernau.
Finkelstein, Fritz, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Flatau, Konrad, Elektrotechniker, Berlin.
Fredrich, Johannes, cand. rer. electr., Bln.-Schöneberg.
Frieden, Ernst, Elektrotechniker, Nowawes.
Garke, Karl, Student, Braunschweig.
Gaudian, Fritz, Elektrotechniker, Berlin.
„Gelba" Gesellschaft für elektrotechn. Bedarfsartikel, Bln.-Cöpenick.
Giese, Herbert, Elektrotechniker, Bln.-Lichtenberg.
Gretzinger, Otto, Elektrotechniker, Berlin.
Grünschneider, Hans, Dipl.-Ing., Berlin.
Guhl, Ewald, Elektrotechniker, Berlin.
Haase, Hans, stud. rer. techn., Berlin.
Heimke, Walter, stud. rer. techn., Bln.-Pankow.
Heinke, Kurt, Betriebsleiter, Berlin.
Herrmann, Karl, Elektrotechniker, Berlin.
Holzinger, Georg, Ingenieur, Wien.
Howald, Max, Obering., Berlin.
Jacobi, Helmut, cand. rer. electr., Braunschweig.
Jahn, Georg, Bln.-Wittenau.
Janowsky, Hugo, Ingenieur, Prag.
Kessler, W. & G., Telefonschnurfabrik, Berlin SO 36, Elisabethufer 19.
Klingner, Friedr. W., Elektroing., Bln-Lichterfelde.
Kressmann, C., Telefon-Apparate-Fabrik, Berlin.
Kuhlmann, Wilhelm, Ingenieur, Berlin.
Kuschy, Helmut, Elektrotechniker, Berlin.
Lange, Waldemar, Ingenieur, Bln.-Neukölln.
Lehmann, Willy, Techniker, Luckenwalde.
Lindner, Werner, Elektrotechniker, Berlin.
Madersbacher, Otto, stud. ing., Berlin.
Maier, Johannes, Elektroinstallateur, Rottenburg (Neckar).
Mann, Rudolf, Dipl.-Ing., Frankfurt a. d. Oder.
Matthies, Willy, Elektrotechniker, Nowawes.
Meder, Willi, Ingenieur, Bln.-Charlottenburg.
Metallasbest-G. m. b. H. für Widerstandsmaterial der Elektrotechnik, Berlin.
Meyer, Walter, Dr., Bln.-Charlottenburg.
Miethig, Erwin, cand. ing., Warnsdorf.
Möller, Georg, Elektroing., Rotenburg (Fulda).
Müller, Edmund, Direktor, Berlin.
Mueller, Herbert F., Dr.-Ing., Bln.-Lankwitz.
Müller, Kurt, Bln.-Lichtenberg.
Müller, Otto, Metallwarenfabrik, Bln.-Cöpenick.
Müller, Richard, Elektotechniker, Bln.-Charlottenburg.
Müller, Sebastian, stud. el., Bln.-Halensee.
Müllersheim, Kurt, stud. ing., Berlin.
Naumann, W. & A., G. m. b. H., Fabrik für isolierte Drähte u. Schnüre, Bln.-Neukölln.
Oberdorfer, Günther, Dr.-Ing., Wien.
Osburg, Fritz, Ingenieur, Berlin.
Pagel, August, Elektrotechniker, Berlin.
Rathenau, Hans Werner, cand. ing., Bln.-Grunewald.
Sauer, Walter, Elektrotechniker, Berlin.
Seipel, Georg, Elektrotechniker, Berlin.
Spiegelberg, Ernst, Elektrotechniker, Bln.-Johannisthal.
Sudeck, Günther, cand. ing., Bln.-Zehlendorf.
Schaller, Julius, Dipl.-Ing., Berlin.
Scharff, Werner, Neu-Schulzendorf bei Zeuthen.
Schaudinn, Kurt, Dipl.-Ing., Bln.-Schöneberg.
Schrenzel, Hans, Ingenieur, Wien.
von Schrötter, Johannes, Freiherr, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf.
Schwarz, Rudolf, Elektrotechniker, Berlin.
Schwedler, Ulrich, Bln.-Charlottenburg.
Stenzel, Hans, Betriebsingenieur, Bln.-Niederschöneweide.
Stephani, Martin, Ingenieur, Bln.-Tempelhof.
de Thierry, Dr.-Ing. E. h., Geh. Baurat, Bln.-Grunewald.
Tschendoff, Alexander, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Vereinigte Lausitzer Glaswerke A. G., Berlin.
Vogt, Hans, Ingenieur, Bln.-Wilmersdorf.
Wedershoven, Felix, Ingenieur, Bln.-Tempelhof.
Wolf, Max, Dipl.-Ing., Braunschweig.
Wolff, Moritz, cand. ing., Berlin.
Zoll, Walter, stud. electr., Berlin.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Betr. Verwendung des VDE-Zeichens.

Unter Hinweis auf die in der ETZ 1927, S. 1020, erfolgte Veröffentlichung wird hiermit nochmals folgendes zur Kenntnis gebracht.

Nach den VDE-Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen müssen alle Erzeugnisse am Hauptteil ein Ursprungszeichen tragen, welches den Hersteller erkennen läßt.



Auch die Satzung der VDE-Prüfstelle, welche von jeder Firma anerkannt werden muß, die die Genehmigung zur Führung des VDE-Zeichens für ihre Erzeugnisse erlangen will, enthält die Bedingung, daß von den Prüfzeicheninhabern nur solche Geräte mit dem VDE-Zeichen versehen werden dürfen, welche ein der betr. Firma eingetragenes Warenzeichen tragen. Dieses Zeichen muß der VDE-Prüfstelle bei Einreichung des Antrages auf Erlangung der Prüfzeichengenehmigung zur Kenntnis gebracht werden. Ein solches Ursprungszeichen ist unbedingt erforderlich, um bei den auf dem Markt befindlichen Erzeugnissen feststellen zu können, wer der Hersteller ist und ob dieser berechtigt ist, das VDE-Zeichen an den Waren anzubringen.

Wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, entsprechen also Erzeugnisse, die kein Ursprungszeichen tragen, nicht den Bedingungen, die die Prüfstelle für die Erteilung der VDE-Zeichen-Genehmigung stellt; sie tragen deshalb ein etwa vorhandenes VDE-Zeichen zu Unrecht.

Es wird gebeten, solche Erzeugnisse, die das VDE-Zeichen — aber kein Ursprungszeichen — tragen, beim Einkauf zurückzuweisen und auch der VDE-Prüfstelle unter Beibringung von Unterlagen und Mustern Mitteilung zu machen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Ostdeutscher Elektrot. Verein, Königsberg. 2. IV. 1928, abends 8 h, Physikal. Inst. d. Universität, Steindamm 6: Vortrag Obering. Dahl, „Die Frage der elektr. Atomzertrümmerung".

Elektrotechn. Verein Chemnitz. — 26. IV. 1928, abds. 7½ h, Hörsaal 199 der Staatl. Gewerbe-Akademie: Vortrag Dr. H. Lund, „AEG-Doppelnutmotoren".

Deutsche Beleuchtungstechn. Gesellschaft, Berlin. — 12. IV. 1928, nachm. 5¼ h, Physikal. Hörsaal der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. L. Schneider, „Die physiologischen Grundlagen der Straßenbeleuchtung".

Haus der Technik, Essen[1]. — Vortragsreihe: a) 27. VI. 1928, abds. 7—9 h, Börse: Prof. Dr. L. Hopf, „Die Quantenlehre in Physik und Technik"; b) 3. u. 4. V. 1928, abds. 7—9 h, Börse: Prof. Dr.-Ing. Petersen, „Fortschritte in der Hochspannungstechnik"; c) 8. V. 1928, abds. 7—9 h, Börse: Prof. Dr. O. Goebel, „Leerlauf in der industriellen Wirtschaftsführung"; d) 15. V. 1928, abds. 7—9 h, Börse: „Techn. Fortschritte im Eisenbetonbau u. ihre wirtschaftl. Bedeutung"; e) 18. V. 1928, abds 7—9 h, Börse: Prof. R. Ladenburg, „Elektr. Reinigung der Abgase". Hörergebühr für jeden Vortrag 2 RM. Auskunft durch „Haus der Technik", Essen, Herbertstr. 13.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Weicker. — Am 1. IV. d. J. kann Direktor Dr.-Ing. William Weicker auf eine 25jährige erfolgreiche Tätigkeit im heutigen Werk Hermsdorf/Thür. der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H. zurückblicken. In der gesamten in- und ausländischen Fachwelt ist Dr. Weicker durch die großen Verdienste bekannt, die er sich um die Entwicklung der Hochspannungs-Isolatoren und im besonderen um die wissenschaftliche Durchdringung der damit zusammenhängenden Probleme der Starkstromtechnik erworben hat. Schon bald nach seiner Berufung als Leiter des Hermsdorfer Prüffeldes trat Weicker mit Arbeiten über die Nutzbarmachung der Funkenstrecke zur Spannungsmessung hervor, die ihn in die vorderste Reihe der auf dem Gebiete des Isolatorenbaues tätigen Wissenschaftler stellten. Andere seiner bahnbrechenden Arbeiten behandelten die Einwirkung von Luftfeuchtigkeit, Oberflächenverschmutzung, Beregnung und Nebelbildung auf die Überschlagbedingungen der Isolatoren. Hier fand Weicker den großen Einfluß der Leitfähigkeit des zur Beregnung benutzten Wassers, wofür er Formeln entwickelte, die in die internationale Literatur übergingen und heute noch gelten. Besonders hervorzuheben sind ferner seine Untersuchungen über die gleichzeitige elektrisch-mechanische Prüfung von Hochspannungs-Isolatoren, die die erste allgemeine Grundlage zur Erkenntnis der hier in Betracht kommenden Abhängigkeiten darstellten.

Die Ergebnisse seiner umfassenden Versuchstätigkeit, die mit den vorgenannten Arbeiten bei weitem nicht erschöpft ist, machte Weicker der Allgemeinheit durch Vorträge und eine große Reihe klargeschriebener Aufsätze dienstbar, von denen viele in der ETZ veröffentlicht sind. Seine eigene umfangreiche literarische Tätigkeit veranlaßte Weicker zu einem tiefen Eindringen in die gesamte internationale Literatur seines Fachgebietes, zu deren besten Kennern er gehört, wie dies auch die wertvollen Referate und Zusammenstellungen beweisen, die verschiedentlich die Grundlage für Beratungen bei Kongressen und in Ausschußsitzungen bildeten.

Trotz seiner starken beruflichen Inanspruchnahme ermöglichte es Weicker eine nie versagende Schaffenskraft, noch in zahlreichen Kommissionen eine oft aufopfernde Arbeit zu leisten. So gehört Dr. Weicker außer dem Wissenschaftlichen Beirat der Deutschen Keramischen Gesellschaft wohl allen für sein Arbeitsgebiet in Frage kommenden VDE-Kommissionen an, wie z. B. der früheren Kommission für Porzellane, dem Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad, den Unterausschüssen für keramische Isolierstoffe und für Freileitungs-Isolatoren, der Kommission für Feileitungen, dem Ausschuß für Normalspannungen usw. Zu der überaus ersprießlichen Mitarbeit in allen diesen Kommissionen und Ausschüssen befähigen Dr. Weicker neben seinem reichen Wissen und seinen großen Erfahrungen vor allem seine vornehmen menschlichen Eigenschaften, die ihm auch unter seinen Fachgenossen nur Freunde erworben haben.



W. Weicker.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1920.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Kennzahlen zum Entwurf und Vergleich von Typenreihen elektrischer Maschinen.

In diesem S. 171 dieses Bandes der ETZ abgedruckten Vortrage macht H. ROSENTHAL den Versuch, die Essonsche Zahl, d. h. den altbewährten Leistungsparameter des Dynamobaues, durch eine neue Kennzahl zu ersetzen. Dabei geht er von einer Gleichung (Nr. 3, S. 172) aus, die im Grunde gar nicht das Maschinendrehmoment schlechthin, sondern das Drehmoment pro Pol meint. Zufolge Nichtbeachtung des Einflusses der Polzahl erhält er dann an Stelle von Wachstumsgesetzen der Maschinen solche polloser Gebilde, d. h. der Transformatoren. Damit folgt er allerdings dem von ihm genannten Buche „Der wirtschaftliche Aufbau der elektrischen Maschine" von M. VIDMAR, durch das die Wachstumsgesetze von Maschinen und Transformatoren ebenfalls in unzulässiger Weise vermengt wurden, wie der Schreibende schon 1919 in einer Besprechung zeigt, die auf S. 112 von Band 73 der



Schweiz. Bauzg. erschien. Beim Transformator ist das „Drehmoment pro Pol" natürlich durch die dimensionsgleiche Größe „Leistung pro Periode" ersetzt. Es ist kein Zufall, daß ESSON den richtigen Leistungsparameter des Dynamobaus gerade an der vielpoligen Maschine erkannte. An Stelle der unrichtigen Leistungs-Drehzahl-Beziehungen ROSENTHALS gelten also diejenigen des Schreibenden, die S. 92 dieses Bandes der ETZ einläßlich behandelt sind.

Zürich, 7. II. 1928. W. Kummer.

Erwiderung.

Wenn eine Reihe mehr oder weniger empirisch gefundener Gesetzmäßigkeiten durch ein einziges, theoretisch begründetes und durch die Ergebnisse der Praxis gut bestätigtes Gesetz abgelöst wird, so scheint mir das, wie in jeder Wissenschaft, so auch in der Elektrotechnik, ein Fortschritt zu sein. Das Wachstumsgesetz nach VIDMAR und damit die von mir abgeleiteten Gleichungen beziehen sich nicht auf „pollose Gebilde", sondern, worauf ich ausdrücklich hinwies, auf geometrisch ähnliche, d. h. also auch polzahlgleiche Maschinen. Dadurch tritt gerade der Einfluß der Polzahl besonders deutlich hervor, während dies bei der Essonschen Zahl eben nicht der Fall ist. Ob zum Entwurf und Vergleich von Typenreihen die Essonsche Zahl oder die von mir vorgeschlagene Typenkennzahl geeigneter ist, kann nur die Praxis entscheiden: da beide die Beziehungen zwischen Drehmoment und Läufervolumen nur auf verschiedene Art darstellen, kann man in diesem Zusammenhange nicht von „richtig" oder „falsch" sprechen.

Die Leistungs-Drehzahl-Beziehung wurde bei meinen Ableitungen überhaupt nur für solche Maschinen verwendet, deren Drehzahl nicht durch die Polzahl gegeben ist, und hat hier nur untergeordnete Bedeutung. Die Ergebnisse sind praktisch die gleichen, ob man $L n^3 =$ konst. oder $L n^5 =$ konst. setzt. Da aber diese zweite Beziehung von KUMMER mit der von ihm selbst als nicht zutreffend bezeichneten Voraussetzung abgeleitet wurde, daß C — also die Essonsche Zahl bzw. das Verhältnis von Volumen zum Drehmoment — für eine Reihe von Maschinen konstant bleibt, so halte ich sie nach wie vor nicht für brauchbar.

Berlin, 12. II. 1928. H. Rosenthal.

Unsymmetrische Drehstromsysteme.

In meiner Arbeit „Unsymmetrische Drehstromnetze", ETZ 1927, S. 1734, schreibe ich für die oberspannungsseitig vorhandene Spannung P, die unterspannungsseitig gemessene Spannung p und den Sollwert des Spannungswandler-Übersetzungsverhältnisses die Gleichung an

$$P = p\, ü_s \left(1 - \frac{f}{100}\right)$$

und gebrauche für f den Ausdruck „Wandlerfehler" bzw. „Übersetzungsfehler". Herr G. STAUBER, Nürnberg, macht mich dankenswerterweise darauf aufmerksam, daß für f gemäß den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Meßwandlern seit 1. VII. 1922 die Bezeichnung „Spannungsfehler $\Delta\, p$" eingeführt ist:

$$\Delta\, p = \frac{p_H - p_s}{p_s}\, 100\,\%.$$

Mit dieser Bezeichnung ist die von mir angeschriebene Gleichung die Näherungsgleichung der exakteren Form

$$P = \frac{p\, ü_s}{1 + \frac{\Delta\, p}{100}}\,.$$

An den Ergebnissen meiner Arbeit ändert sich dadurch nichts.

Dresden, 3. III. 1928. G. Hauffe.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Technik elektrischer Meßgeräte. Von Dr.-Ing. Keinath. 3., vollst. umgearb. Aufl. 1. Bd.: Meßgeräte und Zubehör. Mit 361 Textabb., VIII u. 612 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin 1928. Preis geh. 33 RM, geb. 35 RM.

Das bekannte Werk von Keinath wird in seiner dritten Auflage in zwei Bänden herausgegeben, von denen der erste, „Meßgeräte und Zubehör", erschienen ist. Dieser erste Band ist eine ganz hervorragende Darstellung alles dessen, was von elektrischen Meßgeräten wissenswert ist. Er ist sowohl für den, der Meßinstrumente baut, wie für den, der sie benutzen will, von sehr großer Bedeutung. Es muß sehr anerkannt werden, daß ein an führender Stelle in der Praxis stehender Ingenieur die Zeit dazu aufgebracht hat, ein so umfangreiches Werk zu schreiben, um darin seine reichen Erfahrungen der Öffentlichkeit bekannt zu geben.

Der erste Band beschreibt in der Hauptsache den Bau und die Wirkungsweise der elektrischen Meßgeräte; umfangreiche theoretische Abhandlungen sind dabei vermieden. Aus allem spricht die Tatsache, daß der Verfasser die langjährige Entwicklung der Meßgeräte, die zu der heutigen hohen Stufe geführt hat, mitgemacht hat und sie heute noch miterlebt.

Das Buch warnt mit Recht vor übertriebenen Anforderungen an die Genauigkeit von Meßgeräten und zeigt, welche Geräte man benutzen und wie man sie anwenden muß, um möglichst kleine Fehler zu erhalten.

Der Inhalt ist kurz folgender: Es werden zunächst die allgemeinen Eigenschaften und Baustoffe der Meßgeräte beschrieben. Hierbei werden die mechanischen und elektrischen Gesichtspunkte, die Meßgenauigkeit und alles, was sie beeinflußt, der Bau der einzelnen Bestandteile und die Materialien dafür, der Eigenverbrauch, die Betriebseigenschaften usw. erörtert. (Der Abschnitt über die Baustoffe für elektrische Meßgeräte ist in der dritten Auflage neu aufgenommen.) In weiteren Abschnitten werden die einzelnen Instrumentenarten getrennt behandelt. Es sind hier alle wesentlichen Ausführungen der in Betracht kommenden Meßinstrumentenfirmen beschrieben und durch eine große Zahl von guten Abbildungen erläutert. Es wäre hier vielleicht empfehlenswert, wenn zu Beginn dieser Abschnitte eine Übersicht gegeben würde, für welche Größen, Strom- und Spannungsarten, Meßbereiche, Frequenzen usw. die einzelnen Instrumentenarten ausgeführt werden, so daß auch weniger mit dem Stoff vertraute Leser sich leicht darüber unterrichten können, welche Instrumente für bestimmte Zwecke in Frage kommen. In dem nächsten Teil sind die „Schreibenden Meßgeräte" behandelt. Auch diese für praktische Betriebe wie für Forschungszwecke sehr wichtigen Meßgeräte sind eingehend beschrieben. Neben den schon seit längerer Zeit bekannten Geräten zur Aufzeichnung von langsam sich ändernden Größen sind in der dritten Auflage die „trägheitslosen" Oszillographen (Kathodenstrahl-Oszillograph, Klydonograph usw.) neu aufgenommen, die es gestatten, elektrische Schwingungen bis zu außerordentlich hohen Frequenzen aufzuzeichnen. Der letzte Teil des Werkes ist dem „Zubehör für Meßgeräte" gewidmet. Es werden hier die verschiedenartigen Widerstände, Induktivitäten, Kapazitäten und Meßwandler beschrieben. Auch dieser letzte Teil enthält alles, was über das angegebene Gebiet angeführt werden kann.

Das Werk von Keinath ist hiernach in jeder Hinsicht zu empfehlen. Es stellt den neuesten Stand der Entwicklung der Meßgeräte in ausgezeichneter Weise dar. Die Ausstattung des Buches ist sehr gut. Marx.

Kathodenstrahlen. Von P. Lenard und A. Becker. Mit 131 Textabb. XIV u. 432 S. in 8°. Kanalstrahlen. Von W. Wien. Mit 360 Textabb. u. 356 S. in 8°. (Handbuch der Experimentalphysik, Bd. 14. Herausg. v. W. Wien u. F. Harms.) Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1927. Preis geh. 70 RM, geb. 72 RM.

Die beiden Monographien sind von bekannten Spezialisten dieser Gebiete geschrieben. Beide tragen dem Charakter eines Handbuches der Experimentalphysik in jeder Weise Rechnung, sie enthalten ein fast erdrückendes Material an Beobachtungsmethoden und -ergebnissen in kritisch zusammenfassender Darstellung. Theorien werden im allgemeinen nur so weit behandelt, wie sie zur unmittelbaren Deutung der Versuchsergebnisse nötig sind.

Von den 10 Kapiteln des ersten Teiles gibt das erste einen Überblick über die Grundlagen der Kathodenstrahlenforschung, wie sie in älteren Arbeiten niedergelegt sind. Dann folgen im einzelnen Erzeugungs- und Meßmethoden, die Erscheinungen beim Durchgang der Kathodenstrahlen durch Materie (Geschwindigkeitsverlust, Absorption, Sekundärstrahlung, Zerstreuung), besonders in ihren Wechselbeziehungen zueinander, und im letzten Kapitel die Methoden und Ergebnisse der Bestimmung der spezifischen Elektronenladung.

Der zweite Teil behandelt zunächst in 9 Kapiteln: Erzeugung und Natur der Kanalstrahlen, ihre verschiedenen Wirkungen (Lichterregung, Zerstäubung, chemische, thermische und elektrische Wirkungen, Sekundärstrahlung, Umladungen, Absorption), magnetische und elektrische Ablenkung, Massenspektroskopie und besonders ausführlich das Leuchten der Kanalstrahlen. Der Theorie des Leuchtens und ihrer experimentellen Prüfung sind das 10. und 11. Kapitel gewidmet. Im 12. Kapitel wird noch die Frage behandelt, ob durch Kanalstrahlen ebenso wie durch Kathodenstrahlen Röntgenstrahlen erzeugt werden, das 13. bespricht die noch wenig aufgeklärte Polarisation des Kanalstrahlenlichtes, das 14. die Kanalstrahlen, welche vor der Kathode entstehen. Die Darstellung nimmt durch ihre außerordentliche Klarheit und Knappheit gefangen. W. Bothe.

Deutscher Radio-Kalender 1928. 1. Jahrg. Mit zahlr. Textabb. u. 432 S. in 8°. Verlag von A. Radeke, Berlin 1928. Preis geb. 4 RM.

Der erste Jahrgang dieses in Form eines umfangreichen Taschenkalenders erscheinenden Fachkalenders macht einen recht guten Eindruck. Vor allen Dingen sind die zahlreichen Tabellen mit großem Geschick ausgewählt und bringen nicht nur Allbekanntes, sondern oft gebrauchte aber selten zu findende Angaben. Daneben sind Auszüge aus den behördlichen Bestimmungen in übersichtlicher Darstellung zu finden, ebenso Spezialaufsätze für den Radiohändler, so daß sowohl dem Funkfreund, wie auch dem Radiokaufmann dieser Kalender manches Wissenswerte bringen wird.

Mendelsohn.

Anwendungen der mathematischen Statistik auf Probleme der Massenfabrikation. Von Prof. Dr. R. Becker, Dr. H. Plaut u. Dr. I. Runge. Mit 24 Textabb., VI u. 119 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 7,50 RM.

Die Anwendungen der mathematischen Statistik auf Probleme der Massenfabrikation werden in einem praktischen und einem theoretischen Teil gezeigt. Der praktische Teil bringt die Fragestellungen und die graphischen und rechnerischen Verfahren, während der theoretische Teil die statistischen Gesetze im Zusammenhang behandelt. Die Probleme des praktischen Teiles betreffen die Beurteilung einer Menge auf Grund einer Probe, den Vergleich zweier Mengen auf Grund zweier Proben und den Zusammenhang zwischen zwei Eigenschaften, und schließlich die Garantiebedingungen. Durchgängig wird das Beispiel vorangestellt und vor allem ein vollkommen durchgeführtes Beispiel einer typischen Massenfabrikation (Glühlampen) gegeben. So wird das Buch den Ingenieur befähigen, die Methoden der Kollektivmaßlehre auf sein besonderes Fabrikationsgebiet anzuwenden. Ferner wird es einen erheblichen Beitrag liefern zur Erkenntnis der Bedeutung der statistischen Verfahren für die Technik. Fender.

Bahnbrechende Erfindungen in Amerika und Europa. Geschichte ihrer Entstehung u. ihrer Schöpfer. Von Waldemar Kaempffert. Autoris. Übertrag. d. amerikan. Ausg., ergänzt um d. neuesten Erfind. von Dr.-Ing. H. Klopstock. Mit 230 Textabb. u. 430 S. in 8°. Verlag von Rudolf Mosse, Berlin 1927. Preis geb. 20 RM.

Das Buch will alle bedeutenden Erfindungen in ihrer geschichtlichen Entstehung bringen. Im 1. Teil (die Kraft) werden fast alle auf die Erzeugung von Kraft gerichteten Erfindungen erwähnt, sei es Dampfkraft oder Elektrizität. Der 2. Teil (der Stoff) beschäftigt sich mit den Maschinen die zur Gewinnung der verschiedenen Stoffe (Erze, landwirtschaftliche Erzeugnisse usw.) dienen. Dem „Verkehr" und seiner Entwicklung ist der 3. Teil gewidmet. Der 4. Teil bringt die Erfindungen, die der „Nachrichtenübermittlung" dienen, während der 5. Teil den „arbeitsparenden Automaten" (Drehbank, Nähmaschine usw.) gilt. Hat man dem Verfasser bis hierher treue Gefolgschaft geleistet, so müßte man glauben, daß alle großen Erfindungen nur in Amerika gemacht worden sind, oder besser gesagt, nur in angelsächsischen Landen. Um dies zu beleuchten, sei erwähnt, daß „Die Erfindung der Dynamomaschine" durch Werner Siemens in 14 Zeilen behandelt wird, während ein Abschnitt „Fords Aufstieg vom Farmersohn zum Multimillionär" nahezu 3 Druckseiten umfaßt. Ferner sei festgestellt, daß sowohl bei der Erfindung des Telegraphen, wie bei der des Telephons nicht ein einziger deutscher Name auch nur genannt wird. Unter diesem Eindruck hat wohl auch der Übersetzer gestanden, als er sich entschloß, das Buch durch den 6. Teil: „Neueste Erfindungen" zu ergänzen, in welchem vornehmlich deutsche Erfindungen der letzten Zeit geschildert werden. Erst durch diese Ergänzung gewinnt der Titel, der sagt: „in Amerika und Europa" seine volle Berechtigung. Dafür müssen wir dem Übersetzer besonders danken. Ausstattung und Druck des Buches sind gut. Moench.

Hydroelectric Handbook. Von W. P. Creager u. J. D. Justin. Mit 494 Textabb., XXIV u. 897 S. in 8°. Verlag von Chapman & Hall, Ltd., London 1927. Preis geb. 40 s.

Zwei dem Kenner der amerikanischen technischen Literatur als Schriftsteller und Praktiker wohlbekannte amerikanische Ingenieure haben sich zusammengetan, um, in Einzelkapiteln noch durch neun andere hervorragende Fachleute unterstützt, eine zusammenfassende, handliche Darstellung des wichtigsten Wissens von den Wasserkraftelektrizitätswerken zu schreiben. In 35 Kapiteln mit 494 weit überwiegend zeichnerischen Abbildungen wird der umfangreiche und vielseitige Stoff in tiefschürfender Weise, aber gedrängter Form mit ausgezeichneter Systematik behandelt. Die ersten 9 Kapitel (Creager) behandeln die physiogeographischen, wirtschaftlichen und physikalischen Grundlagen (Niederschlag, Verdunstung, Abfluß, Hydrographie, Hochwasser, Energiewirtschaft, Ausbaugröße, Speicherung, Hydraulik). Kapitel 10 (Creager) behandelt den allgemeinen Entwurf, Kapitel 11 bis 15 (Justin, Creager) die Stauwerke, Kapitel 16 bis 25 (Creager, Justin, White, Halmos) die Triebwasserleitungen und die spezielle Hydrodynamik der Schwall- und Stoßerscheinungen in Kanälen und Druckrohren. Kapitel 26 bis 28 (Creager, Gandolfo, White) sind dem Krafthaustief- und Hochbau nebst den Wasserturbinen gewidmet; Kapitel 29 bis 32 (Hopkins) behandeln den allgemeinen elektrotechnischen Entwurf, die Stromerzeuger, Erreger und Umspanner, die Schalt- und Nebeneinrichtungen und die Fernleitungen, Kapitel 33, 34 und 35 Kostenanschläge und Gutachten, Wassermessungen (Creager, Grover, Hoyt) und Betriebsfragen (Tefft). Ein gutes Sachverzeichnis macht den Schluß.

Die technisch-konstruktiven Kapitel (10 bis 32) belehren in der knappen und klaren Art, die der anglo-amerikanischen Technikliteratur eigen ist, über alle wesentlichen Konstruktionsgrundsätze und gehen dabei teilweise auch äußerst gründlich in die Einzelheiten ein, während manche Gebiete (z. B. Eisenbetondruckrohre, Druckstollen und -Schächte u. a.) etwas zu kurz kommen. Daß dabei mit verschwindenden Ausnahmen ausschließlich die amerikanische Technik berücksichtigt wird, mag man in Rücksicht der Allgemeinheit der Darstellung bedauern, weil wichtige spezifisch europäische Erfahrungen und Schöpfungen, wie Kolkschutz an Wehren, Großschützen, Walzenwehre, Pumpspeicherwerke, dabei nicht gebührend nutzbar gemacht werden. Auf der anderen Seite ist dadurch für den europäischen Wasserkraftingenieur das Buch besonders wertvoll als Ergänzung seiner heimischen Sonderliteratur. Von großem allgemeinen Interesse sind die vielfach ausgezeichnet geschriebenen Kapitel 1 bis 10, 33 und 35, in denen die Ausbau-, Wirtschafts- und Betriebslehre der Wasserkraftelektrizitätswerke in klarer Übersicht entwickelt wird, und wo sich in methodischer Richtung manche neuen Parallelen zu unserer Behandlungsart finden. Dabei sind die vielen zu Tabellen oder Diagrammen verdichteten hydrographischen und hydraulischen Berechnungsergebnisse als besonders wertvolle, den Charakter eines praktischen Handbuches bestens betonende Beigabe mit besonderem Lob zu erwähnen. (Die größeren Tafeln sind doppelt, das eine Exemplar gelocht zum Herausreißen und Aufziehen hergerichtet, beigegeben, eine beachtenswerte, buchtechnische Neuerung!) Die amerikanische „Hydroelectric"-Literatur ist um eine hervorragende Erscheinung bereichert, die auch dem europäischen Ingenieur viele höchst wertvolle Anregungen und Hilfen zu bieten vermag, wenn er sie mit gereifter Urteilskraft benutzt.

Ludin.

Eingegangene Doktordissertationen.

Hans Reichard, Veredlung von Braunkohlenteerölen durch Überleiten ihrer Dämpfe und deren Mischung mit Azetylen über aktive Kohle. T. H. Berlin 1926 (Auszug).

Franz Rendte, Die Erdölversorgung Deutschlands unter besonderer Berücksichtigung des Vertrages von Versailles T. H. Berlin 1927.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Brown, Boveri & Cie. A. G., Mannheim. — Der Geschäftsbericht für 1927 ergibt ein günstiges Bild; ob es, wie der Vorstand sagt, sich auf die Dauer erhalten wird, wenn die Kommunen in dem unbedingt notwendigen Ausbau ihrer produktiven Anlagen weiterhin gehemmt bleiben, steht dahin. Die Leistung der Werkstätten ist, wie der Bestellungseingang, weiter gestiegen, obgleich sich deutlich Schwierigkeiten in der Beschaffung der Rohmaterialien bemerkbar machten. Die Lieferzeiten der Zulieferer erreichten unter der ansteigenden Konjunktur eine z. T. unerträgliche Höhe. Mangel an Facharbeitern führte zu der vom Standpunkt der nationalen Wirtschaft aus äußerst beunruhigenden Feststellung, daß unter dem Einfluß der Arbeitslosenunterstützung ein Ausgleich aus Gebieten mit geringerer Beschäftigung kaum möglich war. Was die Elektrizitätsversorgung betrifft, so haben die Erfordernisse einer rationellen Betriebsführung in den großen Zentralen und die Kupplung großer Netze die Konstruktion rasch anlaufender Turbosätze, die Ausarbeitung einer das Hochfahren der Kessel begünstigenden Speicherung, die Ausbildung von regelbaren Kupplungstransformatoren bis zu den höchsten Spannungen und die weitere Bearbeitung der in großen, stark vermaschten Netzen notwendigen Schutzmittel (Distanzrelais) veranlaßt. Für die Kupplung von Netzen verschiedener Periodenzahl zwecks Energieaustausches sind von der Gesellschaft besondere Umformer und Regelvorrichtungen entwickelt worden. Eine große Anlage dieser Art wird ein von dem italienischen Schwesterhause hergestellter Frequenzumformer sein, mittels dessen Drehstromenergie von 42 Hz in ebensolche von 16,7 Hz oder umgekehrt bei einer Leistung von 7100 kW und auch bei schwankenden Periodenzahlen übertragen werden kann. Für den kommenden Ausbau von 220 kV-Leitungsanlagen hat die Berichterstatterin die Konstruktions-, Fabrikations- und Prüfeinrichtungen vollendet; Transformatoren für Leistungen von 36 000 kVA und 236 kV, die einen Betrieb bei ungeerdetem Nullpunkt ermöglichen, befinden sich schon bei einem Schwesterhause in Ausführung. Die Ölschalter für 220 kV werden nach den für die bisherigen Konstruktionen geltenden Grundsätzen gebaut. Den Mitteilungen des Vorstandes über die Belieferung der Industrie sei die Bemerkung entnommen, daß bei Stahlwerken das Turbogebläse die bisher vorherrschenden Kolbengebläse mit Gasmaschinenantrieb zu verdrängen beginne. Die einfache Bedienung des Gleichrichters macht diese Vorrichtung für den automatischen oder ferngesteuerten Betrieb besonders geeignet. Die für Automatik von der Gesellschaft durchgebildeten Spezialkonstruktionen haben nach dem Bericht großen Anklang gefunden. Eine beträchtliche Anzahl von Zylindern für Stromstärken bis 6000 A konnte in Bestellung genommen werden. Nach Ansicht des Vorstandes wird die weitere Entwicklung der Hochstromtypen dazu führen, daß die Gleichrichter auch von der chemischen Industrie in größerem Maßstab verwandt werden. Der Rohgewinn betrug 14 210 425 RM (12 259 763 i. V.), der Reingewinn 1 466 542 RM (1 028 358 i. V.). Als Dividende sind 9 % auf 15 Mill. RM Aktienkapital vorgesehen (8 % i. V.), welch letzteres zu geeigneter Zeit um 10 Mill. RM erhöht werden soll.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Februar 1928 ist die Einfuhr gegen den Vormonat (572 754 £) um 92 230 £ oder 16 % gefallen, sie zeigt aber im Vergleich zu demselben Monat von 1927 eine Erhöhung um 120 469 £ oder 33 %. Diese betraf hauptsächlich Schwachstrominstrumente, elektrotechnische Kohlen, Glüh- und Bogenlampen, dagegen ist der Import von Teilen letzterer erheblich zurückgegangen. Die Ausfuhr war um 64 489 £ bzw. 4 % geringer als im Januar (1 546 691 £) und um 65 163 £, d. s. ebenfalls 4 %, schwächer als im gleichen Monat des Vorjahres. Die Verringerung erstreckte sich im wesentlichen auf Generatoren und nicht für Bahnen bestimmte Motoren, ferner auf nicht mit Gummi isoliertes Leitungsmaterial für Starkstrom und Bogenlampen, während der Export von Leitungsmaterial für Schwachstrom (ohne Unterseekabel), Schwachstrominstrumenten, künstlichen Kohlen sowie Bogenlampenteilen wertlich zugenommen hat. Für die abgelaufenen zwei Monate ergibt sich, wie die Übersicht zeigt, gegen die gleiche Zeit des Vorjahres eine Erhöhung der Einfuhr um 215 123 £ oder 26 % und eine Abnahme der Ausfuhr um 228 730 £ bzw. 7 %. Der Überschuß letzterer über den Import betrug 1 975 615 £ (2 419 468 i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	1928	1927	1928	1927
	Februar			
Maschinen	140 376	97 885	490 188	582 283
Waren u. Apparate .	340 148	262 170	992 014	965 082
	480 524	360 055	1 482 202	1 547 365
	Januar/Februar			
Maschinen	288 472	228 029	1 091 268	1 195 606
Waren u. Apparate .	764 806	610 126	1 937 625	2 062 017
	1 053 278	838 155	3 028 893	3 257 623

[1] Nach The Electrician Bd. 100, 1928, S. 395. Vgl. ETZ 1927, S. 488; 1928, S. 380.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Der Dezember 1927 hat bei der Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile wertlich 10 178 854 $ ergeben, d. s. 130 469 $ oder 1 % mehr als im Vormonat (10 048 385 $) und 1 905 990 $ bzw. 23 % mehr als im gleichen Monat von 1926 (8 272 864 $). Diesem gegenüber zeigt der Export von größeren Gleichstromgeneratoren, Dampfturbinensätzen und insbesondere von Generatorteilen nebst Zubehör, ferner von Taschenlampenbatterien, Gleichrichtern, Umformern usw. sowie von Bahnmotoren, Industrielokomotiven, Taschenlampen und Scheinwerfern, Funkröhren, Telegraphenapparaten und Ofenelektroden eine merkliche Zunahme. Andererseits finden sich bei größeren Wechselstromgeneratoren, Transformatoren, stärkeren Schaltern und Sicherungen, Haushaltungsmaschinen und anderen als den genannten Fabrikaten aus künstlicher Kohle schwächere Werte. Von dem Gesamtbetrag der Ausfuhr entfielen auf Europa 1 682 952 $, auf die westliche Halbkugel 5 769 295 $, auf Asien, Afrika und Ozeanien 2 726 607 $. Die Lieferungen nach Deutschland beliefen sich der amerikanischen Statistik zufolge auf 129 507 $.

Patentschutzgemeinschaft deutscher Lautsprecher-Fabriken. — Die Abnehmerkreise der Lautsprecher-Fabriken sind im Laufe des letzten Jahres durch die Ansprüche in- und ausländischer Besitzer von Schutzrechten beunruhigt worden. Bei dem steigenden Bedarf an Lautsprechern und der großen Bedeutung des Gebietes für Industrie und Handel ist ein solcher den Markt störender Zustand auf die Dauer unerträglich. Dies hat eine Anzahl von Fabriken, darunter die größten der Branche, zur Gründung der „Patentschutzgemeinschaft deutscher Lautsprecher-Fabriken" veranlaßt. Ihr Zweck ist, die erwähnten Ansprüche, soweit sie unberechtigt sind, abzuwehren und wertvolle Patente den Mitgliedern durch Kauf- oder Lizenzverträge zu sichern. Mit Rücksicht auf den Export soll sich die Arbeit des Vereins nicht nur auf Deutschland, sondern auch auf das Ausland erstrecken. Geschäftsführer der Patentschutzgemeinschaft ist Dr. Walther Burstyn, Berlin-Wilmersdorf, Prinzregentenstr. 23.

Zusammenschluß der Handelsvertreter für Elektrotechnik. — In einer zahlreich besuchten Tagung der Handelsvertreter für Elektrotechnik gelegentlich der Leipziger Frühjahrsmesse ist einstimmig beschlossen worden, einen Reichsverband der Handelsvertreter für Elektrotechnik im Anschluß an den Centralverband Deutscher Handelsvertreter-Vereine ins Leben zu rufen. Zum Vorsitzenden wurde W. Heuer, Berlin, gewählt. Die Geschäftstelle befindet sich beim Centralverband, Berlin NW 7, Georgenstr. 47.

Preisermäßigung für Osram-Automobillampen. — Die Osram G. m. b. H., Kommanditgesellschaft, teilt mit, daß die Preise wichtiger Typen der Osram-Automobillampen ab 16. III. herabgesetzt und die Preise der Kohlefadenlampen erhöht worden sind.

[1] Nach El. World Bd. 91, 1928, S. 483. Vgl. ETZ 1928, S. 416.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 201: Wer baut Maschinen und Einrichtungen zur Herstellung sogenannter Lackschläuche?

Frage 202: Wer baut elektromagnetische Wecker, die bei Schließung und Unterbrechung des Magnetstromes je einen Glockenschlag abgeben (Spannungsgefälle: 60 bis 120 V; Betriebspannung: 600 V Gl.)?

Berichtigung.

Im Bericht „Neuerungen der Firma Nostitz & Koch", ETZ 1928, S. 359, 1. Sp., 20. Zeile von unten, ist durch ein Versehen der Setzerei „Abb. 29" anstatt „Abb. 32" gesetzt worden. Außerdem muß man sich die Abb. 32 um 180° gedreht denken.

Abschluß des Heftes: 24. März 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT





...4. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 5. APRIL 1928
(...25—564)

Der Redaktionsschluß wegen muß der Anzeigenteil des Heft 15 am Donnerstag, 5. April, vorm. 8 Uhr, abgeschlossen werden.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 5. April 1928 | Heft 14

UMSCHAU.

Die Lichttechnik im Jahre 1927.

Rein äußerlich betrachtet, hat die Lichttechnik im Jahre 1927 keine besonders auffallenden Fortschritte gemacht. Weder sind neue Lichtquellen entdeckt worden, noch ist bei den älteren die Umsetzung von Energie in Lichtstrahlung in nennenswerter Weise gesteigert worden. Auch die Anwendung der Lichtquellen zeigte keine besonderen Überraschungen. Für weitausholende Börsenspekulationen hat die Lichttechnik also kein Material geliefert. Und doch ist das abgelaufene Jahr durchaus nicht unfruchtbar gewesen; die Entwicklungsvorgänge haben sich nur mehr innerlich als äußerlich abgespielt.

Beschränken wir uns in der Betrachtung zunächst nur auf Deutschland, so ist mit Befriedigung festzustellen, daß die Leitsätze der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft (DBG) in immer weiteren Kreisen Beachtung und Nachachtung gewinnen. Nachdem handliche und billige Beleuchtungsmesser auf den Markt gekommen sind, mit denen die in den Arbeitsräumen, auf den Gängen, auf den Werkplätzen vorhandenen Beleuchtungstärken leicht festgestellt werden können, hat sich die frühere mehr akademische Bedeutung der Leitsätze in eine sehr reale gewandelt. Die Gewerbe-Aufsichtsbeamten sind jetzt in der Lage, Werkstattingenieure, Fabrikleiter und Unternehmer in beweiskräftiger Form auf Unzuträglichkeiten hinsichtlich der erforderlichen Beleuchtungstärke hinzuweisen und zur Unterstützung ihrer Ausführungen die Leitsätze der DBG anzuziehen. Die Erfolge sind auch nicht ausgeblieben. Wirklich gut beleuchtete Fabriken und Werkstätten sind keine Ausnahmeerscheinungen mehr, und in immer weiteren Kreisen bricht sich die Überzeugung Bahn, daß das Licht, gute Beleuchtung, das billigste und wirkungsvollste Werkzeug im Arbeitsprozeß ist.

Auch bei der Beleuchtung von Geschäften ist ein deutlicher Fortschritt zu vermerken. Hier hat der von der Osram G. m. b. H. veranstaltete Werbefeldzug für zweckmäßige Schaufensterbeleuchtung gute Früchte getragen. Noch vor etwa zwei Jahren waren — selbst in Berlin — mehr als 90 % aller Schaufenster unzweckmäßig und selbst falsch beleuchtet. Nur ganz wenige waren zu finden, bei denen die Lichtquellen sich nicht im Sehfelde des Beschauers befanden, und bei denen selbst völlig unabgeschirmte Gasfüllungslampen verwandt wurden.

Heute dagegen hat sich doch schon in weiten Kreisen die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß eine wirksame Schaufensterbeleuchtung nur dann vorhanden ist, wenn das beleuchtete Schaufenster wie ein Bühnenbild wirkt, bei dem die Lichtquellen völlig dem Blicke entzogen sind. Freilich hat sich das noch nicht überall herumgesprochen, und selbst von großen Geschäften in Hamburg, Leipzig, Dresden, Breslau — leider auch in Berlin — wird bei der Schaufensterbeleuchtung noch immer die Motten-Anlockungsmethode mit grellen Lichtquellen angewandt. — Immerhin aber bekunden die in den letzten zwei Jahren erzielten Ergebnisse doch einen erfreulichen Fortschritt.

Mit den Schaufenstern begann der Umschwung, in den Geschäftsräumen selbst setzte er sich fort. Der unzweckmäßige Kronleuchter verschwindet aus den großen, vornehmen Geschäftsräumen immer mehr und mehr, verdrängt von den halb indirekt wirkenden oder direkt wirkenden, großflächigen Leuchten mit starker Streuung des Lichtstromes. Dort, wo es auf das Erkennen der Farben ankommt, haben sich auch in beachtlichem Umfange die „Tageslicht-Leuchten" eingebürgert; sie sind jetzt zu wirklichen Zweckleuchten geworden, dafür sind sie wieder aus den Räumen verschwunden, wo sie — einer unverstandenen Modelaune folgend — in ganz zweckwidriger Weise angewandt worden waren und die Beleuchtung nicht verbessert, sondern geradezu verschlechtert hatten.

Das in den V. S. Amerika schon seit vielen Jahren beliebte Anleuchten der Hausfassaden findet jetzt auch in Deutschland erfolgreiche Anwendung. Nachdem die Berliner Elektrizitätswerke und einzelne große Warenhäuser vorangegangen waren, haben auch die Städte die Gelegenheit ergriffen, ihre monumentalen Bauwerke bei festlichen Gelegenheiten in das rechte Licht zu setzen. So erzielte Lübeck bei der 700-Jahr-Feier eine glänzende Wirkung mit der Anleuchtung der Marienkirche, und in vorbildlicher Weise hat Frankfurt a. M. bei dem „Lichtfeste" im Dezember v. J. gezeigt, wie altehrwürdige Bauten in neuer Schönheit erscheinen können, wenn sie durch reiche Lichtfluten aus der Dunkelheit hervorgehoben werden. Danzig, Nürnberg, Breslau, Köln, Trier und all die anderen deutschen Städte mit ihren unvergänglichen architektonischen Wahrzeichen werden mit „Lichtfesten" folgen; aber diese sollten nicht bloß Eintagserscheinungen bleiben, die Verwaltungen auch kleinerer Städte würden durch die geschmackvolle Verbindung von Licht und Architektur dem Besuche der „schönen deutschen Stadt" einen neuen Anreiz geben.

Auch in der Straßenbeleuchtung scheint sich ein neuer Wandel zu vollziehen. Noch vor Jahresfrist galt die Bogenlampenbeleuchtung als völlig abgetan. Allen Prophezeiungen zum Trotz ist aber in einer Reihe von Großstädten ihre weitere Ausdehnung festzustellen. Freilich ist es hier ausschließlich die Körting & Mathiesen-Dia-Carbone-Lampe[1] mit eingeschlossenem Effektbogen, die die Konkurrenz gegen die Gasfüllungslampe mit merkbarem Erfolge wieder aufgenommen hat. Dia-Carbone-Lampen von 30 A bestrahlen ein Warenhaus am Leipziger Platz in Berlin. Der Bahnhofsplatz in Leipzig macht im Lichte der Bogenlampen einen imposanten Eindruck. Berlin-Schöneberg beleuchtet seine Hauptstraßen mit Dia-Carbone-Lampen und der Innsbrucker Platz in Schöneberg gehört heute zu den bestbeleuchteten Plätzen irgendeiner Stadt des Kontinents. Das ist ein Beweis dafür, daß die lästigen Begleiterscheinungen, die mit dem Betriebe von Bogenlampen verbunden waren, Lichtschwankungen bis zum plötzlichen Verlöschen, Fehlzündungen, Wechsel der Lichtfarbe usw., doch allmählich ausgemerzt worden sind, und daß der unübertroffene Wirkungsgrad und die lange Brenndauer von 120—160 h eines Kohlenstiftpaares die höheren Bedienungskosten — im Vergleich zur Gasfüllungslampe — reichlich wettzumachen vermögen.

Unverkennbar ist auch die Verbesserung, die die Straßenbeleuchtung mit Gas in der letzten Zeit erfahren hat. Der alte unwirtschaftliche Stehlichtbrenner mit seiner ungünstigen Lichtverteilung und minimalen Beleuchtungswirkung hat dem Einsatzbrenner mit kleinen Hängelichtbrennern Platz machen müssen, und für größere Leistungen kommen in steigendem Umfange hochhängende Lampen mit 9—15 flammigen Gruppenbrennern zur Anwendung. Die Blendung bei diesen Gruppenbrennern ist erheblich geringer als bei Preßgasbrennern und auch ihr

[1] ETZ 1926, S. 1445.

Betrieb ist sicherer und wirtschaftlicher. — Bei der Schwierigkeit, zuverlässige Betriebsangaben für die Gasbeleuchtung zu erhalten, insbesondere hinsichtlich des wirklichen Gasverbrauches, der auf den Straßen nur in Ausnahmefällen gemessen werden kann, ist es leider noch immer nicht möglich, einen schlüssigen Vergleich zwischen den Kosten der öffentlichen Gasbeleuchtung und der elektrischen Beleuchtung unter Zugrundelegung gleicher Nutzlumen für ein Watt bzw. für eine Kalorie zu ziehen.

Bei jeder Art von Beleuchtung wurde seit jeher und wird noch immer der Hauptnachdruck auf die Beleuchtungstärke gelegt, sie ist auch in der Tat der wichtigste der die „Güte der Beleuchtung" bestimmenden Faktoren; aber die Art, wie die jeweils erforderliche Beleuchtungstärke festgelegt wird, ist wenig erfreulich. Die Hermann Cohnschen Leseproben bilden noch immer die Grundlage für ihre Normierung, obwohl dabei die Leuchtdichte des beleuchteten Gegenstandes, die Wirkung von Kontrast und Schattigkeit, die Farbe der Gegenstände und ihre Bewegungszustände nicht berücksichtigt werden. Das ist ein durchaus unerfreulicher Zustand, der als solcher längst erkannt ist, der sich aber nicht beseitigen ließ, weil die das Deutlichsehen beeinflussenden Faktoren, die zusammen die „Güte der Beleuchtung" bestimmen, nicht ohne weiteres physikalisch meßbar sind. Physiologische, z. T. auch psychologische Untersuchungen müssen die rein physikalischen ergänzen.

Vor etwa 40 Jahren schon haben König und Brodhun grundlegende, auf Helmholtz bauende Untersuchungen angestellt, um die Schwellenempfindlichkeit des Auges für Leuchtdichten bzw. die Unterschiedsempfindlichkeit physikalisch erfassen zu können. Diese Untersuchungen erhielten zunächst keine Fortsetzung, von der deutschen Beleuchtungstechnik wurden sie überhaupt kaum beachtet oder als „rein akademische Betrachtungen" kurzerhand abgetan. Dagegen haben sie auf die junge amerikanische Wissenschaft anregend gewirkt, und es entstand in den V. S. Amerika eine ganze Schule lichttechnisch interessierter Forscher, die gleichzeitig eine ganze Reihe von Problemen der physiologischen Optik in Angriff nahm.

Als erstes wichtiges Ergebnis ist hier die sorgfältige Festlegung der Augenempfindlichkeitskurve zu buchen, wie sie insbesondere durch Ives (1912) vorgenommen war, eine Arbeit, die später von Ives und Kingsbury, Nutting, Hyde, Cady und Forsythe fortgesetzt worden ist. (Die auf das gleiche Ziel gerichtete Arbeit von Frl. Bender aus dem Jahre 1914 ist wegen des unzureichenden Beobachtungsmaterials als nur halbwegs gelungen zu betrachten.) Es folgten dann Arbeiten von Nutting, Luckiesh, Holladay, Trolland, Blanchard, Ferree und Rand, Cobb u. a. m. über die Helligkeit, ihre Voraussetzung und Eigenschaften; den Einfluß von Helligkeit und Kontrast auf das Sehen; optische Grundlagen der Lichttechnik; Einfluß der Beleuchtungstärke auf die Leistungen der Netzhaut; Beziehung zwischen Feldhelligkeit und Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Beleuchtungstärke und Sehgeschwindigkeit usw. — Unmittelbare Ergebnisse für die Beleuchtungstechnik brachten diese Arbeiten allerdings nicht; es war sogar nicht einmal möglich, die Beobachtungsresultate unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammenzufassen, weil die Untersuchungen unter stark von einander abweichenden und häufig nicht einmal genau definierten Versuchsbedingungen angestellt worden waren, und weil vor allem bei den Untersuchungen die scharfe Problemstellung fehlte, um die Laboratoriumsuntersuchungen in unmittelbare Beziehung zu den Ansprüchen zu setzen, die bei den wirklich vorhandenen Arbeitsbedingungen an das Auge gestellt werden müssen. Auch die Anwendung der psychotechnischen Methode auf das Sehproblem bzw. das Beleuchtungsproblem, wie sie in den letzten Jahren insbesondere in Deutschland durchgeführt worden war, brachte keine befriedigende Lösung.

Es ist deshalb das große Verdienst von L. Schneider, in seinem Hamburger Vortrag[2] über den „Einfluß der Beleuchtung auf die Leistungsfähigkeit des Menschen" das vorliegende Beobachtungsmaterial kritisch gesichtet und unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammengefaßt zu haben. Er bringt hierbei zugleich die Problemstellung, die bisher gefehlt hatte, und damit gewinnen die Beobachtungsresultate der einzelnen Forscher jetzt erst ihre eigentliche Bedeutung; natürlich nicht in dem Sinne, als ob es sich bei der Deutung des Sehvorganges bereits um sichere Zahlenwerte handele, aber wohl in dem Sinne, daß für weitere systematische Untersuchungen durch Abgrenzung der Wahrnehmungskategorien und deren inneren Zusammenhänge eine programmatische Basis geschaffen ist. Diese Kategorien sind die folgenden: 1. Das Auge hat die Fähigkeit, Leuchtdichtenunterschiede wahrzunehmen; 2. das Auge vermag auf Grund von Leuchtdichtenunterschieden Formen zu erkennen (Formenempfindlichkeit); 3. vom Auftreffen des Reizes bis zur Auslösung verläuft eine bestimmte Zeit, die Empfindungszeit oder Reaktionszeit. Erst durch das Hinzutreten der Zeit kann von einer Leistung gesprochen werden; 4. die Kombination der Empfindungszeit mit der Unterschiedsempfindlichkeit ergibt die Schwellenwerte für kurzdauernde Reize; 5. die Kombination der Empfindungszeit mit der Formenempfindlichkeit liefert die erforderliche Grenzzeit, um einen Kontrast von einer bestimmten Form eben noch deutlich wahrnehmen zu können. Die ermittelten Schwellenwerte sind aber zur Bestimmung der für die Praxis erforderlichen Beleuchtungstärke noch durch Berücksichtigung der Einflüsse der Blendung und Farbe zu korrigieren.

Auf diesem Wege kann die Physiologie wirklich zur Grundlage der Lichttechnik gemacht werden, und es gelingt dann wohl auch, den Begriff der Beleuchtungsgüte scharf zu definieren und sie physikalisch meßbar zu machen.

Im Anschluß an den bedeutungsvollen Vortrag von L. Schneider auf der 15. Jahrestagung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft in Hamburg sei gleich auf diese Tagung selbst eingegangen. Sie stand diesmal unter einem doppelten Zeichen.

Im ersten Teile fand sie in gemeinschaftlicher Sitzung mit der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene statt. Dementsprechend wurden im wesentlichen Themen aus der Beleuchtungshygiene behandelt. Oberregierungsrat Prof. Dr. Holtzmann, Karlsruhe, besprach die Schädigungen des Auges durch sichtbare, Augenarzt Dr. Thieß, Dessau, durch unsichtbare (ultraviolette und ultrarote) Strahlen. Prof. Dr. Schütz, Berlin, erläuterte die Leitsätze der DBG vom hygienischen Standpunkt aus, und Dr. L. Bloch, Berlin, behandelte die Kennzeichnung der Augenschutzgläser, für die er ein besonderes Verfahren ausgearbeitet hat.

Im zweiten Teil der Tagung kam der genius loci, Hamburg als Hafenstadt, zum Worte. Oberbaurat Wundram, Hamburg, beschrieb eingehend die Hafen-, Strom- und Werftbeleuchtung Hamburgs. Dr. Burath, Hamburg, behandelte Probleme der Sichtigkeit, mit besonderer Berücksichtigung der Sichtigkeit von Schiffslaternen, und Dipl.-Ing. Jädicke, Berlin, besprach die Anforderungen an Lichtquellen und Leuchten für Leuchtfeuer[3].

Neben den alten Problemen der Beleuchtungstechnik, die der endgültigen Lösung noch harren, erscheinen inzwischen schon wieder neue. Besonderes Interesse erregt hier das Überschneiden der Beleuchtung in das Gebiet der Architektur, das gerade im letzten Jahre Prof. Dr. J. Teichmüller, Karlsruhe, im Anschluß an seine Erfahrungen auf der Gesolei in Düsseldorf (1926) mit besonderer Liebe kultiviert und ausgebaut hat. Die Architekten haben sich mit großem Eifer diesem Sonderzweig zugewandt, und es sind zahlreiche bemerkenswerte Bauten entstanden, bei denen das Licht als entscheidender formgebender Faktor herangezogen worden ist. Das umgestaltete Herpichhaus in Berlin, in Berlin-Steglitz der Titania-Palast, die Kino-Theater an der Gedächtniskirche von Berlin u. a. m. sind bemerkenswerte Ergebnisse dieser Bestrebungen, die auch für die künstlerische Gestaltung der Lichtreklame von Einfluß sein werden. Gerade hier erstehen dem Architekten, aber auch dem Maler neue künstlerische Aufgaben, deren Lösung auf nichts mehr und nichts weniger als auf eine Lichtmalerei in den dreidimensionalen Raum hinein hinauslaufen dürfte.

Auch die wissenschaftliche Lichttechnik ist nicht stehen geblieben. Die heterochrome Photometrie und die objektive Photometrie sind weiter gefördert worden, die letztere bereits so weit, daß für die Aufnahme von Lichtverteilungskurven, für die Vergleichung gleichartiger Lichtquellen untereinander, für die Registrierung der Tageslichtschwankungen usw. die persönliche Beobachtung durch ein unpersönliches Registrierphotometer ersetzt werden kann. — Auch die Arbeiten zur Festlegung der Lichteinheit in absolutem Maße schreiten fort; das größte Hindernis für die Vollendung der von E. War-

[2] 15. Jahrestagung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft am 29. IX. 1927.

[3] Sämtliche Vorträge sind in Licht u. Lampe, Bd. 16, H. 22 bis 26 und 1928, H. 1 bis 5, abgedruckt und erscheinen außerdem noch im Jahresbericht der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft als Sonderdruck.



burg angeregten Arbeit sind freilich weniger die sehr erheblichen physikalischen Schwierigkeiten als die kärgliche Dotierung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, die Forschungsarbeiten im großen Stile außerordentlich erschwert. — An verschiedenen Stellen in Deutschland, mehr aber noch in Holland und in Amerika, wird an der systematischen Durchforschung des Lumineszenz-Leuchtens gearbeitet. Eine nicht geringe Zahl von Einzelresultaten auf dem Gebiete der Glimmentladung, der Fluoreszenz, der Phosphore, der Chemilumineszenz, der Lichtemission chemischer Verbindungen (Chlorazid), der Wirkung der seltenen Erden auf die Lumineszenz u. a. liegt vor; die inneren Zusammenhänge der Forschungsergebnisse werden immer deutlicher, und wir erleben es vielleicht noch in nicht zu ferner Zukunft, daß die Leuchttechnik doch noch — auch in wirtschaftlicher Hinsicht — die Konkurrenz mit den Leuchtinsekten aufzunehmen vermag. — Inzwischen aber arbeitet die Leuchttechnik erfolgreich weiter an der Vervollkommnung des Temperaturstrahlers. An dieser Stelle ist eine Zusammenstellung von Belang, wie viel Kerzenstunden gegenwärtig für 1 RM mit den verschiedenen Leuchtmitteln erhalten werden:

Kerze 140; Petroleum-Dochtlampe 720; Petroleum-Glühlicht 3960; offene Gasflamme 1000; Niederdruck-Gasglühlicht 6000; Preßgas-Glühlicht 14 286; luftleere Wolfram-Glühlampe 1920; gasgefüllte Glühlampe 3636; Flammenbogenlampe 9056. Die Preise beziehen sich zwar nur auf englische Verhältnisse[4], aber sie zeigen doch unzweideutig, daß das Gasglühlicht für den Verbraucher noch immer das billigste Licht ist. Trotzdem steigt der Verbrauch an elektrischen Glühlampen — der unzweifelhaft bequemsten und sichersten Lichtquelle — in überaus starkem Maße. Er betrug in den V. S. Amerika 1926: 294 Mill. (ausschließlich der Miniaturglühlampen), die Zunahme gegen 1925 war 11,8 %, in Canada 1925: 15 Mill., in Großbritannien 1925: 36 Mill., in Deutschland 1925: 78 Mill. (gegen 71,5 in 1924); 29 Mill. Lampen wurden exportiert. Die große Zunahme der Wolfram-Glühlampen ist nicht zuletzt ihrer Verbilligung zu verdanken, die durch immer weiter fortschreitende Automatisierung ihrer Herstellung ermöglicht wird. Die Automatisierung beginnt bereits bei der Kolbenherstellung und endet bei ihrer Prüfung auf Luftleere. Die photometrische Kontrolle braucht sich bei der großen Gleichmäßigkeit der Erzeugnisse nur noch auf Stichproben zu erstrecken.

Für die Messung des Vakuums an fertigen Lampen, dort wo die Teslamethode nicht ausreicht, sind mehrere Methoden ausgearbeitet worden, die auf der Ionisation des Gasrestes begründet sind. So ist gefunden worden, daß bei der Annäherung einer leuchtenden Lampe mit geradem Faden oder auch mit Wendeldraht an einen elektrisch geladenen Körper, etwa Hartgummi, die Durchbiegung des Drahtes von der Geschwindigkeit abhängt, mit der die Annäherung erfolgt. Bei je geringerer Annäherungsgeschwindigkeit ein merkbarer Einfluß auf den Faden erfolgt, desto besser ist das Vakuum. Eine andere Methode arbeitet mit gleichförmiger Annäherungsgeschwindigkeit und Erhöhung der Lampenspannung, bis keine Durchbiegung des Fadens mehr bemerkbar ist. Je höher die hierzu erforderliche Spannung ist, desto besser ist das Vakuum. Bei einer weiteren Methode wird die Lampe als Kondensator benutzt, indem sie in Wasser oder eine andere Flüssigkeit getaucht und indem mit Wechselstrom und einem Galvanometer der Ionisationstrom gemessen wird. Schließlich wird bei dieser Kondensatormethode ein oszillierender Strom benutzt und der Grad des Vakuums aus der Frequenz der Oszillationen abgeleitet.

[4] Gas-Journ. 1926, S. 428.

Von der Wiederbelebung der Bogenlampe ist bereits gesprochen worden. Der Erfolg kommt fast allein auf das Konto der Dia-Carbone-Lampe[5]. Für die wiedererwachende Bedeutung der Bogenlampe spricht u. a. auch die Tatsache, daß die Erzeugung von 715,8 t in 1925 auf 777,4 t im Jahre 1926 angestiegen ist.

Ausgehend von der Gleichung $V = A + (B/J^n)$ für die Beziehung zwischen der Spannung V und der Stromstärke J bei normalem Lichtbogen, wo A und B Konstanten sind, die von der Bogenlampe, dem Elektrodenmaterial und der den Bogen umgebenden Atmosphäre abhängen, während n von dem Anodenmaterial abhängt, wurde auf Grund eingehender Versuche gefunden, daß $n = 2{,}62\,T \cdot 10^{-4}$ ist, in welcher Gleichung T die absolute Siedetemperatur des Anodenmaterials darstellt[6]. Für Wolfram wird $n = 1{,}34$ bei dem Siedepunkte 5100° abs.

Bei spektralenergetischen Untersuchungen eines nackten Kohlelichtbogens, der mit 150 A bei 73 V betrieben wurde, konnte das Licht des Bogens in vier Teile zerlegt werden, in diejenigen Teile, die von dem heißen Ende der Kohlenelektroden herrühren, in den Teil des eigentlichen ausgesprochen violetten Bogens, der von einer blauen und gelben Flamme an den Elektroden umgeben ist, und schließlich den Teil, der von dem intensiv leuchtenden, im Krater enthaltenen Gase herrührt. Die Spektra wurden mit einem Radiometer und einem Spektralphotometer untersucht. Brauchbare Ergebnisse wurden von der Strahlung des Kraters, von einem Punkte der Flamme unmittelbar über dem Krater und von dem Lichte des Bogens gewonnen. Die Ergebnisse zeigen, daß 90 % des Bogenlampenlichtes von dem Krater ausgehen und 10 % von der Umgebung. Weitere Untersuchungen am Kohlelichtbogen zeigten, daß der überwiegende Teil der Ultraviolettstrahlung von der Flamme des Bogens und nicht von den Elektroden herrührt, und daß die Ultraviolettstrahlung nicht so konstant ist wie beim Quecksilberbogen. In dem Spannungsbereich von 70—95 V wuchs die Ultraviolettstrahlung von 70 auf 253 Einheiten. In analoger Weise bewirkte eine Erhöhung der Stromstärke von 15 auf 25 A ein Ansteigen der Ultraviolettstrahlung von 12 auf 156 Einheiten. Der Einfluß der Bogenlänge zeigte sich durch die Zunahme der Ultraviolettstrahlung von 14 auf 51 Einheiten bei einer Verlängerung des Lichtbogens von 3 auf 10 mm.

Da in der Bogenlampe nur ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz der aufgewandten Energie in Licht umgewandelt wird, so ist vorgeschlagen worden, die neue Coolidge-Röntgen-Röhre zur Lichterzeugung für Projektionszwecke zu benutzen, indem ein geeignetes Mineral mit Elektronenströmen bombardiert wird. H. Lux.

[5] Wie Fußnote 1.
[6] ETZ 1928, S. 301.

Die Wahl der Maschinengröße in Kraftwerken.

Von Dipl.-Ing. **Heinz Schlicke**, Berlin-Wilmersdorf.

Übersicht. Die bisherige Bestimmung der Maschinengröße für Kraftwerke gewährleistet trotz teurer Reserve nur ungenügende Betriebsicherheit. Es wird daher die amerikanische Methode empfohlen, die im Gegensatz zur bisherigen eine weitere Maschinengröße vorsieht und im Betriebe beläßt. Neben großer Betriebsicherheit erlaubt diese teuer erscheinende Bauweise zu gleicher Zeit hohe Wirtschaftlichkeit, wenn nicht zu große Einheiten gewählt werden. Es wird für zwei Beispiele die wirtschaftliche Maschinengröße festgestellt.

Die Maschinengröße eines Kraftwerkes wurde noch bis vor kurzem auf sehr einfache Weise bestimmt. Beträgt z. B. die Höchstbelastung des Werkes 15 000 kW, so werden entweder 3 Maschinen von je 7500 kW Leistung oder 4 von je 5000 kW aufgestellt. Es übernehmen 2 bzw. 3 Turbinensätze den Betrieb und 1 steht in Reserve. Diese Art, die Maschinengröße zu bestimmen, entspricht heute nur noch kleinen Verhältnissen und kann daher nur auf kleine Werke Anwendung finden. Sie wird daher als Kleinkraftwerk-Bauweise bezeichnet.

Derartige Werke sind in ihrer Entwicklung auf Zahlentafel 1 dargestellt. Betrachten wir dort zunächst das Kleinkraftwerk 1. Die ersten zur Aufstellung gelangenden Turbosätze waren von der Größenordnung 1000 bis 2000 kW. In einem weiteren Entwicklungsstadium kommt eine Maschine hinzu, die in der Einheit so viel leistet, wie alle bis zu diesem Zeitpunkt aufgestellten Turbosätze zusammen. Es stellen demnach stets sämtliche alten Maschinen eine Betriebsgruppe dar und die neue Maschine die zweite. Eine dieser Betriebsgruppen ist in Betrieb, die andere steht in Reserve. Diese eben geschilderte Methode pflanzt sich in der späteren Entwicklung fort, auch über den Zeitpunkt hinweg, in dem die ältesten



Zahlentafel 1. Kleinkraftwerk.

Kleinkraftwerk 1	Aufgestellt kW	Höchstleistung kW	Reserve kW	Kleinkraftwerk 2	Aufgestellt kW	Höchstleistung kW	Reserve kW
1. Stadium. Turbo 1 1000 kW, Turbo 2 1000 kW → Gruppe 1 Turbo 3 2000 kW → Gruppe 2	4 000	2 000	2 000	**1. Stadium.** Turbo 1 1000 kW, Turbo 2 1000 kW → Gruppe 1 Turbo 3 2000 kW → Gruppe 2 Turbo 4 2000 kW → Gruppe 3	6000	4 000	2 000
2. Stadium. Turbo 1 1000 kW, Turbo 2 1000 kW, Turbo 3 2000 kW → Gruppe 1 Turbo 4 4000 kW → Gruppe 2	8 000	4 000	4 000	**2. Stadium.** Turbo 1 1000 kW, Turbo 3 2000 kW → Gruppe 1 Turbo 2 1000 kW, Turbo 4 2000 kW → Gruppe 2 Turbo 5 3000 kW → Gruppe 3 Turbo 6 3000 kW → Gruppe 4	12 000	9 000	3 000
3. Stadium. Turbo 1 1000 kW, Turbo 2 1000 kW, Turbo 3 2000 kW, Turbo 4 4000 kW → Gruppe 1 Turbo 5 8000 kW → Gruppe 2	16 000	8 000	8 000	**3. Stadium.** Turbo 3 2000 kW, Turbo 5 3000 kW → Gruppe 1 Turbo 4 2000 kW, Turbo 6 3000 kW → Gruppe 2 Turbo 7 5000 kW → Gruppe 3 Turbo 8 5000 kW → Gruppe 4	20 000	15 000	5 000
4. Stadium. Turbo 4 4000 kW, Turbo 5 8000 kW → Gruppe 1 Turbo 6 12000 kW → Gruppe 2	24 000	12 000	12 000	**4. Stadium.** Turbo 5 3000 kW, Turbo 7 5000 kW → Gruppe 1 Turbo 6 3000 kW, Turbo 8 5000 kW → Gruppe 2 Turbo 9 8000 kW → Gruppe 3 Turbo 10 8000 kW → Gruppe 4	32 000	24 000	8 000

Maschinen unwirtschaftlich und auch zu klein werden. Sie werden daraufhin entfernt. Bei dieser Anordnung ist die Reservehaltung sehr teuer, da sie 50 % beträgt.

Ferner besteht noch ein großer Mißstand. Im dritten Baustadium z. B. wird der Turbosatz 5 meistens den Betrieb übernehmen, während die Turbosätze 1 bis 4 zur Reserve dienen. Eine Kleinigkeit genügt, wie das Herausplatzen einer Flanschpackung in der Zuleitung, um die Maschine aus dem Betrieb zu werfen. Es müssen also sofort die übrigen 4 Maschinen angefahren werden. In diesem Fall soll vorausgesetzt sein, daß das nötige Bedienungspersonal zur Stelle ist und daß die Maschinen, zumal es sich um ältere mit wenigen Rädern handelt, sofort ohne Vorwärmen angefahren werden können. Wo kommt aber so schnell der bedeutend höhere Dampfverbrauch her? In wenigen Minuten lassen sich keine Kessel hochheizen; denn gerade die älteren Maschinen sind große Dampffresser, die 50 bis sogar 100 % mehr an Dampf benötigen als neuzeitliche Turbinen. Ebenso wie im Turbinenhaus werden natürlich auch im Kesselhaus die ältesten Kessel in Reserve stehen. Ölzusatzfeuerung oder ähnliche Einrichtungen, die das Anheizen beschleunigen könnten, sind im allgemeinen nicht eingebaut. Es ist also in kürzerer Zeit auf die Dampfabgabe von Zusatzkesseln nicht zu hoffen. Um also in einem solchen Fall nicht in Verlegenheit zu kommen, muß eine größere Zahl von Kesseln in Betrieb gehalten werden, als es dem sparsamen Dampfverbrauch der neuzeitlichen Turbine entspricht. Die Wirtschaftlichkeit geht dadurch teilweise wieder verloren.

Günstiger wird das Bild bei dem mit Kleinkraftwerk 2 bezeichneten Beispiel. Dieses Werk ist mit 2 Turbos von je 1000 kW Leistung und 2 von je 2000 kW erbaut. Es entstehen auf diese Weise 3 Gruppen zu je 2000 kW. Vor ungefähr 20 Jahren zog man eine derartige Unterteilung einer solchen in drei Maschinensätze gleicher Leistung von je 2000 kW vor. Hierdurch wurde die Möglichkeit geschaffen, im normalen Betriebe mit der 2000 kW-Einheit zu arbeiten, in der Belastungsspitze je nachdem 1000 oder 2000 kW zuzuschalten und in Zeiten schwacher Belastung (Sonntags und nachts) mit der 1000 kW-Einheit zu fahren. In diesem Falle beträgt die Reserve 33⅓ %, ist also billiger.

Später werden eine 1000 kW- und eine 2000 kW-Einheit zusammengefaßt und zwei weitere Maschinen von je 3000 kW eingebaut. Die Maschinenanlage besteht dadurch aus vier Gruppen zu je 3000 kW. Die Reserve beträgt nur noch 25 %, ist demnach noch billiger.

Die Entwicklung schreitet in der Weise fort, daß jede neue Maschine eine alte verdrängt. Die Maschinenzahl bleibt also konstant, in unserem Beispiel gleich 6. Auf diese Weise wird erreicht, daß keine Betriebsgruppe mehr als zwei Maschinen enthält und daß ferner bei großer Last mehrere Gruppen, in diesem Fall 3, im Betriebe sind. Fällt eine neue Maschine aus, so ist es im schlimmsten Fall nur notwendig, 2 ältere, nicht veraltete Maschinen beizuschalten, deren Dampfverbrauch 20 bis höchstens 30 % über dem der ausfallenden Einheit liegen kann. Die Rückwirkung auf das Kesselhaus wird durch diese beiden Momente bedeutend abgeschwächt.

Außer diesen beiden genannten Beispielen sind viele Variationen möglich. Es läßt sich bei der Mehrzahl der Werke feststellen, daß sie die Maschinengröße auf Grund mathematischer Beziehungen ermitteln. Allgemein kann gesagt werden, daß

$$n' - 1 = \frac{L}{N'}$$

sein muß, wenn n' die Gruppenzahl, N' die Gruppenleistung und L die verlangte Kraftwerksleistung ist. Auf diese Weise hat sich so manches Kleinkraftwerk zum Mittelkraftwerk entwickelt.

Daß nicht alle Werke bei der Wahl der Maschinengröße von mathematischen Erwägungen ausgehen, beweist folgendes mir bekannte Kleinkraftwerk. Es fanden in den einzelnen Bauabschnitten folgende Einheiten Aufstellung:

1. 1600 kW 2000 kW (1. Gruppe) — 4000 kW (2. Gruppe)
2. 1600 kW 2000 kW 4000 kW (1. Gruppe) — 6600 kW (2. Gruppe)
3. 4000 kW 6600 kW (1. Gruppe) — 9200 kW (2. Gruppe).

In keinem Fall entstehen richtige Betriebsgruppen. Im allgemeinen ist die neu hinzukommende Maschine zu klein. Im zweiten Stadium schwebt die 1600 kW-Maschine in der Luft. Auch begehen viele Kleinkraftwerke den Fehler, daß sie ihre Maschinen, vor allem in der Spitze, zu stark belasten. Es wird dadurch die Möglichkeit eines Schadhaftwerdens größer, und ferner ist keine Sicherung gegen unerwartete Mehrbelastungen vorhanden.

Das Grundübel derartiger Kleinkraftwerke — hierzu gehören auch Mittelkraftwerke, die nach dem gleichen veralteten Prinzip erbaut sind — aber ist, daß jede Maschinenstörung im Netz fühlbar wird; denn im allgemeinen wird ein Umschalten auf viele Reservemaschinen bei dem plötzlichen Schadhaftwerden einer Betriebsmaschine zum mindesten das Abschalten großer Netzteile, meistens sogar des ganzen Netzes zur Folge haben. Derartige Unterbrechungen in der Lieferung elektrischer Energie können sich nur Kleinkraftwerke erlauben, die kleine Städte und das flache Land versorgen. Die Ansprüche der Verbraucher sind dort noch nicht hoch. An mittlere und große Werke müssen hinsichtlich der Betriebsicherheit ganz andere Anforderungen gestellt werden. Diese versorgen Großstädte und Industrien, bei denen Stromunterbrechungen zu großen Schädigungen führen können. Ganz unmöglich ist eine Stromunterbrechung in Gruben- und Hüttenwerken; die Grube kann ersaufen, es können sich explosive Gase ansammeln, in den Walzwerken bleibt der Block stecken und erstarrt. Hier muß also der Betrieb ganz anders aufgezogen und die Maschinengröße nach ganz anderen Gesichtspunkten bestimmt werden. Der erste und oberste Grundsatz ist: größtmögliche Betriebsicherheit. Dann erst folgt die Wirtschaftlichkeit.

Es werden, um bei obigem Beispiel zu bleiben, bei 15 000 kW Höchstleistung vier 5000 kW-Einheiten in Betrieb gehalten. Beim Ausfallen eines Turbosatzes sind die drei übrigen in der Lage, den Betrieb ohne weiteres zu übernehmen. Es muß demnach eine Maschine mehr als im Kleinkraftwerk aufgestellt werden. Im normalen Betriebe wird die vierte Maschine erst abgeschaltet, wenn die

Belastung auf 10 000 kW gefallen ist. Die Maschinenzahl und -größe läßt sich durch die Formel bestimmen:

$$n - 2 = \frac{L}{N},$$

wenn n die Maschinenzahl, N die Leistung der Maschineneinheit und L die Kraftwerksbelastung darstellen. Im Betriebe sind dann stets

$$n_1 - 1 = \frac{L_1}{N} \text{ Gruppen,}$$

wenn n_1 und L_1 die entsprechenden Bezeichnungen für irgendeinen Belastungszustand sind. Die Maschinenleistung N liegt ja ein für allemal fest. Die Wahl der Maschinengröße unterliegt also denselben Bedingungen, gleichgültig, ob es sich um ein Groß- oder Mittelkraftwerk handelt.

Daß auch in weitestgehendem Maße die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden kann, sollen zwei Beispiele zeigen. Zunächst sei das Großkraftwerk behandelt. Eigentliche Großkraftwerke sind erst im Kriege entstanden, und infolgedessen ist deren Bau gleich nach neuen Gesichtspunkten behandelt worden. Es waren nicht veraltete Maschinen- und Kesselanlagen vorhanden, die noch wenigstens zur Reservehaltung berücksichtigt werden mußten. Bei Großkraftwerken wurde von vornherein eine bestimmte abzugebende Leistung zugrunde gelegt. Demnach wurden die Werke in mehrere Ausbauten unterteilt und diese je nach Bedarf gebaut. Eine plötzlich eintretende Erhöhung der Anforderungen konnte nur die Reihenfolge der Ausführung der einzelnen Ausbauten beschleunigen oder zum Bau eines zweiten Werkes führen. Ein übereiltes Einbauen großer Maschinen und ein Umstoßen des zugrunde gelegten Bauplanes trat nicht ein.

Wie es unvorteilhaft ist, sehr große und daher nur wenige Kesseleinheiten aufzustellen, so steht es auch ähnlich mit der Maschinenanlage. Die Betriebsicherheit wird durch eine solche Maßnahme herabgesetzt. Um diese Tatsache näher zu erläutern, ist auf Zahlentafel 2 das Beispiel eines Großkraftwerkes angegeben, das eine Höchstleistung von 150 000 kW abzugeben hat. Es sind sieben Möglichkeiten der Maschinenzahl und -größe herausgegriffen. Als Extreme sind 12 Maschinen von je 15 000 kW Leistung und 4 von je 75 000 kW genannt. Bei einer Belastung von 150 000 kW arbeiten entweder 11 Turbosätze von je 15 000 kW oder 3 von je 75 000 kW. Beim Ausfallen eines Maschinensatzes sind die übrigen Betriebsmaschinen ohne weiteres in der Lage, die verlangte Leistung ohne Unterbrechung weiter zu erzeugen. Eine Maschinenstörung wird also nach außen hin gar nicht fühlbar. Eine Maschine kann erst abgeschaltet werden, wenn die Kraftwerksbelastung unter 135 000 kW bei der 15 000 kW-Gruppe und unter 75 000 kW bei der 75 000 kW-Gruppe gesunken ist. Diese Methode, einen Kraftwerksbetrieb zu betreiben, stammt aus Amerika. Dort legt man schon seit langem großen Wert auf hohe Betriebsicherheit.

Um die wirtschaftliche Seite des Problemes zu erfassen, sind zunächst auf Zahlentafel 2 die Kapitalkosten für die verschieden großen Turbosätze aufgeführt, und zwar die Preise für den vollständigen Turbosatz, für die Rohrleitungen, Fundamente, Meßinstrumente, Kühlwasserkanäle und den Maschinenhauskran. Die Rohrleitungen sind bei der kleinsten Maschine zu 12,5 % und bei der größten zu 10 % des Turbosatzpreises in Ansatz gebracht. Es sind alle Leitungen enthalten wie Frischdampf-, Heizdampf-, Kondensat-, Luft-, Entwässerungs- und Vorwärmeleitungen. Als Gebäudeanteil ist der von jeder Maschine beanspruchte umbaute Raum gerechnet und zu 25 RM/m³ eingesetzt worden. In jedem Fall erhält das Maschinenhaus einen Kran. Bei den größeren Maschinen wird dieser durch die infolge der größeren Gebäudebreite verursachte größere Spannweite und die größere schwerst zu hebende Last bedeutend teurer als bei den kleineren Maschinen. Die Kühlwasserkanäle und die Kühlwasserreinigung sind durchweg mit 1 100 000 RM in Anrechnung gebracht und durch die Maschinenzahl dividiert. Die Summe aller dieser Werte ergibt die Kapitalkosten für 1 Turbosatz.

Bei der heutigen Rentabilität der Elektrizitätswerke wird es, zumal für ein derartig großes Werk, möglich sein, sich das Kapital mit einer Verzinsung von 6 % zu verschaffen. Bei einer Lebensdauer von 12 Jahren kommen noch 8 % für Amortisation hinzu, so daß der Kapitaldienst 14 % beträgt. Derselbe Abschreibungsatz ist auch für die Gebäude gerechnet. Sie haben wohl an und für sich eine bedeutend höhere Lebensdauer, doch müssen sie im allgemeinen bei Entfernung der Maschinenanlage der Spitzhacke zum Opfer fallen. Die Unterhaltung der Anlage hält sich mit 5 % in normalen Grenzen. Die Lohnkosten sind für 300 Tage eingesetzt worden, um die Sonn- und Feiertage und auch die schwächere Belastung an den Sonnabenden zu berücksichtigen. Die Summe dieser Einzelpreise ergibt die jährlichen Betriebskosten für 1 Turbosatz und mit der Turbozahl multipliziert die des ganzen Betriebes, beides allerdings ohne Dampfkosten.

Um auch diese zu ermitteln, ist der spezifische Dampfverbrauch bei allen Größen gleich eingesetzt worden, und zwar für

1/2	3/4	1/1	Last
4,62	4,40	4,20	kg Dampf/kWh.

Die kleinste hier verwendete Einheit, die 15 000 kW-Maschine, gehört bereits zu den Großmaschinen. Es kommen

Zahlentafel 2. Großkraftwerk mit 150 000 kW Höchstleistung.

Zahl der aufgestellten Maschineneinheiten		12	10	8	7	6	5	4
Größe der aufgestellten Maschineneinheiten	kW	15 000	19 000	25 000	30 000	37 500	50 000	75 000
Minutliche Drehzahl		3 000	3 000	3 000	1 500	1 500	1 000	1 000
Preis des vollständigen Turbosatzes in Mehrgehäuse ausführung mit Vorwärmer, Luftrückkühler, doppeltem Antrieb der Kondensationsmaschinen, einschl. Verpackung, Fracht und Montage	RM	857 000	1 055 000	1 350 000	1 870 000	2 120 000	2 980 000	3 980 000
Rohrleitungsanteil	,,	107 000	130 000	162 000	215 000	234 000	312 000	398 000
Fundament	,,	55 000	67 000	85 000	100 400	122 500	160 300	235 000
Gebäudeanteil	,,	190 800	222 000	264 000	298 000	344 000	431 000	595 000
Maschinenkrananteil	,,	4 200	5 400	7 500	7 150	10 000	16 000	27 500
Kostenanteil für Kühlwasserkanäle und -reinigung	,,	92 000	110 000	138 000	157 000	183 000	220 000	275 000
Meßinstrumente, wie Kondensatmesser, Fernthermometer, Signalanlage	,,	8 500	9 100	10 200	10 700	12 800	13 900	16 300
Kapitalkosten für 1 Turbosatz	,,	1 314 500	1 598 500	2 016 700	2 658 250	3 026 300	4 133 200	5 526 800
Kapitaldienst bei 6 % Verzinsung und 8 % Amortisation, also bei 14 %	RM	184 000	224 000	282 000	371 000	424 000	576 000	774 000
Unterhaltung 5 %	,,	65 600	79 600	100 500	132 700	151 200	206 200	278 000
300 Betriebstage × 3 Schichten × 2 Mann × 8 Stunden in 1 Schicht × 1,20 RM/h + 80 % Zuschlag für Verwaltungskosten und soziale Lasten	,,	31 000	31 000	31 000	31 000	31 000	31 000	31 000
Beaufsichtigung gleich 20 % der Lohnsumme	,,	6 200	6 200	6 200	6 200	6 200	6 200	6 200
Jährliche Betriebskosten für 1 Turbosatz ohne Dampfkosten	,,	286 800	340 800	419 700	540 900	612 400	819 400	1 089 200
Jährliche Betriebskosten der ganzen Maschinenanlage ohne Dampfpreis	RM	3 430 000	3 406 000	3 350 000	3 780 000	3 680 000	4 090 000	4 350 000
Jährliche Betriebskosten der ganzen Maschinenanlage bei einem Dampfpreis von 1,50 RM/t	,,	7 270 000	7 266 000	7 240 000	7 660 000	7 620 000	8 050 000	8 370 000
2,00 ,,	,,	8 530 000	8 566 000	8 550 000	8 980 000	8 900 000	9 370 000	9 730 000
2,50 ,,	,,	9 810 000	9 826 000	9 830 000	10 350 000	10 200 000	10 700 000	11 070 000
3,00 ,,	,,	10 900 000	11 126 000	11 200 000	11 540 000	11 550 000	12 000 000	12 350 000
3,50 ,,	,,	12 370 000	12 456 000	12 550 000	12 860 000	13 140 000	13 300 000	13 710 000
4,00 ,,	,,	13 630 000	13 766 000	13 880 000	14 160 000	14 140 000	14 670 000	15 030 000
Jährliche Betriebskosten/kWh der ganzen Maschinenanlage ohne Dampfpreis	Pf/kWh	0,570	0,567	0,557	0,630	0,613	0,680	0,725
Jährliche Betriebskosten/kWh der ganzen Maschinenanlage bei einem Dampfpreis von 1,50 RM/t	,,	1,216	1,212	1,210	1,278	1,270	1,343	1,400
2,00 ,,	,,	1,435	1,432	1,432	1,502	1,500	1,580	1,625
2,50 ,,	,,	1,64	1,64	1,64	1,72	1,70	1,78	1,84
3,00 ,,	,,	1,82	1,85	1,86	1,92	1,92	2,00	2,05
3,50 ,,	,,	2,06	2,08	2,09	2,15	2,19	2,21	2,28
4,00 ,,	,,	2,28	2,30	2,32	2,35	2,35	2,45	2,59

demnach bei ihr alle wärmetechnischen Verbesserungen in vollem Maße zur Auswirkung. Es ist daher von der 15 000 kW-Einheit bis herauf zur 75 000 kW-Einheit der spezifische Dampfverbrauch praktisch derselbe.

Werden diese Werte zugrundegelegt, so stellen sich die Belastungen und der stündliche Dampfverbrauch jeder Maschine bei Vollast des Werkes mit 150 000 kW wie folgt:

15 000	19 000	25 000	30 000	37 500	50 000	75 000	kW Nennleistung
0,91	0,88	0,856	0,832	0,80	0,75	0,67	Teillast/Vollast
13 620	16 700	21 400	25 000	30 000	37 500	50 000	kW jeweilige Last
58,2	71,8	92,5	108,2	131,0	165,0	223,5	t Dampf/h.

Bei einem Großkraftwerk kann mit einer Benutzungsdauer von 4000 h im Jahr gerechnet werden. Es werden in den Hauptbelastungszeiten sicherlich Spitzenkraftwerke die Belastungsspitzen abgleichen. Der jährliche Dampfverbrauch des ganzen Werkes errechnet sich dann zu

$$D = (n - 1)\, d \,.\, 4000 \text{ t/Jahr,}$$

wenn n die Maschinenzahl und d der oben genannte stündliche Dampfverbrauch auf 1 Einheit ist. Auf der unteren Hälfte der Zahlentafel 2 sind für Dampfpreise von 1,50 bis 4,00 RM/t die Gesamtbetriebskosten des Werkes in RM und in Pf/kWh genannt. Die jährlich erzeugte Arbeit errechnet sich zu 150 000 kW × 4000 Benutzungsstunden gleich 600 Mill. kWh. Legt man einen der Maschinenanlage entsprechenden Sicherheitsfaktor auch der Kesselanlage zugrunde, stellt man also 20 Kessel von je 1000 m² Heizfläche auf, so betragen allein die Kapitalkosten einer solchen Kesselanlage, bezogen auf den abgegebenen Dampf, 1,40 RM/t. Um ein Maß für die Gesamtbetriebskosten zu haben, sei bemerkt, daß bei Zugrundelegung dieser Daten sich die Tonne Dampf auf der Braunkohlengrube zu 1,90 RM, in Berlin auf etwa 2,50 RM bei Verwendung von Steinkohlen und unter ungünstigen Verhältnissen (nur Bahnanschluß usw.) auf 3 RM stellen kann.

Um bei Berliner Verhältnissen als dem Mittel mit 2,50 RM/t Dampf zu bleiben, ersieht man aus dem unteren Teil der Zahlentafel 2, daß die drei kleinsten Turbosätze mit 15 000, 19 000 und 25 000 kW Leistung in diesem Falle die gleichen Betriebskosten zur Folge haben. Bei geringeren Kohlen- und auch Dampfkosten ist die 25 000 kW-Größe die billigere, bei höheren Kohlen- und Dampfkosten dagegen die 15 000 kW-Einheit. Es verursachen also die drei kleinsten Maschineneinheiten, also die 15 000-, 19 000- und 25 000 kW-Einheit, praktisch dieselben Ausgaben. Man wird demnach die 25 000 kW-Größe wählen. Bereits die 30 000 kW-Maschine ist bedeutend teurer, was der geringeren Drehzahl, 1500 statt 3000, zuzuschreiben ist. Die Industrie ist zwar fähig, 30 000 kW-Sätze für 3000 Umdr./min zu bauen. Es fragt sich nur, ob man sie für ein derartig wichtiges Werk als genügend betriebsicher ansehen will. Die größte Einheit hat den Nachteil, daß die Turbinenanlage größtenteils bei nur geringen Lasten arbeitet und daher einen höheren Dampfverbrauch aufweisen muß. Es müssen drei Maschinen mit zusammen 225 000 kW Nennleistung bei einer Kraftwerksbelastung von 150 000 bis hinunter zu 75 000 kW arbeiten, während bei der 25 000 kW-Gruppe 7 Maschinen mit zusammen 175 000 kW Nennleistung nur in dem Kraftwerkbelastungsbereich von 150 000 bis 125 000 kW arbeiten. Die kleineren Maschinen haben daher sicher einen höheren Betriebswirkungsgrad. Ferner wirkt das plötzliche Ausfallen einer kleinen Einheit weniger auf die übrigen zahlreichen ebenfalls kleinen Betriebsmaschinen als das Ausfallen einer großen Einheit auf die wenigen, vielleicht sogar auf nur eine Betriebsmaschine.

Es ist natürlich in allen Fällen stillschweigend angenommen worden, daß sämtliche Betriebsmaschinen annähernd gleich belastet werden. Es ist etwas wirtschaftlicher, sechs Maschinen mit Vollast zu fahren und die siebente leer mitlaufen zu lassen, doch ist die Ersparnis gegen die gefährdete Betriebsicherheit sehr gering.

Das Aufstellen zu kleiner und daher auch zu vieler Maschinen hat wieder den Nachteil, daß eine Reservemaschine nicht ausreichend erscheint und noch eine zweite Reservemaschine aufgestellt werden muß. Hierdurch erhöhen sich die Kapital- und Betriebskosten. Es müßte infolgedessen die Maschinenanlage nicht aus 12, sondern aus 13 Turbosätzen von je 15 000 kW Leistung bestehen. Es ist demnach die Aufstellung von 8 Turbosätzen von je 25 000 kW Leistung für das hier gewählte Beispiel eines Großkraftwerkes das richtige.

Dem Großkraftwerk sehr ähnlich ist das Mittelkraftwerk. Ein Beispiel für ein solches Werk ist auf Zahlentafel 3 aufgeführt, und zwar wurde eine maximale Leistung von 30 000 kW zugrunde gelegt. Diese wird durch sieben Maschinen von je 5000 kW oder drei Maschinen von je 15 000 kW mit allen dazwischen liegenden Möglichkeiten erzeugt. Die Unkosten sind bis auf die Betriebskosten der Gesamtanlage in gleicher Weise wie beim Großkraftwerk ermittelt worden. Der Dampfverbrauch wurde in anderer Weise festgestellt, da ja Maschinengrößen in Anwendung kommen, die zu den kleineren gehören und nicht mehr die Wirtschaftlichkeit der Großmaschinen aufweisen. Der spezifische Dampfverbrauch stellt sich auf

	5 000	6 000	7 500	10 000	15 000 kW	
½ Last	5,03	4,94	4,85	4,63	4,62	kg Dampf/kWh
¾ Last	4,81	4,70	4,60	4,50	4,40	
1/1 Last	4,60	4,50	4,40	4,30	4,20	

Die jährliche Benutzungsdauer wird bei einem derartigen Werk 3000 h betragen. Es werden 3000 × 30 000 kW = 90 Mill. kWh erzeugt. Die Maschinenbelastungen und der stündliche Dampfverbrauch jeder Maschine stellen sich dann folgendermaßen:

5 000	6 000	7 500	10 000	15 000	kW Nennleistung
0,856	0,832	0,80	0,75	0,67	Teillast/Vollast
4 280	5 000	6 000	7 500	10 000	kW jeweilige Last
20,2	23,2	27,4	33,9	44,78	t Dampf/h

Legt man wieder der Kesselanlage die gleiche Sicherheit wie der Maschinenanlage zugrunde, so müssen 15 Kessel

Zahlentafel 3. Mittelkraftwerk mit 30 000 kW Höchstleistung.

Zahl der aufgestellten Maschineneinheiten		8	7	6	5	4
Größe der aufgestellten Maschineneinheiten	kW	5 000	6 000	7 500	10 000	15 000
Minutliche Drehzahl		3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Preis des vollständigen Turbosatzes in Mehrgehäuseausführung mit Vorwärmer, Luftrückkühler, doppeltem Antrieb der Kondensationsmaschinen, einschl. Verpackung Fracht und Montage	RM	367 000	417 000	490 000	614 000	857 000
Rohrleitungsanteil	,,	44 000	48 000	54 000	64 000	86 000
Fundament	,,	25 000	28 000	32 500	40 000	55 000
Gebäudeanteil	,,	80 400	95 000	120 000	148 000	190 800
Maschinenkrananteil	,,	3 200	4 200	6 100	8 400	12 500
Kostenanteil für Kühlwasserkanäle und -reinigung	,,	31 200	35 700	41 600	50 000	62 500
Meßinstrumente, wie Kondensatmesser, Fernthermometer, Signalanlage	,,	6 400	6 800	7 200	7 800	8 500
Kapitalkosten für 1 Turbosatz	,,	557 200	634 700	751 400	932 200	1 272 300
Kapitaldienst bei 6 % Verzinsung und 8 % Amortisation, also bei 14 %	RM	78 000	88 600	105 200	130 700	178 000
Unterhaltung 5%	,,	27 800	31 700	37 600	46 600	63 600
300 Betriebstage × 3 Schichten × 2 Mann × 8-Stunden-Schicht × 1,20 RM/h + 80 % Zuschlag für Verwaltungskosten und soziale Lasten	,,	31 000	31 000	31 000	31 000	31 000
Beaufsichtigung gleich 20 % der Lohnsumme	,,	6 200	6 200	6 200	6 200	6 200
Jährliche Betriebskosten für 1 Turbosatz ohne Dampfkosten	,,	143 000	157 500	180 000	214 500	278 800
Jährliche Betriebskosten der ganzen Maschinenanlage ohne Dampfpreis	RM	1 140 000	1 100 000	1 080 000	1 070 000	1 120 000
Jährliche Betriebskosten der ganzen Maschinenanlage bei einem Dampfpreis von 1,50 RM/t	,,	1 775 000	1 722 000	1 696 000	1 630 000	1 702 000
2,00 ,,	,,	1 983 000	1 930 000	1 900 000	1 880 000	1 920 000
2,50 ,,	,,	2 195 000	2 140 000	2 100 000	2 090 000	2 150 000
3,00 ,,	,,	2 410 000	2 350 000	2 305 000	2 290 000	2 330 000
3,50 ,,	,,	2 615 000	2 560 000	2 515 000	2 470 000	2 535 000
4,00 ,,	,,	2 820 000	2 760 000	2 720 000	2 700 000	2 780 000
Jährliche Betriebskosten / kWh der ganzen Maschinenanlage ohne Dampfpreis	Pf/kWh	1,268	1,222	1,20	1,19	1,243
Jährliche Betriebskosten / kWh der ganzen Maschinenanlage bei einem Dampfpreis von 1,50 RM/t	,,	1,98	1,92	1,88	1,82	1,90
2,00 ,,	,,	2,21	2,15	2,12	2,10	2,14
2,50 ,,	,,	2,43	2,38	2,34	2,33	2,40
3,00 ,,	,,	2,70	2,61	2,57	2,55	2,60
3,50 ,,	,,	2,91	2,86	2,80	2,75	2,83
4,00 ,,	,,	3,15	3,08	3,04	3,00	3,10

mit je 350 m² Heizfläche zur Aufstellung gelangen. Die Tonne Dampf stellt sich dann ohne Kohlenkosten auf 1,60 RM. Werden wieder die oben genannten Kohlenpreise eingesetzt, so bewegt sich der Dampfpreis zwischen 2,10 und 3,20 RM/t. Auch hier sollen wieder die Berliner Verhältnisse als mittlere zugrunde gelegt werden mit 2,70 RM/t. Ein Blick auf den unteren Teil der Zahlentafel 3 zeigt, daß die 10 000- und 7500 kW-Einheit gleich günstig sind. Da für ein Mittelkraftwerk reiche Vergrößerungsmöglichkeiten bestehen, wird man fünf Turbosätze mit je 10 000 kW Leistung aufstellen. Es stellt sich dann, gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, die Kilowattstunde beim Mittelkraftwerk auf 2,43 Pf und beim Großkraftwerk auf 1,64 Pf.

Diese Untersuchung beweist, daß es nicht richtig ist, möglichst große Einheiten aufzustellen. Es ist sogar eine allzu große Einheit bei gleicher Betriebsicherheit im Betriebe teurer und unwirtschaftlicher als mehrere kleinere Einheiten. Jedenfalls ist es ohne weiteres möglich, die betriebsichere und dabei wirtschaftliche Maschinengröße für jeden Fall zu ermitteln. Offen bleibt nur die Frage, welche Kraftwerkbelastungen zugrunde gelegt werden müssen, wenn das Werk in mehreren Bauabschnitten entsteht: die Belastungen des ersten Ausbaues oder die des Gesamtausbaues. Hier kann man insofern verschiedener Ansicht sein, als beim ersten Ausbau noch ältere parallel arbeitende Werke dem neu entstehenden unter die Arme greifen können, während beim vollen Ausbau diese Werke verschwunden sein werden und das neue Werk auf eigenen Füßen stehen muß. Es ist auch in diesem Fall das richtige, sich nicht auf die anderen zu verlassen. Die älteren Werke sind nach Methoden erbaut worden, die denen der Kleinkraftwerke 1 und 2 ähnlich oder gleich sind. Die amerikanische Sicherheit der Beispiele „Groß- und Mittelkraftwerke" liegt demnach noch nicht zugrunde. Es muß der erste Ausbau des neu entstehenden Werkes von vornherein nach der heutigen Auffassung über Betriebsicherheit gebaut und daher auf Grund des ersten Ausbaues die Maschinengröße bestimmt werden. Im zweiten Bauzustande werden dann beide Ausbauten berücksichtigt und danach die Maschinengröße ermittelt; sie wird also im zweiten Fall größer werden. Dies ist aber nicht zum Schaden, da in der Zwischenzeit sicher technische Neuerungen entstanden sind, die es nicht gestatten, den zweiten Ausbau genau wie den ersten auszuführen und daher sowieso Verschiedenheiten eintreten würden. Vorläufig ist der Verbrauch elektrischer Energie noch nicht so gewaltig, daß die Aufstellung größter Maschineneinheiten sich als lohnend erweist.

Die Schnellbahn Gesundbrunnen—Neukölln in Berlin.

Die am 12. II. d. J. erfolgte Eröffnung einer weiteren Teilstrecke und des Untergrundbahnhofes Kottbusser Tor der Gesundbrunnen—Neuköllner Schnellbahn (GN-Bahn) lenkt wieder einmal die Aufmerksamkeit auf diese für den Berliner Verkehr so außerordentlich wichtige Bahn, deren Verwirklichung mit ganz ungewöhnlichen Schwierigkeiten und Zwischenfällen verknüpft war.

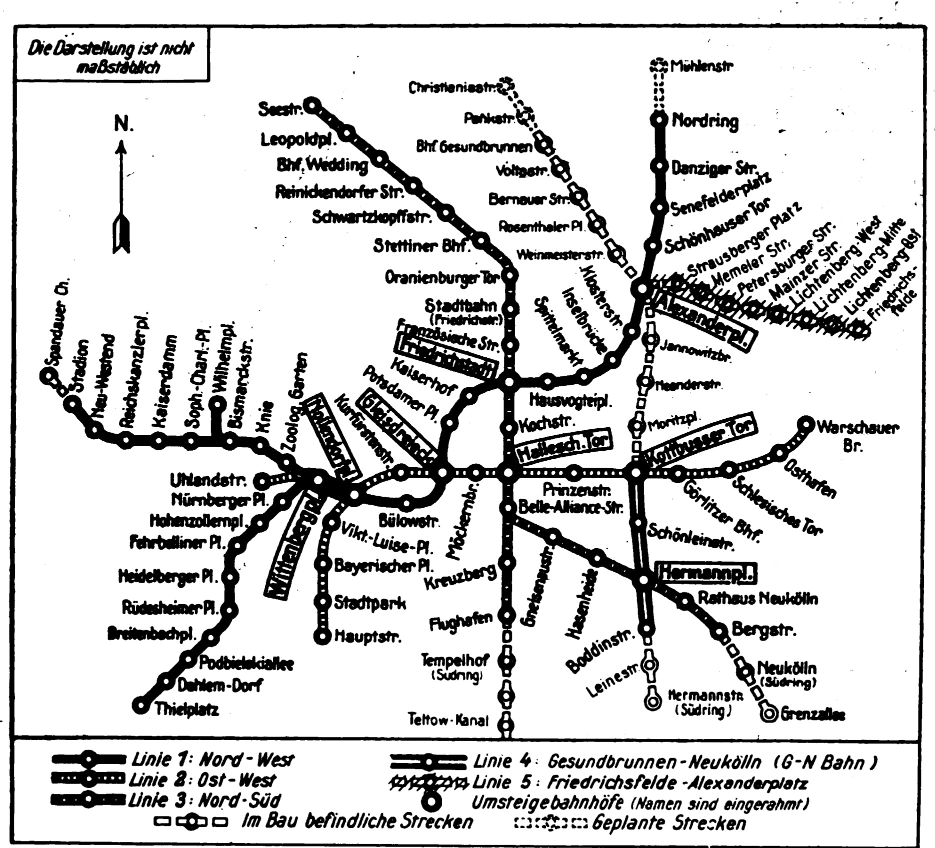


Abb. 1. Das Berliner Schnellbahnnetz. Zustand Anfang 1928.

Bereits vor mehr als 20 Jahren bemühte sich die Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen in Nürnberg, die ungemein stark bevölkerten Wohnviertel des Berliner Nordens (Gesundbrunnen) und Südostens (Neukölln) durch eine Schwebebahn zu verbinden, die etwa den gleichen Weg nehmen sollte wie die neue, im Werden begriffene GN-Bahn. Dann trat Emil Rathenau mit einem das Schwebebahnprojekt berührenden Schnellbahnunternehmen auf den Plan, mit dem Erfolge, daß die Stadt Berlin mit der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft am 12. III. 1912 einen Vertrag über den Bau einer elektrischen Hoch- und Untergrundbahn von Gesundbrunnen nach Neukölln abschloß. Aber erst am 13. VIII. 1913 — im ganzen nach sechsjähriger Verhandlungsdauer — erteilte der Polizeipräsident von Berlin die landespolizeiliche Genehmigung zum Bahnbau unter der Bedingung, daß die Bahn von der inzwischen gegründeten AEG-Schnellbahn-Aktiengesellschaft bis zum Jahre 1917 fertigzustellen sei. Es wurde dann sofort in verschiedenen Stadtgegenden mit den Vorarbeiten zum Bahnbau (Verlegung von Kanalisationsröhren- und anderen Leitungen) und dem Tunnelbau selbst begonnen, der auch tüchtig voranschritt, bis der Weltkrieg die Arbeiten merklich verlangsamte und die traurigen wirtschaftlichen Folgen des verlorenen Krieges schließlich den Weiterbau — nach Ansicht der ausführenden Gesellschaft — unmöglich machten. Im Jahre 1919 wurden die Bauarbeiten endgültig eingestellt. Die Stadt Berlin klagte auf Erfüllung des Vertrages: im Jahre 1923 wurde durch Spruch des Reichsgerichts die AEG-Schnellbahn-A. G. dazu verurteilt, den Bahnbau zu vollenden oder sich aufzulösen. Die Gesellschaft trat darauf in Liquidation. Technisch schwierige Teile der Strecke waren bereits fertiggestellt, so z. B. die Spreeunterfahrung neben der Jannowitzbrücke, lange Tunnelstücke in der Brunnenstraße und am Humboldthain, die Unterfangung der Häuser Ecke Münz- und Kaiser-Wilhelm-Straße und an der Zentralmarkthalle, Tunnelstücke in der Brücken-, Dresdener und in der Neuen Friedrichstraße. Die Stadt Berlin übernahm die fertiggestellten und angefangenen Bauten — die ihr kostenlos in den Schoß fielen — und beauftragte im Jahre 1926 die Berliner Nordsüdbahn A. G. mit dem Weiterbau.

Der von der AEG geplante Bau und Betrieb und die von ihr festgelegte Linienführung haben inzwischen einschneidende Änderungen erfahren. Vor allem ist erwähnenswert, daß die ursprünglich zum Teil als Hochbahn geplante Bahn nun durchweg als Unterpflasterbahn hergestellt wird. Im Norden Berlins, im Bahnhof Christianiastraße beginnend (vgl. Abb. 1), verläuft sie unter der Badstraße (Bhf. Gesundbrunnen), Brunnenstraße, Münzstraße, Dircksenstraße (Bhf. Alexanderplatz), Alexanderstraße (neue Untertunnelung der Spree unterhalb der Jannowitzbrücke), Brückenstraße, Neanderstraße, Moritzplatz, Kottbusser Damm, Hermannplatz und Hermannstraße bis zur Südringstation Hermannstraße.

Der Streckenabschnitt Christianiastraße—Bahnhof Gesundbrunnen wird einstweilen nicht zur Ausführung kommen. Die Länge der GN-Bahn wird nach vollem Ausbau, d. h. zwischen den Bahnhöfen Christianiastraße und Hermannstraße (Südring) rd. 11,7 km und die mittlere Stationsentfernung — bei 17 Haltestellen — rd. 730 m betragen. Die kleinste Haltestellenentfernung ist 593 m, die größte 862 m. Die Bahn wird mit Höchststeigungen von 1 : 25 angelegt. Der kleinste Krümmungshalbmesser beträgt mit Rücksicht auf eine bereits vorhandene Hausunterfahrung 90 m; er wird auf den noch auszubauenden Strecken jedoch 100 m nicht unterschreiten. Die Haltestellen erhalten durchweg Mittelbahnsteige in einer Länge von 130 m. Diese Länge genügt, um Sechswagenzüge, bestehend aus Wagen der Form II (18,4 m von Puffer zu Puffer), oder gegebenenfalls Achtwagenzüge, bestehend aus 15,4 m langen Wagen, abfertigen zu können.

Wie bereits angedeutet, wird die GN-Bahn einstweilen nur von Neukölln bis zum Bahnhof Gesundbrunnen ausgebaut; hier erhält sie Anschluß an den Ring-, Vorort- und Fernbahnhof gleichen Namens. Um den Fahrgästen das Umsteigen so bequem wie möglich zu machen, wird der Untergrundbahnhof Gesundbrunnen unmittelbar unter den Gleisen der Reichsbahn in nächster Nähe des großen oberirdischen Bahnhofes Gesundbrunnen angelegt. Weitere Übergangsmöglichkeiten zur Stadt- und Ringbahn bestehen an den Bahnhöfen Alexanderplatz, Jannowitzbrücke und am Bahnhof Südring-Hermannstraße. Drei Übergangsbahnhöfe, nämlich Alexanderplatz, Kottbusser Tor und Hermannplatz verbinden die neue Linie mit dem vorhandenen Schnellbahnnetz. Aus Abb. 2 geht die Lage der GN-Bahn zwischen Jannowitzbrücke und Boddinstraße hervor.

Die Bahn erhält ebenso wie die im Bau befindliche Frankfurter - Allee - Linie (Linie 5 in Abb. 1) das breite Nordsüdbahnprofil. Bekanntlich hat man mit dem Weiterbau der GN-Bahn am südlichen Ende, nämlich in Neukölln, begonnen. Die Arbeiten wurden so gefördert, daß bereits am 17. VII. 1927 die erste, vom Bahnhof Boddinstraße bis Bahnhof Schönleinstraße reichende Teilstrecke und am 12. II. 1928 das bis zum Bahnhof Kottbusser Tor reichende Verlängerungstück dem Verkehr übergeben werden konnten. Zwischen den Bahnhöfen Boddinstraße und Schönleinstraße liegt der als unterirdischer Kreuzungsbahnhof ausgebaute große Umsteigebahnhof Hermannplatz. Die GN-Bahn überschneidet hier die Nordsüdbahn und hat die obere Lage erhalten, weil sie — wie aus Abb. 3 hervorgeht — auf ihrem Wege zum Bahnhof Boddinstraße durch die stark ansteigende Hermannstraße führt. Der Höhenunterschied zwischen dem letztgenannten Bahnhof und dem Bahnhof Hermannplatz beträgt nicht weniger als 15,65 m. Der obere und der untere Bahnsteig dieser Kreuzungsstation sind durch zwei 1,60 m breite Fahrtreppen verbunden, zwischen denen eine 2 m breite feste Treppe angeordnet ist. Die Bewegungsrichtung dieser Fahrtreppen kann dem jeweilig auftretenden Verkehrstrom angepaßt werden, mit anderen Worten, eine Treppe kann aufwärts und die andere abwärts laufen, oder beide Treppen werden für eine Richtung eingestellt. Bei zunehmendem Verkehr ist es möglich, eine zweite gleichgeartete Treppenanlage einzubauen.

Voraussichtlich wird der Hermannplatz immer mehr zum Brennpunkt des Neuköllner Verkehrs; aus diesem Grunde sind die Bahnsteige der Kreuzungstation 17 m breit angelegt worden und der Hermannplatz selbst nach neuzeitlichen städtebaulichen Grundsätzen erweitert und umgestaltet worden. Auf dem zur Verbreiterung des Hermannplatzes nicht notwendigen Gelände wird unter Zuziehung des umfangreichen Hinterlandes von der Hamburger Firma Karstadt ein großes Warenhaus errichtet, das unmittelbaren Zugang zur Untergrundbahn erhält.

In der Nähe des Bahnhofs Hermannplatz ist ein Verbindungsgleis zwischen der GN-Bahn und der Nordsüdbahn vorgesehen, um einen Betriebsmittelaustausch zwischen beiden Bahnen zu ermöglichen. Dadurch ist erreicht, daß die Reparaturen an den Wagen der GN-Bahn so lange in der an der Müllerstraße gelegenen Nordsüdbahn-Werkstatt ausgeführt werden können, bis besondere Betriebswerkstätten für die neue Bahn fertiggestellt sein werden. Nebenbei bemerkt wird auch eine Verbindung zwischen der GN-Bahn und der bereits erwähnten, im Bau befindlichen Frankfurter-Allee-Linie ermöglicht unter Benutzung des

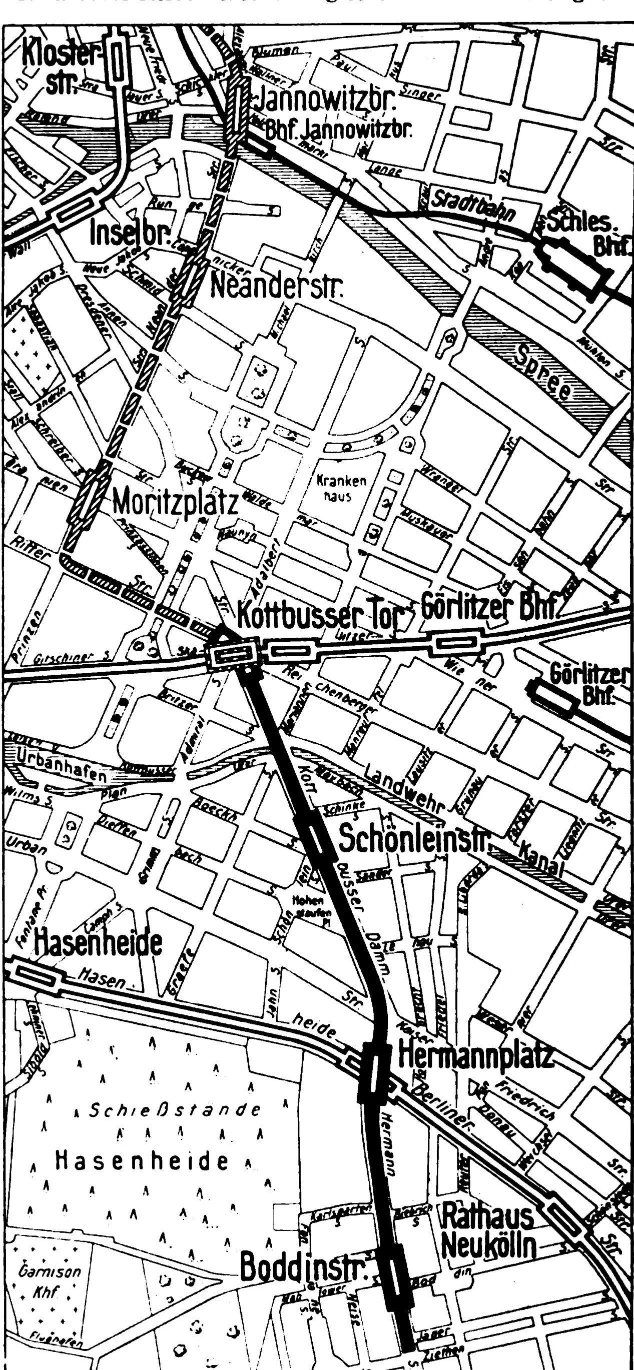


Abb. 2. Lageplan des südlichen Teilstücks der Gesundbrunnen-Neuköllner Schnellbahn mit ihren Anschlüssen an die Stadt- und Vorortbahn (Jannowitzbrücke), an die Hochbahn (Kottbusser Tor) und Nordsüdbahn (Hermannplatz). Der gestrichelte Teil zwischen Kottbusser Tor und Neanderstraße kommt am 6. IV. in Betrieb.

von der AEG seinerzeit fertiggestellten Tunnelstückes durch die Neue Friedrichstraße und des gleichfalls schon erwähnten alten, seitlich von der Jannowitzbrücke angelegten Spreetunnels. Für die eigentliche Betriebstrecke der GN-Bahn wird ein völlig neuer Spreetunnel gebaut, der sich dann aber unterhalb der Jannowitzbrücke, die gleichfalls erneuert wird, befindet. Als Beweis dafür, daß Unterfahrungen von Wasserläufen dank der Anwendung neuester Bauweisen heutzutage verhältnismäßig schnell ausgeführt werden, sei angeführt, daß der Schiffsverkehr auf dem Landwehrkanal durch den für die

GN-Bahn nötigen Tunnelbau seitlich der Kottbusser Brücke — zwischen den Bahnhöfen Schönleinstraße und Kottbusser Tor — nur für vier Monate eingestellt war.

Ebenso wie der Bahnhof Hermannplatz ist auf der bis jetzt eröffneten GN-Bahnstrecke der Bahnhof Kottbusser Tor von besonderer Bedeutung. Mit der Inbetriebnahme dieses gleichfalls ganz großzügig angelegten Bahnhofes, dessen Bahnsteig eine Breite von nicht weniger als 14 m erhalten hat, erreicht die GN-Bahn Anschluß an die Ostwestlinie des Hochbahnnetzes, nämlich an die Linie Warschauer Brücke—Gleisdreieck—Schöneberg (Linie 2 in Abb. 1) und damit der dichtbevölkerte Südosten eine neue Schnellbahnverbindung mit dem Osten und Westen. Man ist gegenwärtig damit beschäftigt, den alten als Hochbahnhof angelegten Bahnhof Kottbusser Tor durch einen völlig neuen Hochbahnhof zu ersetzen, der dann aber — wie die Abb. 2 und 3 zeigen — genau über dem vor kurzem eröffneten Untergrundbahnhof gleichen Namens liegt. Daß auch diese beiden Bahnhöfe durch Fahrtreppen miteinander verbunden werden, ist zu begrüßen, da der Höhenunterschied zwischen den Bahnsteigen immerhin 13,73 m beträgt. Die der Fahrgäste sind auf allen Bahnhöfen die neuerdings auf dem Gesamtnetz mit bestem Erfolge eingeführten selbsttätigen Fahrkartengeber aufgestellt worden.

Die Stromversorgung des bis jetzt eröffneten Teilstücks der GN-Bahn erfolgt durch ein an der Hermannstraße neu angelegtes Unterwerk, woselbst der von der Berliner Elektrizitätswerke A. G. gelieferte Hochspannungstrom von 6000 V mittels Quecksilber-Großgleichrichter in den Betriebgleichstrom von 800 V umgeformt wird. Neben den bereits vorhandenen 4 Apparaten von je 1000 A werden später, mit Rücksicht auf künftige Bahnerweiterungen, noch 3 Apparate von je 1500 A aufgestellt werden.

Die Zugsicherungsanlage arbeitet, wie auf allen anderen Betriebstrecken der Berliner Hochbahngesellschaft, auf der freien Strecke vollkommen selbsttätig. Die Signale sind mit Fahrsperren versehen. Während jedoch bei der Hochbahn der Angriff der Fahrsperre oberhalb des Wagens erfolgt, findet bei der GN-Bahn — nach dem Muster der Nordsüdbahn — die Einwirkung unterhalb des Wagens statt. Die Signale werden auf der GN-Bahn von vornherein so verteilt, daß eine Zugfolge von 1½ min verbürgt ist.

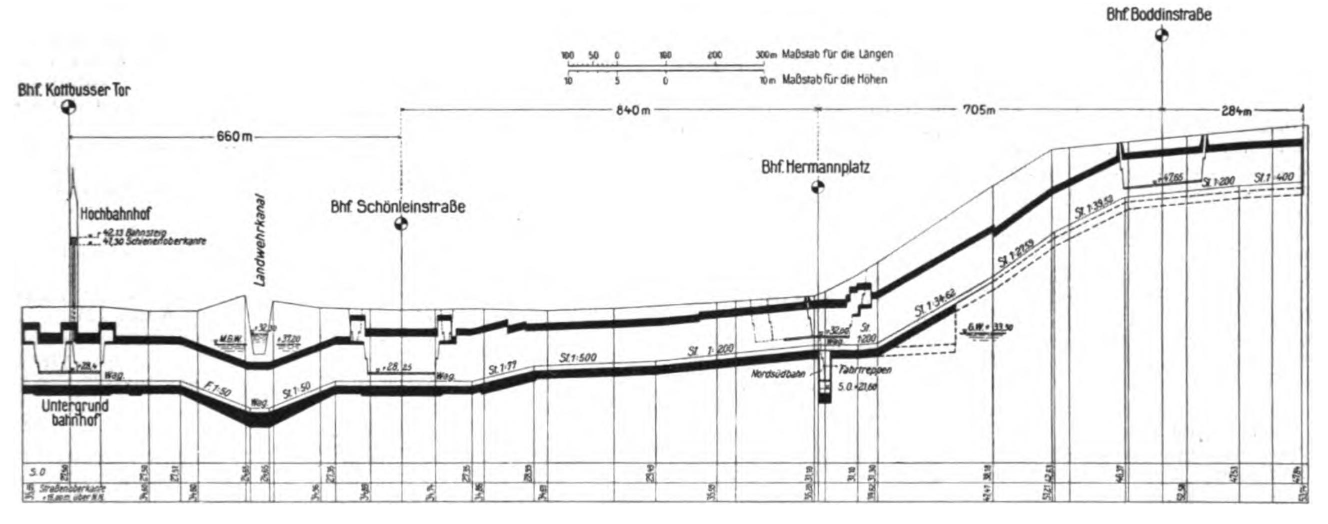


Abb. 3. Längsschnitt des südlichen Teilstücks der Gesundbrunnen-Neuköllner Schnellbahn.

Bauarbeiten dürften in etwa Jahresfrist vollendet sein. Bis dahin müssen die Fahrgäste allerdings beim Umsteigen den Straßendamm kreuzen.

Die Platzgestaltung am Kottbusser Tor wird infolge der Anlage der Zugänge und der bezeichneten Verschiebung des Hochbahnhofes eine durchgreifende Veränderung erfahren. Der Zugang zu dem neuen Untergrundbahnhof Kottbusser Tor erfolgt am Südende durch Zugänge in der Kottbusser Straße, am Nordende durch Zugänge in der Reichenberger Straße. Hervorzuheben ist, daß an beiden Stellen die Treppen in den Bürgersteigen liegen. Man wird für die Folge überhaupt davon Abstand nehmen, die Zugänge zu den Unterpflasterbahnhöfen auf kleinen Straßeninseln in die Mitte des Fahrdamms zu legen, wie dies früher des öfteren geschehen ist. Später kommen auf dem umgestalteten Platz am Kottbusser Tor weitere Zugänge hinzu, die zu einem gemeinsamen Vorraum führen, von dem aus die Bahnsteige der Unterpflasterbahn und der Hochbahn zu erreichen sind.

Die Bauarbeiten nördlich vom Unterpflasterbahnhof Kottbusser Tor sind so beschleunigt worden, daß bereits am 6. IV. d. J. die nächste bis zum Bahnhof Neanderstraße reichende Teilstrecke der GN-Bahn dem Verkehr übergeben werden kann. Die Lage des südlichen Teilstücks der GN-Bahn mit ihren Anschlüssen geht aus Abb. 2 hervor.

Die bisher eröffneten Bahnhöfe der GN-Bahn gleichen in ihrer architektonischen Ausgestaltung den Bahnhöfen der Nordsüdbahn. Zur Verkleidung der Wandflächen der Bahnhofshallen und Vorräume, der Pfeiler und Diensthäuschen auf den Bahnsteigen hat man farbige Fliesen verwendet. Die Beleuchtung der Bahnsteige und Vorräume erfolgt auf dem oberen Bahnsteig des Bahnhofs Hermannplatz — also auf dem Bahnsteig der GN-Bahn — durch indirektes Licht. Zur schnellen Abfertigung

Einstweilen verkehren auf der GN-Bahn die aus dem Wagenpark der Hochbahngesellschaft stammenden Wagen älterer Bauart, mit denen seinerzeit auch die Nordsüdbahn eröffnet worden ist. Man hatte damals die Wagen, dem etwas breiteren Lichtraum des Nordsüdbahntunnels entsprechend, durch Ansetzen eines schmalen Holzsteges angepaßt, der sich in Fußbodenhöhe an den beiden Wagenseiten entlang zieht; auf diese Weise wird der Zwischenraum zwischen dem Wagen und dem Bahnsteig ausgefüllt. In absehbarer Zeit werden diese nur als Aushilfswagen anzusprechenden Betriebsmittel durch einen Wagentyp ersetzt werden, der etwa der Bauart der auf der Nordsüdbahn ausgeprobten 18 m-Wagen entspricht. Sollte es zur Einführung der elektrischen Bremse (Kurzschlußbremse) kommen, mit der zur Zeit Versuche auf der Nordsüdbahn unternommen werden, so erhalten die GN-Bahnzüge voraussichtlich nur Triebwagen mit je vier Motoren für halbe Betriebspannung (im Mittel 375 V). Voraussichtlich wird auch die rein selbsttätige Zugsteuerung zur Einführung gelangen. Daß die neuen Wagen nach wie vor mit der selbsttätigen Scharfenbergkuppelung neuester Bauart, mit Achsrollenlagern und allen sonst noch auf der Berliner Nordsüdbahn und Hochbahn ausgeprobten Neuerungen versehen sein werden, versteht sich von selbst.

Die GN-Bahn wird durch die Hochbahngesellschaft im Zusammenhange mit ihrem Schnellbahnnetz betrieben. Selbstverständlich gilt der heutige Einheitsfahrpreis auch für die neue Bahn.

Der Bau des bisher eröffneten Teilstücks der GN-Bahn wurde teils von der Berliner Nordsüdbahn A. G. in eigener Regie, teils von der Siemens-Bauunion ausgeführt. Die Oberleitung lag in den Händen der Herren Oberbaurat Zangemeister und Baurat Honroth. *W. Mk.*

Messung von Hochspannung durch Spannungsteilung an Hochohmwiderständen.

(Mitteilung aus der Forschungsabteilung des Kabelwerks Gartenfeld der Siemens-Schuckertwerke A. G.)

Von **A. Gyemant**, Berlin.

Übersicht. Es wird auf die Mängel der Meßmethode von gleichgerichteter Hochspannung mittels Umrechnung aus der Primärspannung hingewiesen. Statt derselben wird das Prinzip der Spannungsteilung und Messung einer Teilspannung mittels eines geeichten statischen Voltmeters für einige Kilovolt empfohlen. Als Spannungsteiler werden in einfachster Weise die vom Verfasser angegebenen hochohmigen Widerstände (Größenordnung $10^8 \div 10^{10}\,\Omega$) verwendet, welche sich sowohl für Gleich- als auch für Wechselspannung eignen. Um die Brauchbarkeit der Methode zu zeigen, wurde eine Anzahl von Messungen mit gleichgerichteter Hochspannung ausgeführt.

Einleitung.

Zur Messung von Hochspannung haben sich in der Praxis bis jetzt hauptsächlich die Funkenstrecke und die Umrechnung aus der Primärspannung eingebürgert. Es sind zwar verschiedene andere Methoden empfohlen worden, sie sind jedoch teils nicht einwandfrei, teils zu umständlich, um für die Praxis brauchbar zu sein. Am wichtigsten von diesen letzteren sind die statischen Voltmeter, die aber für höhere Spannungen zu große Maße annehmen und unhandlich werden. Außerdem sind sie für höhere Gleichspannung gänzlich ungeeignet, da für höhere Spannungen Luftvoltmeter nicht mehr brauchbar sind, sondern nur Ölvoltmeter; infolge der Leitfähigkeit des Öls wird jedoch in diesen Fällen das statische Feld so verzerrt, daß das Instrument höchstens einen kleinen Teil der angelegten Spannung anzeigt. Für Spannungen von einigen Kilovolt sind allerdings diese Voltmeter gut brauchbar und nach sorgfältiger Eichung ziemlich genau.

Von den eingangs erwähnten zwei Methoden ist die Funkenstrecke entschieden einwandfrei. Nur hat sie zwei bedeutende Nachteile. Erstens wird sie für höhere Spannungen ebenfalls sehr groß und unhandlich, wodurch sie z. B. in der Röntgentechnik nicht beliebt ist. Zweitens aber hat sie den Mangel, daß jede Messung eine besondere Einstellung erfordert, daß durch den Funkenübergang der eigentliche Arbeitskreis gestört werden kann und daß sie daher nicht wie sonstige Voltmeter für längere Zeit bei veränderlicher Spannung einfach anzuschließen ist. Diese Mängel hindern ihre Anwendung in der Praxis.

Wesentlich einfacher ist die zweite Methode, nämlich die Messung der Primärspannung und Umrechnung auf die Sekundärspannung. Sie ist daher die Methode, die in der technischen sowie Röntgenpraxis hauptsächlich angewendet wird. Obwohl die dadurch erhaltenen Werte zur Orientierung vollständig hinreichen, können sie auf Genauigkeit keinen Anspruch erheben. Bei Wechselspannung ist die Genauigkeit noch einigermaßen hinreichend, um so ungenügender aber bei Gleichspannung, wie sie neuerdings mit Gleichrichterröhren erzeugt wird. Hierbei werden nämlich ein oder zwei Kondensatoren mit den gleichgerichteten Phasen der Wechselspannung geladen. Die Ladung erfolgt daher intermittierend, während die Entladung gleichmäßig ist und von der Ableitung der Anordnung abhängt, an welche die Spannung angeschlossen ist. Je größer die Ableitung, je höher also der Stromverbrauch, um so geringer die erzielte Hochspannung. Theoretisch ließe sich das $2\sqrt{2} = 2{,}82$fache der sekundären Wechselspannung erzielen, infolge des genannten Verlustes kann jedoch nur ein Teil davon zur Geltung kommen. Das Verhältnis der wahren zur theoretischen Spannung (der Ausnutzungsfaktor) variiert etwa von 0,80 bis 0,95. Nimmt auch die Apparatur selbst praktisch keinen Strom auf, so können bei steigender Spannung die Sprühverluste allein hinreichen, um den Ausnutzungsfaktor herabzudrücken. Noch ein zweiter Umstand setzt die theoretische Spannung herab, nämlich der Spannungsabfall an den Gleichrichterröhren, der, je nachdem ob eine Anode oder Kathode geerdet ist, auch verschieden ausfallen kann. Gerade im Röntgenbetrieb, wo es zur Kenntnis der Strahlenhärte ganz wesentlich auf Kenntnis der Spannung ankommt, ist daher die Messung der Primärspannung sehr verbesserungsbedürftig. Trotz der weitgehenden neuzeitlichen Entwicklung der Hochspannungstechnik besteht somit immer noch das Bedürfnis nach einer einfachen und direkten Meßanordnung für Hochspannung, welche außerdem sowohl für Wechsel- als auch Gleichspannung brauchbar sein soll. Diesem Bedürfnis möchten wir im folgenden nachkommen.

Wesen der Methode.

Wir benutzen das an und für sich bekannte Prinzip der Spannungsteilung. Sie wurde bis jetzt nur mit Hilfe von Kondensatoren für Wechselspannung angewendet. Nun haben wir in der letzten Zeit neue Hochspannungswiderstände von sehr hoher Ohmzahl geschaffen, die es ermöglichen, beiderlei Arten Spannung in beliebiger Weise zu unterteilen. Man braucht also nichts anderes als einen solchen unterteilten Widerstand, der in Form von Röhren mit mehreren Anzapfungen hergestellt wird, und ein geeichtes statisches Voltmeter etwa vom Bereich 1,5 bis 4 kV, um jede gewünschte Spannung direkt messen zu können. Die Länge der Widerstandsröhren wählt man nach der Höhe der verwendeten maximalen Spannung. Mit einer Röhre von 2 m Länge kann man bis etwa 200 kV messen.

Was die Art der verwendeten Widerstände betrifft, so sei hier darauf nicht näher eingegangen. Es handelt sich um Flüssigkeitswiderstände bestimmter Zusammensetzung, welche in meiner Arbeit „Über einen hochohmigen Flüssigkeitswiderstand" in Bd. 6, H. 2, S. 50 (1928) der Wiss. Veröff. Siem.-Konz. des näheren beschrieben sind[1]. Der spezifische Widerstand kann von $10^5 \div 10^{10}\,\Omega$ geändert werden, so daß eine 1 m lange Röhre einen Widerstand von $10 \div 10^6$ MΩ haben kann. Mit solchen Röhren haben wir die folgenden Versuche unternommen, welche die Brauchbarkeit der Methode zeigen sollen. Sie sind hauptsächlich mit gleichgerichteter Hochspannung ausgeführt.

1. Versuch.

Zunächst wollten wir zeigen, wie die gleichgerichtete Sekundärspannung ohne Belastung des Sekundärkreises bei höheren Sprühverlusten zurückbleibt, der Ausnutzungsfaktor also abnimmt. Zur Messung der Spannung diente eine 150 mm-Kugelfunkenstrecke. Die erste Spalte der Zahlentafel 1 gibt die Funkenlänge in Zentimeter an, die zweite die daraus ermittelte Spannung in Kilovolt, die dritte die Primärspannung in Volt, die vierte die daraus durch Multiplikation mit $\frac{60}{110} \cdot 2{,}82$ (Übersetzungsverhältnis des Transformators 110 : 60 000) berechnete theoretische Spannung in Kilovolt. Die fünfte Spalte ist das Verhältnis der Angaben der zweiten und vierten Spalte, d. h. der Ausnutzungsfaktor. Man sieht seinen deutlichen Gang.

Zahlentafel 1.

Funkenstrecke cm	→ kV	Primärspannung V	→ theoret. Spannung kV	Ausnutzungsfaktor
1,3	40	28	43	0,93
2,0	60	43	66	0,91
2,8	80	58	89	0,90
3,6	100	75	115	0,87
4,4	120	91	139	0,865

Diesem Verlauf des Ausnutzungsfaktors werden wir auch in den weiteren Versuchen begegnen. Er zeigt ausdrücklich, daß die Primärspannung zur Berechnung der sekundären nicht verwendet werden kann.

In vollem Einklang damit steht auch folgender Versuch. Zahlentafel 2 gibt in der ersten Spalte die Primärspannung, in der zweiten die Stromstärke (in willkürlichen Einheiten), die an einem Hochspannungswiderstand gemessen wurde. Man sieht klar, wie der Ausnutzungsfaktor abnimmt. Die Spannung ist nämlich infolge Gültigkeit des Ohmschen Gesetzes der Stromstärke proportional.

Zahlentafel 2.

Primärspanng. Volt	Stromstärke A	Primärspanng. V	Stromstärke A
5	5	65	65
15	15,5	75	73
25	26	85	83
35	35,5	95	93
45	46	105	101
55	55		

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1060.



2. Versuch.

Für die folgenden Versuche haben wir ein statisches Voltmeter von Hartmann & Braun bis 4 kV benutzt. Wir haben es zunächst geeicht. Für so kleine Spannungen liefert die Berechnung einer Wechselspannung aus dem Übersetzungsverhältnis sicher verläßliche Werte. Die erste Spalte der Zahlentafel 3 gibt die Primärspannung, abgelesen an einem Präzisionsvoltmeter für Gleich- und Wechselspannung von S. & H. bis 15 V, die zweite Spalte die daraus ermittelte Sekundärspannung. Die dritte Spalte ist die Zahlenangabe des statischen Voltmeters, welche, wie ersichtlich, mit der zweiten Spalte sehr zufriedenstellend übereinstimmt.

Zahlentafel 3.

Primärpannung V	→ sek. Spannung kV	stat. Voltmeter kV
2,6	1,42	1,5
3,5	1,91	1,95
4,0	2,18	2,20
4,5	2,45	2,45
5,0	2,73	2,73
5,5	3,00	3,02
6,0	3,27	3,32
6,5	3,54	3,60
7,0	3,82	3,88

Nunmehr eichten wir das statische Voltmeter auch für Gleichspannung. Zahlentafel 4 zeigt das Ergebnis. Es wurde ein Hochspannungswiderstand von der Leitfähigkeit $1{,}31 \cdot 10^{-8}$ S verwendet. Die erste Spalte gibt den Strom in Ampere, die zweite die daraus berechnete Gleichspannung, die dritte die Angabe des statischen Voltmeters. Spalte 2 und 3 stimmen, wie ersichtlich, gut überein. Die vierte Spalte gibt die Primärspannung, die fünfte die theoretische Sekundärspannung, die sechste den Ausnutzungsfaktor. Derselbe beträgt 0,80 infolge der relativ hohen Belastung. Da aber der Wert des Faktors im besonderen Falle nicht bekannt ist, wäre es auch hier nicht gut möglich gewesen, aus der Primärspannung die sekundäre zu ermitteln.

Zahlentafel 4.

Strom A	→ Gl.-Sp. kV	stat.Voltm. kV	Primärsp. V	→ theor.Sp. kV	Ausnutzungs-Faktor
$19{,}4 \cdot 10^{-6}$	1,48	1,5	1,1 ?	1,7	0,88 ?
25,8	1,97	2,0	1,6	2,45	0,82
33,0	2,52	2,5	2,05	3,13	0,80
39,4	3,01	3,0	2,45	3,75	0,80
45,8	3,50	3,5	2,85	4,37	0,80
52,2	3,99	4,0	3,25	5,00	0,80

3. Versuch.

In dieser Versuchsreihe wurde nun das geeichte statische Voltmeter zur Messung der abgezweigten Spannung verwendet. Die Gesamtspannung ist aus der Strommessung bekannt, aus dem Abzweigverhältnis ist die Teilspannung zu berechnen, die, wie ersichtlich sein wird, mit der direkt gemessenen gut übereinstimmt.

Hier sei zunächst folgende Bemerkung eingeschaltet. Man könnte nämlich die Frage aufwerfen, warum wir zur Spannungsmessung nicht überhaupt die Messung des Stromes am Hochspannungswiderstand, sondern die Messung einer Teilspannung empfehlen. Das hat zwei Gründe. Erstens ist der Strom nur bei Gleichspannung ohne Schwierigkeiten meßbar, die Methode wäre also auf Gleichspannung beschränkt. Zweitens aber ist der Absolutwert der Hochspannungswiderstände nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen einer wenn auch kleinen zeitlichen Änderung unterworfen. Für besondere Messungen, insbesondere im Laboratorium, ist das kein Mangel, da der kleinen zeitlichen Änderung durch von Zeit zu Zeit wiederholte Eichung entsprochen werden kann. Für die Praxis würden aber diese Umstände doch nachteilig empfunden. Benutzt man aber die Widerstände als Spannungsteiler, so fallen diese Rücksichten alle weg.

Der folgende Versuch wurde mit zwei in Reihe geschalteten Hochohmwiderständen durchgeführt; die Leitfähigkeiten betrugen $1{,}28 \cdot 10^{-10}$ S und $3{,}58 \cdot 10^{-10}$ S. Die Gesamtleitfähigkeit ist daher $9{,}4 \cdot 10^{-11}$ S, das Teilungsverhältnis des kleineren Widerstandes zum Gesamtwiderstand 1 : 3,8. Die erste Spalte in Zahlentafel 5 gibt den Strom an, die zweite die daraus berechnete Gesamtspannung, die dritte durch Division durch 3,8 die Teilspannung. Die vierte ist die Angabe des Voltmeters. Spalte 3 und 4 stimmen gut überein. Die größten Abweichungen fallen unterhalb 2 kV Teilspannung, da in diesem Gebiet die Ablesung des Voltmeters am ungenauesten ist. Die drei letzten Spalten führen wieder von der Primärspannung zum Ausnutzungsfaktor, welcher hier 0,85 beträgt, entsprechend der geringeren Belastung gegenüber der des vorigen Versuches.

Zahlentafel 5.

Strom A	→ Gl.-Sp. kV	→ Teilspanng. kV	stat. Voltm. kV	Primärspanng. V	→ theor. Spanng. kV	Ausnutz.-Faktor
$5{,}2 \cdot 10^{-7}$	5,53	1,46	1,5	4,25	6,55	0,85
7,2	7,66	1,88	2,0	5,80	8,92	0,86
9,1	9,7	2,55	2,5	7,40	11,4	0,85
11,0	11,7	3,08	3,0	8,90	13,7	0,85
12,6	13,4	3,53	3,5	10,2	15,7	0,85
14,3	15,2	4,00	4,0	11,7	18,0	0,84

In derselben Weise wurde der nächste Versuch ausgeführt, er wird durch Zahlentafel 6 veranschaulicht. Die Werte der Leitfähigkeiten betragen hier $1{,}28 \cdot 10^{-10}$ S bzw. $1{,}35 \cdot 10^{-9}$ S. Die Gesamtleitfähigkeit ist $1{,}17 \cdot 10^{-10}$ und das Teilungsverhältnis 1 : 11,6. Der Ausnutzungsfaktor war 0,89. Die erreichte maximale Spannung ist hier 47 kV. Spalte 3 und 4 sind wieder in Übereinstimmung.

Zahlentafel 6.

Strom A	→ Gl.-Sp. kV	→ Teilspanng. kV	stat. Voltm. kV	Primärspanng. V	→ theor. Spanng. kV	Ausnutz.-Faktor
$19{,}5 \cdot 10^{-7}$	16,5	1,42	1,5	12,5	19,2	0,87
26,7	22,8	1,97	2,0	16,8	25,8	0,89
34,5	29,5	2,54	2,5	21,4	32,9	0,89
41,6	35,6	3,07	3,0	25,4	39,0	0,91
48,1	41,1	3,54	3,5	29,8	45,8	0,89
55,0	47,0	4,05	4,0	35,0	53,5	0,88

Ähnlich wurde auch der letzte Versuch dieser Reihe mit zwei Widerständen von den Leitfähigkeiten $1{,}28 \cdot 10^{-10}$ bzw. $3{,}33 \cdot 10^{-9}$ S ausgeführt. Die Verhältniszahl war hier 1 : 27 und dementsprechend die Maximalspannung 110 kV. Der Faktor nimmt von 70 kV aufwärts von 0,92 auf 0,88 ab. Die Übereinstimmung ist wieder gut.

Zahlentafel 7.

Strom A	→ Gl.-Sp. kV	→ Teilspanng. kV	stat. Voltm. kV	Primärspanng. V	→ theor. Spanng. kV	Ausnutz.-Faktor
$48{,}1 \cdot 10^{-7}$	39	1,44	1,5	28	43	0,91
66,5	54	1,93	2,0	37	56,7	0,95
83,5	68	2,52	2,5	48	73,5	0,92
100	81	3,00	3,0	58	89	0,91
118	96	3,55	3,5	71	108	0,89
135	110	4,08	4,0	82	125	0,88

4. Versuch.

Nachdem die Brauchbarkeit der Methode gezeigt worden ist, wollen wir einen hierfür gebauten, mit Anzapfungen versehenen Widerstand betrachten. Er muß so gebaut sein, daß die Ableitungen längs der äußeren Wandungen, die infolge Oberflächenleitung auftreten, gegenüber den inneren Ableitungen zurücktreten. Für Widerstände, die zur Strommessung benutzt werden, macht dieser Umstand nichts aus, da ein Schutzerdungsring die äußeren Ströme vom Galvanometer abhalten kann. Die Widerstände, die wir in diesem Sinn benutzt haben, hatten durchweg solche Erdungsringe. Bei Widerständen hingegen, die als Spannungsteiler verwendet werden, würde ein Schutzring nichts nutzen. Bei solchen darf daher der innere Widerstand nicht über einer bestimmten Grenze liegen, die ihrerseits von den Abmessungen der Röhre und der Oberflächenleitung der Außenwände abhängt. Zweite Bedingung für die Brauchbarkeit der Methode ist, daß auch das statische Voltmeter selbst keine Ableitung haben darf, die einen Nebenschluß zum Hochohmwiderstand darstellen könnte. Dadurch würden die Messungen gefälscht. Die hierzu verwendeten statischen Voltmeter müssen eben mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden. Das von uns benutzte entsprach dieser Bedingung.

Verwendet man die Widerstände zur Teilung von Wechselspannung, so ist auch die Kapazität des Voltmeters zu berücksichtigen. Diese ist mit dem Ausschlag veränderlich und von der Größenordnung von 20 cm, entsprechend einer Ableitung von $7 \cdot 10^{-9}$ S für 50periodige Wechselspannung. Die benutzten Widerstände müssen jedenfalls so bemessen sein, daß der kapazitive Nebenschluß höchstens dreißig Prozent ausmacht. Wenn man dann noch eine diesbezügliche Korrektur anbringt, so wird der übrigbleibende Fehler 1 % nicht übersteigen.

Im folgenden haben wir einen 2 m langen Hochohmwiderstand mit vier seitlichen Anzapfungen verwendet. Die Messungen dienen hier dazu, das Widerstandsverhält-

nis zwischen den Teilspannungen und der Gesamtspannung zu ermitteln, also den Spannungsteiler gewissermaßen zu eichen. In den folgenden Zahlentafeln gibt die erste Spalte jeweils den Strom an, der an einem parallel geschalteten Hochohmwiderstand von der Leitfähigkeit $0,75 \cdot 10^{-10}$ S gemessen wurde, die zweite die daraus ermittelte Gesamtspannung. Die dritte Spalte enthält die Angabe des statischen Voltmeters und die vierte die berechnete Verhältniszahl für die betreffende Anzapfung.

Im ersten Versuch (Zahlentafel 8) lag das Voltmeter zwischen Erde und einer Anzapfstelle, welche eine Röhrenlänge im Verhältnis zur Gesamtröhrenlänge 1 : 3 abgrenzte. Die Widerstandsverhältniszahl, die für diese Stelle experimentell festgelegt wurde, beträgt im Mittel 3,25. Mit dieser Verhältniszahl ist also jede Angabe des Voltmeters zu multiplizieren, um die Gesamtspannung zu erhalten.

Zahlentafel 8.

Strom A	→ Gl.-Spannung kV	Teilspannung (gemessen) kV	Widerstands-verhältnis
$2,4 \cdot 10^{-7}$	3,2	1,0	3,2
4,9	6,5	2,0	3,25
7,5	10,0	3,0	3,3
10,0	13,3	4,0	3,3

Die folgende Zahlentafel 9 bezieht sich auf eine Teilungstelle 1 : 8. Die Verhältniszahl ergibt sich zu 8,6. Die Strommessung bei 3 kV war offenbar fehlerhaft.

Zahlentafel 9.

Strom A	→ Gl.-Spannung kV	Teilspannung (gemessen) kV	Widerstands-verhältnis
$6,5 \cdot 10^{-7}$	8,65	1,0	8,65
13,0	17,2	2,0	8,6
20,5?	27,3	3,0	9,1?
26,0	34,5	4,0	8,6

Zahlentafel 10 enthält die Meßreihe mit der dritten Abzweigung im Streckenverhältnis 1 : 20. Die Spannungsmessung ergibt im Mittel: 20,5.

Zahlentafel 10.

Strom A	→ Gl.-Spannung kV	Teilspannung (gemessen) kV	Widerstands-verhältnis
$15,5 \cdot 10^{-7}$	20,5	1,0	20,5
31,0	41,3	2,0	20,7
46,0	61	3,0	20,3
61,0	81,5	4,0	20,4

Die letzte Streckenteilung war im Verhältnis 1 : 50 angebracht. Der experimentelle Wert ist 43,5.

Zahlentafel 11.

Strom A	→ Gl.-Spannung kV	Teilspannung (gemessen) kV	Widerstands-verhältnis
$33 \cdot 10^{-7}$	44	1,0	44
64	85	2,0	42,5
98	130	3,0	43
115	153	3,5	44

Daß der Abzweigwiderstand in dem letzten Versuch größer ausgefallen ist, als es der Längenteilung entspricht, ist aus dem konischen Verlauf der Stromlinien in der Nähe der Endelektroden unschwer zu verstehen. Der hiermit durchgemessene Hochohmwiderstand ist also bis zu Spannungen von 175 kV verwendbar.

Herrn Obering. O. Spiess bin ich für mancherlei wertvolle Anregungen zu bestem Dank verpflichtet.

Die Elektrizitätsversorgung orientalischer Städte.

Von Dr.-Ing. **P. v. Stritzl**, Berlin.

Übersicht. Es werden Berechnungsunterlagen für Kraftwerke von Städten des nahen Ostens gegeben und gezeigt, daß wenige große Maschinen wirtschaftlicher arbeiten als viele kleinere der gleichen Gesamtleistung sowie daß der 24 h-Betrieb wirtschaftlicher ist als der unterbrochene. Die besonderen Betriebs- und Installationsverhältnisse im Orient werden kurz angedeutet.

Soll ein Stromlieferungsunternehmen seinen Zweck erfüllen, d. h. einerseits den Energiebedarf seines Versorgungsgebietes in befriedigender Weise decken und dabei anderseits einen entsprechenden Gewinn abwerfen, so müssen seine Einrichtungen den Erfordernissen derart angepaßt sein, daß ein Minimum an unausgenütztem Material in der Anlage vorhanden, trotzdem aber auf deren zukünftige Erweiterungsfähigkeit gebührend Rücksicht genommen ist. Zu diesem Zweck muß eine solche Anlage bis in die letzten Einzelheiten technisch durchgearbeitet sein, da sich sonst eine fühlbare Materialverschwendung oder aber Minderwertigkeit des gelieferten Stromes nicht vermeiden läßt. Vor Errichtung eines Elektrizitätswerkes müssen daher möglichst umfassende Erhebungen über Größe und Charakter des zu erwartenden Stromverbrauches angestellt werden, um eine richtige Bemessung der Zentrale und des Verteilungsnetzes vornehmen zu können. Dies stößt nun bekanntlich auf desto größere Schwierigkeiten, je niedriger kultiviert das betreffende Land ist; es fehlt häufig nicht nur an der behördlichen Organisation, um eine Rundfrage bei den Interessenten anzustellen, sondern auch diese selbst sind in unzivilisierten Ländern oft nicht imstande, über eine ihnen noch fremde Angelegenheit im voraus eine Entscheidung zu treffen. Mehr als irgendwo muß sich der projektierende Ingenieur in solchen Fällen auf frühere Erfahrungen stützen. Während nun in Europa und Nordamerika für diesen Zweck geeignetes statistisches Material zur Verfügung steht, fehlen ähnliche Unterlagen für die übrigen Länder. Es ist klar, daß die europäischen Verhältnisse bei der Elektrisierung von Städten mit grundlegend anderem Charakter nicht zum Vergleich herangezogen werden dürfen; anderseits kann erfreulicherweise festgestellt werden, daß die deutsche Elektroindustrie in sämtlichen Überseeländern wieder mit wachsendem Erfolge tätig ist, und es würde der zweckmäßigen Durchführung von Elektrisierungsarbeiten gewiß förderlich sein, wenn ähnliche Projektierungsunterlagen wie für Europa und Nordamerika auch für die übrigen Erdteile zur Verfügung ständen.

Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, diese Aufgabe auf Grund von AEG-Erfahrungen für den n a h e n O s t e n, also die Türkei, Ägypten, Marokko, Palästina, Syrien, Arabien, Persien, Indien, Afghanistan und die angrenzenden Gebiete zu lösen. Es darf gehofft werden, daß ähnliche Untersuchungen auch für andere Ländergruppen, insbesondere für den fernen Osten, Südafrika und Südamerika, folgen werden.

Klimatische Verhältnisse, Lebensgewohnheiten, der Grad des Wohlstandes der Bevölkerung, die Bauweise und eine Reihe weiterer Faktoren bestimmen den Anschlußwert, den charakteristischen Verlauf des Stromverbrauchdiagrammes und die sonstigen Projektierungsunterlagen für ein öffentliches Kraftwerk. Im ganzen kann festgestellt werden, daß die Bedingungen für ein solches Werk im Orient günstiger sind als in Europa; das warme Klima läßt einen in Europa unbekannten Tagesgroßverbraucher in Erscheinung treten, den Ventilator; die Konkurrenz von Leuchtgas entfällt; Sicherheitsvorschriften und sonstige gesetzliche Beschränkungen bestehen nur in geringerem Umfange; die Steuern sind z. T. weniger hoch; der Arbeitslohn ist in der Regel niedrig; an die Anlagen werden in jeder Hinsicht, namentlich auch bezüglich der Betriebsreserven, geringere Anforderungen gestellt. Allerdings werden dagegen Maschinen und Apparate um Fracht und Zoll verteuert; Gehälter für vollwertiges Personal sind höher als in Europa; Materialnachbestellungen erfordern zu ihrer Ausführung viel Zeit, was oft frühzeitige Investitionen erforderlich macht und insbesondere auch die Haltung eines reichhaltigen Ersatzteillagers ratsam erscheinen läßt.

D e r A n s c h l u ß w e r t. Ein bestimmender Einfluß der Einwohnerzahl auf den Anschlußwert je 1000 Einwohner läßt sich ebensowenig feststellen wie in Europa; es ist daher zulässig, Städte aller Größe einheitlich zu behandeln, wodurch die Untersuchung bedeutend vereinfacht wird. Während in Europa die Einführung der Elektrizität

in allen bedeutenden Orten etwa im Laufe eines Dezenniums erfolgte, liegt der Beginn der Entwicklung des Stromverbrauchs in den hier betrachteten Gegenden ganz verschieden. Während einzelne Anlagen seit dreißig Jahren im Betrieb stehen, harren andere Städte bis zu 100 000 Einwohnern heute noch der Einführung elektrischer Beleuchtung. Es ist daher nicht zulässig und hätte auch keinen Wert, einfach die Mittelwerte der je 1000 Einwohner angeschlossenen Kilowatt anzugeben, vielmehr ist es erforderlich, jedem Wert das Betriebsjahr zuzuordnen, in welchem er beobachtet worden ist. Aus Hunderten von eingetragenen Werten ergibt sich dann das in Abb. 1 wiedergegebene Bild, welches drei deutlich abgegrenzte Gruppen der Entwicklung erkennen läßt:

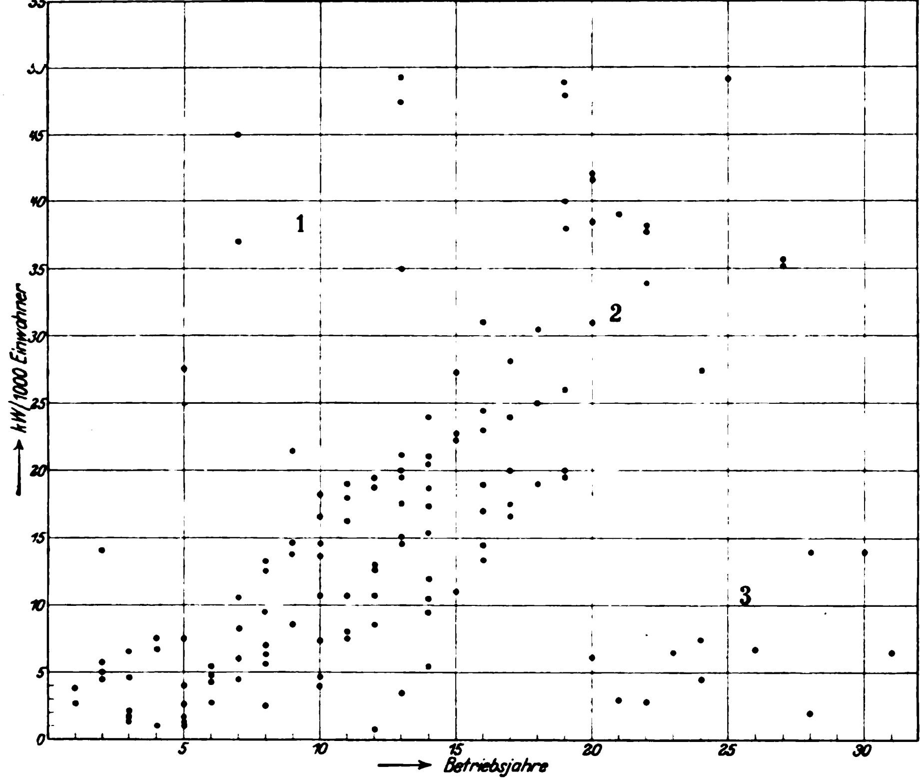


Abb. 1. Entwicklung des Anschlußwertes orientalischer Städte.

I. Werke mit ungewöhnlich hohem Stromverbrauch; es handelt sich durchweg um besonders günstig gelegene Wasserkräfte, die zur Stromabgabe an militärische Anlagen, Erholungstationen für Europäer oder Städte mit besonders hoch entwickelter Industrie ausgenutzt werden;

II. Werke mit Stromverbrauchszahlen, die den europäischen in den gleichen Entwicklungstufen nahekommen;

III. Werke, deren Entwicklung auffallend zurückbleibt.

Sicht man von den wenigen Ausnahmefällen der Gruppe I ab, so kann man bei sämtlichen Anlagen in den ersten Betriebsjahren eine recht einheitliche Entwicklung feststellen; etwa das fünfte Betriebsjahr darf dann als der kritische Punkt für die weitere Entwicklung angesehen werden. Ist die Leitung des Werkes den Aufgaben gewachsen, hält der Ausbau der Zentrale und der Leitungen Schritt mit dem Ansteigen des Strombedarfes, ist die Tarifpolitik gesund und die Werbetätigkeit für den Stromabsatz hinreichend, so folgt die Zunahme des Anschlußwertes in ihrem weiteren Verlauf der Gruppe II. Die Ursache des Zurückbleibens in der Entwicklung kann zu suchen sein

1. in zu hohen Tarifen
   a) infolge unwirtschaftlich arbeitender Anlagen oder
   b) infolge falscher Preispolitik oder
2. in unzureichenden Kraftanlagen und Leitungsnetzen.

Der Fall 1. a ist zumeist eine Folge von Kapitalmangel; solange alte, aus zahlreichen kleinen Einheiten bestehende Werke mit übermäßig hohen Brennstoff- und Wartungskosten nicht radikal durch richtig ausgelegte Neuanlagen ersetzt werden, ist eine Besserung nicht zu erwarten. Typische Beispiele sind die alten Anlagen Colombo, Kandy und Mossul.

Ein aus statistischen Angaben zusammengestelltes, also der Praxis entnommenes Beispiel soll den Einfluß einer Neuanlage auf die Wirtschaftlichkeit erläutern. Zugrundegelegt sei eine erweiterungsbedürftige, aus zahlreichen kleinen Glühkopfaggregaten bestehende Zentrale von 800 kW Gesamtleistung, die auf 1000 kW gebracht werden soll. Die wichtigsten, ebenfalls statistischen Veröffentlichungen entnommenen Zahlenwerte, u. zw. links für die Erweiterung um einen 200 kW-Dieselsatz, rechts für den Ersatz der ganzen bisherigen Zentrale durch zwei neue Sätze von je 500 kW sind nachstehend einander gegenübergestellt.

Abb. 2. Bauweise und Lichtinstallation in einer gedeckten (oben) und offenen (unten) Bazarstraße.

Gesamtleistung kW	1 000	1 000 [1]
Brennstoffverbrauch je PSeh g	400	250
Wirkungsgrad des Generators %	80	90
Jahresverkauf Mill. kWh	1,5	1,5
Jahreserzeugung Mill. kWh	2,0	2,0
Jährl. Brennstoffverbrauch t	1 370	756
Jährl. Brennstoffkosten £	6 870	3 770
Jährl. Betriebsausgaben je kWh:		
Schmier- usw. Material	0,06 d	0,03 d
Löhne	0,2 „	0,07 „
Reparaturen usw.	0,3 „	0,1 „
Abgaben	0,03 „	0,03 „
Gehälter	0,3 „	0,3 „
Zusammen	0,89 d	0,53 d
Jährl. Betriebsausgaben, ohne Brennstoffkosten £	7 430	4 420
Investiertes Gesamtkapital 1000 £	100	130
Gesamte jährl. Betriebskosten £	14 300	8 190

[1] ferner die alte Anlage als Reserve.

Bei einem Strompreis von 4 d würden die Betriebseinnahmen 25 000 £ betragen, und es verblieben nach Abzug der Betriebsausgaben für Verzinsung, Amortisation und Rücklagen im ersten Fall 10 700 £, im zweiten 16 810 £ bzw. 10,7 und 12,95 %. Tatsächlich besteht also bereits im ersten Jahre nach der Errichtung der Neuanlage die Möglichkeit, den Tarif zu senken, u. zw. bei Zugrundelegung von 10,7 % für den Kapitaldienst von 4 auf 3,55 d.

Der Fall 1 b bedarf keiner besonderen Erläuterung; er tritt im Orient nicht selten auf und hatte schon in manchen Städten einen starken Rückgang des Anschlußwertes zur Folge.

Auch die nicht rechtzeitige Vergrößerung der Anlagen ist zumeist eine Folge von Kapitalmangel. Es ist für die gesunde Entwicklung eines Elektrizitätslieferungsunternehmens unerläßlich, für Erweiterungen alljährlich in der Bilanz besondere Rücklagen vorzusehen. Von gleicher Wichtigkeit ist es, der richtigen Verwen-

dung und Instandhaltung aller Einzelteile im Betriebe größte Sorgfalt zuzuwenden. Bezüglich der Maschinen geschieht dies in der Mehrzahl der Fälle, dagegen findet man die Übertragungsleitungen orientalischer Stadtnetze oft in arg vernachlässigtem Zustande. Häufig werden für diese schon bei der ersten Verlegung gar keine Berechnungen angestellt, sondern nach Gefühl beliebige Querschnitte benutzt, nicht selten zudem mit unzureichender Isolation. Daß ein solches Vorgehen entweder zu einer unnützen finanziellen Belastung der Anlage führt oder im umgekehrten Falle einen unzulässig hohen Spannungsabfall hervorruft, stets aber ein fühlbares Sinken der Nachfrage nach elektrischem Strom zur Folge haben muß, liegt auf der Hand. Erreicht der Spannungsabfall an den Verbrauchstellen, wie z. B. in Teheran, 50 %, so ist die elektrische Beleuchtung gegenüber der einfachen Öllampe nicht mehr wettbewerbsfähig. Bei der großen Wichtigkeit, die dieser Frage zukommt, lohnt es sich. zu untersuchen, inwiefern die üblichen Gesichtspunkte für die Verlegung von Stadtnetzen unter orientalischen Verhältnissen einer Revision bedürfen.

Viel ausgeprägter als in Städten europäischen Charakters zeigt sich im Orient der Unterschied zwischen Wohn- und Geschäftsvierteln. Wohnhäuser sind selten über zwei Stockwerke hoch, meist sogar nur einstöckig, und bestehen in der Regel aus zwei durch einen Hof oder Garten voneinander getrennten Gebäuden, von denen das an der Straße gelegene Vorderhaus lediglich zum Empfang von Gästen, eventuell auch als Bureaulokal dient, während sich im rückwärtigen, bei den Mohammedanern „Anderun" genannten, die eigentlichen Wohnräume befinden. Der Anschlußwert eines solchen Häuserkomplexes ist im Durchschnitt mit etwa 500 bis 1000 W anzunehmen. Infolge der beschriebenen Bauweise besitzen die Wohnviertel orientalischer Städte eine beträchtliche Ausdehnung; für Überschlagsrechnungen mag etwa 500 bis 1000 m² als durchschnittliche Fläche eines Hauses mit Garten zugrundegelegt werden; die Anzahl der Bewohner eines solchen dürfte im Mittel etwa 10 bis 20 betragen, die Entfernung zweier Hauseingänge an einer Straßenseite voneinander etwa 20 bis 40 m. Der Stromverbrauch für Beleuchtung konzentriert sich auf einige Abendstunden und beträgt selten mehr als 25 % der in einem Haus installierten Lampen.

Im Geschäftsviertel oder „Bazar" befinden sich in der Regel keine oder nur verhältnismäßig wenige und primitive Wohnungen; Abb. 2 läßt die Bauweise erkennen. Entlang der offenen, halb oder ganz überdeckten Bazarstraßen liegen unzählige kleine Läden, deren Abmessungen fast allgemein etwa 3 × 3 × 3 m betragen. Jeder dieser Läden benötigt zu seiner Beleuchtung eine Glühlampe, für welche sich die Anordnung eines Zählers natürlich nicht lohnt; da überdies die Lampen unterschiedslos von Sonnenuntergang bis zum Ladenschluß eingeschaltet sind, besteht gegen die Anwendung von Pauschaltarifen für solche Anschlüsse kein Bedenken.

Während die Leitungen in den Wohnvierteln auf Masten verlegt werden, läßt sich diese auch im Bazar vielfach angewendete Verlegungsweise dort nur sehr schlecht den Gebäuden anpassen; vielmehr empfiehlt sich die Verwendung isolierter Leitungen, die in der aus Abb. 2 ersichtlichen Weise mittels Porzellanklemmen an der Unterseite der Dächer befestigt werden und so eine bequeme Ausführung der einzelnen Anschlüsse und eine leichte und sichere Überwachung gestatten. Speise- und Hauptverteilungsleitungen mit stärkeren Querschnitten wird man in der Regel nicht die Straßen entlang sondern in der kürzesten Richtung über die flachen Dächer hinweg führen. Abgesehen von einzelnen Hauptstraßen und Plätzen in Großstädten besteht keine Notwendigkeit, unterirdisch verlegte Kabel zu verwenden. Viele Gründe, wie der billigere Preis, besserer Schutz gegen Beschädigung, bequemere Überwachung und Herstellung der Anschlüsse, sprechen erfahrungsgemäß zugunsten der Freileitung. Da Eislast nicht zu berücksichtigen ist, kann für schwach belastete Leitungen auch unbedenklich die Verwendung kleiner Querschnitte bis zu 6 und fallweise sogar 4 mm² zugelassen werden, wo dem keine gesetzlichen Bestimmungen im Wege stehen.

Viel Geschick und Erfahrung fordert, insbesondere bei Neuanlagen, die Bestimmung der zweckmäßigsten Maschinenleistung und sonstigen technischen Daten, da brauchbare Unterlagen von seiten der Einwohner, wie eingangs ausgeführt, in den seltensten Fällen erhältlich sind. Auch die Hausinstallationen müssen nach den im Orient gesammelten Erfahrungen ausgeführt sein; durchaus verfehlt wäre es, sich hier nach europäischen Gebräuchen oder Vorschriften zu richten; offene Verlegung isolierter Leitungen auf Porzellanklemmen oder Rollen entspricht den Erfordernissen am besten. In diesem Zusammenhange sei auch noch nebenbei bemerkt, daß sich die architektonische Ausführung des Krafthauses und sonstiger Gebäude möglichst dem Baustil des betreffenden Landes anpassen soll.

Wenig weitschauende Elektrizitätswerksbesitzer glauben dadurch den Nutzeffekt und den Ertrag ihrer Werke zu verbessern, daß sie die Maschinen bei Sonnenaufgang oder gar schon um Mitternacht stillsetzen. Auf den ersten Blick scheint es tatsächlich, als würde mit dieser Maßnahme das angestrebte Ziel erreicht; wird doch Brennstoff und Arbeitslohn für den Rest der Zeit gespart. Um festzustellen, ob das Stillsetzen des Werkes tatsächlich einen wirtschaftlichen Vorteil mit sich bringt, sind im Nachstehenden die täglichen Betriebsausgaben und -einnahmen eines aus 2 Dieselsätzen von je 60 kW bestehenden Ortskraftwerkes, u. zw.

a. bei täglich 6 stündigem Betrieb (18 bis 24h)
b. „ „ 12 „ „ (18 bis 6h)
c. „ „ 24 „ „

einander vergleichend gegenübergestellt. Dabei sind der Wert des Kraftwerkes einschl. des Leitungsnetzes mit 10 000 £, der Tarif mit 6 d für Licht und Ventilatoren, 4 d für Kraft, der Preis des Brennstoffs mit 5 £/t und die übrigen Ausgaben nach vorliegenden Statistiken in Ansatz gebracht. Den Berechnungen ist das Belastungsdiagramm Abb. 3 zugrunde gelegt.

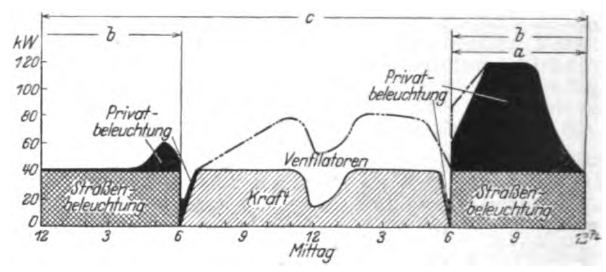


Abb. 3. Typisches Belastungsdiagramm einer kleinen orientalischen Stadt.

Ausgaben.

	a	b		c
	s	s	d	s
Brennstoff (250 g/Psh) . . .	18	26	6	52
Schmieröl usw.	5	7		13
Löhne	40	48		75
Reparaturen usw.	20	30		40
Abgaben	2	2		2
Gehälter	100	100		100
Erneuerungsrücklagen . . .	22	27	6	33
Summe:	207	241		315

Einnahmen.

	a	b	c
Licht- und Ventilatorenstrom	277 s	407 s	587 s
Kraftstrom	—	—	144 „
Sonstige Einnahmen . . .	13 „	13 „	19 „
Summe:	290 s	420 s	750 s

Somit beträgt der für die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals verfügbare tägliche Bruttonutzen im Fall a 83, im Fall b 179 und im Fall c 435 s. Man erkennt den überragenden Einfluß des Kraft- und Ventilatorenstromes auf die Wirtschaftlichkeit und sieht den bedeutenden Vorteil des 24stündigen Betriebes. Dabei wurde eine Höchstabnahme für Ventilatoren und Kraft von nur je ein Drittel derjenigen für Licht angenommen. Daß dies nicht zu hoch, im Gegenteil selbst unter Annahme ungünstiger Verhältnisse eher zu niedrig gegriffen ist, geht aus den vorliegenden Statistiken hervor; so fielen beispielsweise 1927 in Britisch Indien von 129 000 angeschlossenen Kilowatt öffentlicher Kraftwerke 29 % auf Licht, 16 % auf Ventilatoren, 50 % auf Kraftanschlüsse, die übrigen 5 % auf Straßenbahnen, die ihrer noch geringen Verbreitung wegen hier außer acht gelassen seien. Während der kalten Jahreszeit, sofern eine solche deutlich auftritt, fallen die Ventilatoren als Verbraucher fort; es ermäßigt sich für diesen Fall in obigem Beispiel der erzielte Nutzen um 174,5 s je Tag, übertrifft also immer noch wesentlich denjenigen des Betriebsfalles b, wobei der teilweise Ersatz des Ausfalles durch den Anschluß von Heizapparaten unberücksichtigt blieb.

Es ist also zweifellos ein schwerer Fehler, selbst kleine Werke anders als 24 h durchlaufend zu betreiben. Ebenso verwerflich ist es, die Anschaffung einer Reservemaschine ersparen zu wollen und das Werk mit einem einzigen Maschinensatz auszustatten; infolge der dadurch in der Stromlieferung eintretenden Unsicherheit ergibt sich auch wieder ein Zurückbleiben des Anschlußwertes, wie dies bei den Anlagen in Teheran, Täbris, Resht und Enseli beobachtet werden kann.

Durch einen oder das Zusammentreffen mehrerer der vorstehend aufgeführten Umstände findet somit jeweils das Zurückbleiben eines Werkes der Gruppe III (Abb. 1) seine Erklärung, und wir sind berechtigt, den von der Gruppe II bedeckten Streifen als den normalen Entwicklungsgang aller Stadtzentralen im Orient anzusprechen. Die noch verbleibenden Ungleichheiten sind nicht größer als die in Europa oder sonstwo beobachteten und finden in der Verschiedenheit der Städte untereinander eine hinreichende Erklärung; reiche Städte werden sich in der Regel nahe der oberen Grenze bewegen, ärmere nahe der unteren. In Zahlentafel 1 ist das Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen über den Anschlußwert übersichtlich zusammengestellt:

1. Entwicklung des Anschlußwertes je 1000 Einwohner.

Betriebsjahr	kW/1000 E	Betriebsjahr	kW/1000 E
1.	0,5 bis 3	15.	11 bis 30
3.	0,5 „ 6	17.	15 „ 35
5	1 „ 9	19.	19 „ 40
7.	2 „ 13	21.	23 „ 44
9.	3 „ 17	23.	27 „ 49
11.	4 „ 21	25.	31 „ 53
13.	7 „ 26	27.	35 „ 58

Der Gleichzeitigkeitsfaktor. Der Quotient $\frac{\text{Spitzenbelastung}}{\text{Anschlußwert}} = z$ ist insofern von Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit eines Kraftwerkes, als von ihm die Größe der bei gegebenem Anschlußwert zu installierenden Maschinenleistung abhängt. Je höher dieser Wert, desto größere Maschinen sind zu installieren, und desto schlechter ist auch die zu erwartende Ausnutzung der Zentrale, was in einer niedrigen Benutzungsdauer der Gesamtleistungsfähigkeit zum Ausdruck kommen würde. Während nun der Wert von z unter europäischen Verhältnissen bei Kraftwerken aller Größen im Mittel stets um 30 % liegt, zeigt sich im Orient eine deutliche Abhängigkeit von der Einwohnerzahl. Es ist wesentlich, festzustellen, daß der Faktor durch den Charakter der Stadt selbst bestimmt wird und vom Ausbau des Werkes, also auch von der Höhe des Anschlußwertes, in weiten Grenzen unabhängig bleibt. In Zahlentafel 2 finden sich die nach den vorliegenden statistischen Angaben und eigenen Beobachtungen des Verfassers errechneten Mittelwerte für Städte verschiedener Größenordnung:

2. Gleichzeitigkeitsfaktor.

Einwohnerzahl	z
bis 50 000	43,7
51 000 bis 100 000	43,3
101 000 bis 200 000	42,5
201 000 bis 500 000	29,5
über 500 000	28,4

Für Netze mit namhaften Motorenanschlüssen kommen Werte bis zu 50 % über, für reine Lichtwerke solche bis zu 40 % unter den angegebenen Mittelwerten vor. Für Industrieanlagen gelten die bekannten Werte.

Der Belastungsfaktor. Im Gegensatz zu dem vorbesprochenen Gleichzeitigkeitsfaktor zeigt sich der Belastungsfaktor

$$m = \frac{\text{mittlere Jahresbelastung}}{\text{Spitzenbelastung}} = \frac{\text{jährlich erzeugte kWh}}{\text{Spitzenbelastung} \cdot 8760}$$

in hohem Grade von der Größe der bereits bestehenden Anlage abhängig, steht dagegen mit der Einwohnerzahl und dem Charakter des Konsums nur in sekundärem Zusammenhang. Hiervon wieder streng zu unterscheiden wäre die ziffernmäßig nur schwer ausdrückbare, am besten durch die Belastungskurve dargestellte zeitliche Aufeinanderfolge der Höchst- und Mindestwerte des Stromkonsums, über welche oben bereits gesprochen wurde.

Der Belastungsfaktor m übt auf die Wirtschaftlichkeit den größten Einfluß aus; je größer sein Wert, desto mehr nähert sich die Durchschnittsbelastung der höchsten Spitze, desto besser sind also die Anlagen ausgenutzt. Hier zeigen sich ziffernmäßig die in der Einleitung bereits erwähnten günstigeren Bedingungen, die Elektrizitätswerke im Orient vorfinden. Werte von 16 bis 20 %, die in Europa die Regel bilden, kommen hier nicht vor. Und wie in Europa werden die Werte von m bei zunehmender Zentralenleistung größer, also günstiger, was keiner besonderen Erklärung bedarf. Die errechneten Mittelwerte von m sind in Zahlentafel 3 zusammengestellt; namhafte Abweichungen kommen nicht vor:

3. Belastungsfaktor.

Installierte Maschinenleistung in kW	m
bis 500	29,9
501 bis 1000	34,4
1001 bis 5000	41,0
über 5000	42,8

Schlußwort. Es ist davon abgesehen worden, Mittelwerte für die Benutzungsdauer der Gesamtleistungsfähigkeit der Werke anzugeben, da diese Werte direkt von der Höhe der installierten Leistung abhängen; diese stellt aber keinen wissenschaftlich erfaßbaren Wert dar, da ein großer Teil der ausgeführten Installationen gegen die allgemein als richtig erkannten Regeln über die Notwendigkeit einer Leistungsreserve verstößt und daher eine Gesetzmäßigkeit hier nur schwer nachzuweisen wäre; liegt auch der Durchschnittswert der Benutzungsdauer bedeutend höher, also anscheinend günstiger als diejenige europäischer Werke, so dürfen daraus keine Schlüsse für Neuanlagen oder Erweiterungen gezogen werden.

Der jährliche Energieverlust liegt ebenfalls im Durchschnitt höher als bei gleichen Anlagen in Europa, sollte aber etwa 20 % nicht überschreiten, wo keine höheren als die allgemein als noch zulässig anerkannten Spannungsabfälle gestattet werden.

Schließlich sei noch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß mit Vorstehendem nur die Grundlagen für die Berechnung gegeben sind, daß aber die Berechnung selbst immer noch viele besondere Kenntnisse und Erfahrungen voraussetzt.

---

18. Jahresausstellung der Physical Society und Optical Society in London.

Von Dr.-Ing. **Georg Keinath**, Berlin.

Der Verfasser hat die alljährlich stattfindende Ausstellung, über die auch stets in der ETZ berichtet worden ist, dieses Mal persönlich besucht und möchte im folgenden seine Eindrücke schildern.

Schon bei einer früheren Reise nach England, anläßlich der British Empire Exhibition in Wembley, hatte ich versucht, die Erlaubnis zur Besichtigung größerer Kraftwerke und bemerkenswerter Unterwerke zu erhalten. Es gelang mir nur, Einlaß in das große Kraftwerk in Lots Road zu erhalten, das u. a. auch Teile des Bedarfs der Londoner Untergrundbahn liefert. Wir waren über das, was wir sahen, einigermaßen enttäuscht und hatten den Eindruck, daß der uns führende Ingenieur selbst das Empfinden hatte, daß er uns nichts technisch Bemerkenswertes zeigen konnte. Diesmal war es möglich, in zwei Kraftwerke und ein Unterwerk zu kommen. Das sehr große Werk der London Power Company war das bestgeführte von den wenigen, die ich sah, es soll von allen englischen Werken den höchsten Wirkungsgrad haben. Es war die einzige Stelle, wo eine laufende Kesselhauskontrolle ausgeführt wurde mit einer Unzahl von Instrumenten an den Kesselschildern. Im allgemeinen scheint die Wärmekontrolle in den Betrieben nicht Eingang zu finden. Obwohl sich der Kohlenpreis gegen die Vorkriegszeit verdreifacht hat, ist er immer noch so niedrig, daß man ohne die Kontrolle des Verbrauchs auszukommen glaubt.

Man sieht verhältnismäßig wenig neue Apparate. Die Spannungssicherheit entspricht wohl nicht einmal den alten VDE-Vorschriften; wir sahen in einer 10 kV-Anlage sehr viele Durchführungswandler mit Isolatoren, die



sicher bei 20 kV schon starke Gleitfeuer zeigen mußten. Man bestätigte uns das und meinte, das mache nichts, es schlüge bei Überspannungen an anderen Stellen ja auch über. Zu diesem Eindruck hat noch sehr beigetragen das zähe Festhalten am Leuchtgas. Wir sahen in einem Unterwerk einen Gaskochherd und Gasbeleuchtung. Auf der British Empire Exhibition hatte 1924 ein Aussteller auf einem großen Schild mitgeteilt, daß „nach dem Gutachten namhafter Ärzte Gasbeleuchtung und Gasheizung für Schlafzimmer am gesündesten sei". Ferner stehen die vielen verschiedenen Frequenzen in den Londoner Bezirken einem Ausbau der Anlagen, der dem heutigen Stande der Technik entspricht, noch entgegen. Die Werke arbeiten vielfach mit zwei oder drei Frequenzzahlen, in London werden Frequenzmesser mit dem Meßbereich 15 ÷ 100 Hz verlangt. Trotz aller Bemühungen, die durch das Londoner Telephonelend noch erheblich vermehrt wurden, gelang es uns nicht, ein selbsttätiges oder ein angeblich ferngesteuertes Unterwerk zu sehen. Von der so viel gerühmten Offenherzigkeit, wie sie in Amerika geübt wird, merkten wir nichts in England. Es wäre sehr zu wünschen, daß man den wenigen englischen Ingenieuren, die nach Deutschland kommen, ohne viel Bedenken unsere neuzeitlichen Kraftwerke zeige, um ihnen deutsche Arbeit und deutsches Können vor Augen zu führen. Es darf indessen nicht verschwiegen werden, daß die uns begleitenden Ingenieure alle von besonderer Liebenswürdigkeit waren und uns alle Fragen beantworteten.

Die Ausstellung der Physical Society zusammen mit der Optical Society fand in den Lehrräumen des Imperial College of Science and Technology in South Kensington statt. In den Korridoren waren in Glasschränken die Lehrmittel aufbewahrt. Ich habe niemals eine so große Zahl von Tangentenbussolen beisammen gesehen wie hier, es scheint, daß damit noch viel gearbeitet wird.

Die Ausstellung war für englische Firmen offen, trotzdem waren auch Erzeugnisse des Kontinents, einer Schweizer Firma, zu sehen, auch amerikanische Apparate waren unter englischer Flagge ausgestellt. Man kann sagen, daß die Ausstellung ein doppeltes Gesicht hatte. Das eine war das alte England, das mit ungeheurer Zähigkeit an dem Überlieferten festhält, jeden Verbesserungsvorschlag und jeden Normungsgedanken ablehnt. Auf dem Stand Nr. 75 war eine wunderbare Sammlung von Hörrohren aller Größen und Formen zu sehen, vom Westentaschenformat bis zum Grammophontrichter. Ich konnte auf dem Tisch 63 verschiedene solcher Hörgeräte zählen. Auch in der elektrischen Abteilung sah man Sammlungen von Firmen, die ihre vor 20 und mehr Jahren konstruierten Apparate noch unverändert weiterbauen. Auf der anderen Seite muß aber auch gesagt werden, daß es einige wenige Firmen gibt, die anfangen, ihre Apparate neuzeitlich umzugestalten und in neuer Herstellungsweise zu entwickeln. Hier müssen die Cambridge Instrument Co. und Evershed & Vignoles genannt werden. Die erstere baut nur feinmechanische, elektrophysikalische und Präzisionsinstrumente, die andere ist durch „Meg" und „Megger", die bekannten Isolationsmesser, hervorgetreten. Siemens Brothers haben sich, nachdem 1914 die Beziehungen zu der deutschen Stammfirma aufgehört hatten und nicht wieder aufgenommen wurden, auf meßtechnischem Gebiete mit Elliot Bros. zusammengeschlossen; sie hatten nebeneinander ausgestellt. Es hat den Anschein, daß Siemens Bros. heute noch immer die Vorkriegsmodelle von Siemens & Halske bauen; bei dem Glühfadenpyrometer ist das erste Nachkriegsmodell kopiert worden, aber in wenig glücklicher Weise.

Andere Firmen haben hübsche neue Apparate gebracht. Kein Aussteller hat aber auf besondere Betriebsfestigkeit hingewiesen. An einem Stand war ein Starkstrom-Registrierapparat einer ausländischen Firma zu sehen, der hinsichtlich Isolationsfestigkeit am Klemmklotz zu dem Schlimmsten gehört, was der Verfasser jemals gesehen hat, es war sicher nur ein Ausstellungsapparat, nicht bestimmt, eingeschaltet zu werden. Die Kriechstrecke betrug nur etwa 1 ÷ 2 mm. Die Foster Instrument Co., die die stoßsichere Resilia-Lagerung für Drehspulinstrumente baut, suchte die Festigkeit dadurch zu zeigen, daß sie ein Brett mit Apparaten in ganz langsam schaukelnde Bewegungen, ähnlich dem Schlingern eines Schiffes, brachte, die natürlich keiner Lagerung schaden können. Ein Schütteltisch wäre überzeugender gewesen.

Betriebsmeßgeräte.

In England werden für Schalttafeln vorwiegend Instrumente mit wenigstens 120° Skalenwinkel (Super-Scale) und 300° Skalenwinkel verwendet. Der Gewinn von 90° auf 120° ist unbedeutend, weil der Zeiger etwas verkürzt werden muß. Jedenfalls erhöht die Maßnahme nicht die Genauigkeit; denn auch die englischen Vorschriften lassen für Wechselstrom-Instrumente einen Fehler von ± 1 bis 1,5 % des Höchstwertes, d. i. ± 1,3 bis ± 1,8 mm zu. Die Record Instrument Co. baut alle ihre Typen mit 300° Skalenwinkel, sogar Dreheiseninstrumente, unter Verwendung eines eigenartigen Doppelsystems[1].

Everett Edgcumbe hat gewissermaßen noch einen letzten Versuch zur Ehrenrettung des Ferraris-Scheibeninstrumentes zur Strom- und Spannungsmessung unternommen. Die Scheibe ist unrund, die Teilung dadurch etwa von $^1/_{10}$ ab proportional. Durch Verwendung zweier getrennter Magnetsysteme mit um rd. 90° phasenverschobenen Strömen an Stelle der üblichen Kurzschlußringe ist eine wesentliche Verbesserung erzielt worden. Der Temperatureinfluß soll nur 0,3 % für 10° sein, der Frequenzeinfluß für 45 ÷ 55 Hz nur ± 0,2 %. Als Genauigkeit wird ± 1 % vom Höchstwert angegeben, als zulässiger Stoßstrom der 50fache Nennstrom. Wenn die mitgeteilten Werte fabrikationsmäßig erreicht werden, so wäre damit das Drehfeldinstrument weit über die bisher übliche Qualität gehoben worden.

Zur Fernmessung elektrischer und mechanischer Größen haben Evershed & Vignoles nach Vorschlägen von Midworth eine Einrichtung geschaffen, die zu der Kategorie der selbsttätigen Potentiometer gehört, wie sie in Amerika bei der Westinghouse Co., in Italien bei der C. G. S. in Monza entwickelt wurden. Das zu übertragende Instrument sitzt auf gleicher Achse mit einem Gleichstrominstrument. Differieren die beiden, so wird ein Motor eingeschaltet, der den Schleifkontakt eines Ringwiderstandes bewegt, der an einer Hilfs-Gleichspannung liegt, so lange, bis der Strom so geändert ist, daß die beiden Zeiger des Gebers übereinstimmen. Das Empfängerinstrument liegt in Reihe mit dem Geber, deshalb sind Spannungschwankungen und Widerstandsänderungen ohne jeden Einfluß. Die Apparate machten einen guten Eindruck, allerdings ist der Preis mit etwa 2000 RM reichlich hoch.

Tragbare Instrumente.

Für Dreheiseninstrumente verwendet die Firma Everett Edgcumbe die Nickeleisenlegierung „Mumetal". Die Instrumente sollen auch bei Gleichstrom mit hoher Genauigkeit arbeiten. Der Hersteller gibt für Voltmeter bis 800 V und Amperemeter bis 10 A für Gleich- und Wechselstrom die Genauigkeitsgrenze der British Substandards an, d. i. ± 0,5 % vom Höchstwert. Der Eigenverbrauch ist bei 10 A 0,5 VA (mit sehr guter Skala); die Instrumente werden mit Nebenwiderständen mit 150 mV Abfall verwendet. Der dadurch entstehende zusätzliche Fehler soll unter normalen Verhältnissen nicht über ⅓ % hinausgehen. Das Verhalten bei Überstrom (das nach Erfahrung des Verfassers bei diesen „hochgezüchteten" Nickeleisenlegierungen besonders ungünstig ist) ist nach einer persönlichen Mitteilung des Herstellers an den Verfasser noch nicht untersucht worden.

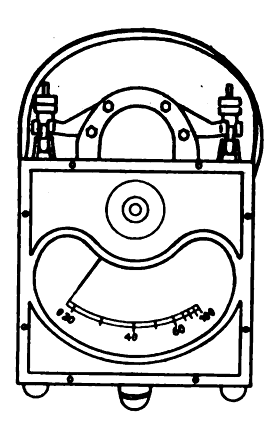


Abb. 1. Dreheisen-Montage-instrument, Einleitertype.

Crompton Parkinson Ltd. zeigten ein neues tragbares Vielfach-Meßgerät, das aus dem im vorigen Jahr gezeigten Eisenringinstrument[2] entstanden ist (Abb. 1). Ein Teil des Eisenringes ragt abnehmbar aus dem Instrument heraus. Wird ein Leiter durch die Öffnung gezogen, so erreicht man mit 100 A den Endausschlag[3]. Kleinere Strombereiche erreicht man durch mehrfaches Durchfädeln und mit besonderen, in den Kern einzulegenden Wicklungen. Zur Spannungsmessung bis 600 V verwendet man dünndrähtige Spulen und an den Kasten angebaute Widerstände. Das Instrument soll als Strommesser von 25 bis 100 Hz, als Spannungsmesser von 25 bis 60 Hz eine Genauigkeit von ± 1 % aufweisen.

Meßwandler.

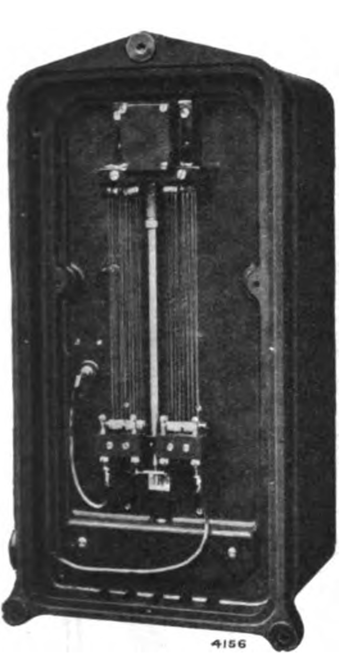
Hier ist zu erwähnen, daß schon verschiedene Firmen Nickeleisenlegierungen verwenden, mit denen sich eine außerordentlich hohe Genauigkeit erreichen läßt.

[1] S. Keinath, Technik elektrischer Meßgeräte, 3. Aufl., Bd. 1, S. 180.
[2] Keinath, wie Fußnote 1, S. 180.
[3] Die Angabe 600 A in The Electrician Bd. 100, S. 32, ist falsch.



Registrierapparate.

Einer der interessantesten und am besten durchgebildeten Apparate wurde von der Cambridge Instrument Co. ausgestellt, ein registrierendes Potentiometer (Relaisregistrierapparat) mit einem „Hitzdrahtmotor". Dem Prinzip nach ist dieser Apparat mit dem Relaisschreiber von Leeds & Northrup[4] verwandt, aber mit dem Unterschiede, daß an Stelle des dauernd laufenden Motors der Fallbügel durch das Zusammenziehen eines Bündels von Hitzdrähten betätigt wird, das periodisch in Intervallen von 12 s ein- und ausgeschaltet wird (Abb. 2). Dasselbe Modell wird auch als Temperaturregler benutzt. — Auch Everett Edgcumbe bauen nunmehr einen Relaisschreiber, allerdings mit Motorantrieb, als Temperaturschreiber usw. Der Apparat soll sich bei starken Vibrationen, z. B. auf Lokomotiven, besonders gut bewährt haben.



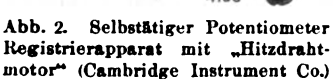


Abb. 2. Selbstätiger Potentiometer Registrierapparat mit „Hitzdrahtmotor" (Cambridge Instrument Co.)



Abb. 3. Oszilloskop der Cambridge Instrument Co.

Zu erwähnen ist noch der „Operation Recorder" von Evershed & Vignoles, die Vereinigung eines Zeitregistrierapparates mit 20 Federn mit einem andern Schreiber, z. B. für Strom, der insbesondere zur Überwachung selbsttätiger Unterstationen gedacht ist. Auch dieser Apparat ist, wie die meisten von Evershed, sehr gut durchgebildet.

Oszillographen.

Die Cambridge Instrument Co. stellte eine neue Ausführung ihres Duddel-Oszillographen aus für Spannungen bis 75 000 V mit zwei Schleifensystemen und einem elektrostatischen System nach Ho[5]. Jedes System liegt in einem besonderen Ölbad auf Stützisolatoren, durch Glaswände getrennt. Zum ersten Male wurde das Cambridge-Oszilloskop gezeigt (Abb. 3). Es ist ein Kasten von etwa 60 cm Höhe, 25 cm Breite und Tiefe, mit einer Beobachtungsmattscheibe, in dem ein Synchronmotor einen Polygonspiegel antreibt, auf den der Lichtstrahl fällt und der ihn auf die Mattscheibe leitet. Es ist nur eine einzige Schleife vorhanden, die aber selbsttätig so schnell auf die zwei Spannungen umgeschaltet wird, daß der Beschauer zwei Kurven sieht. Der Apparat dürfte als Synchronoskop sehr geeignet sein, leider ist sein Preis mit rd. 1800 RM noch zu hoch, um ihm größere Verbreitung zu geben. Ein Kathodenstrahl-Oszillograph nach Dr. A. B. Wood war von der Firma H. Tinsley & Co. ausgestellt. Er hat sehr kleine Abmessungen (Bildgröße nur etwa 4,5 × 6 cm) und soll hohe Empfindlichkeit, etwa 1 cm/50 V, haben. Der Kathodenfleck wurde nur ruhend gezeigt.

Auf meine wiederholte Bitte um Vorweisung von Original-Oszillogrammen wurde mir schließlich die Veröffentlichung von A. B. Wood[6] überreicht, die aber nur einige gezeichnete Oszillogramme mit einer maximalen Frequenz von 10 000 Hz zeigt, während bekanntlich Dufour, Rogowski und Gábor Frequenzen von mehr als 1000fachem Betrag aufgezeichnet haben.

Ein interessanter Apparat zum Studium periodischer Vorgänge ist das Stroboskop von Ashdown, Rotoskop genannt. Es arbeitet mit heller Beleuchtung des Prüfobjekts und intermittierender Beobachtung. Durch eine geistreiche Anordnung von rotierenden Zylindern wird erreicht, daß trotz kurzzeitiger Belichtung die Lichtstärke doch eine sehr hohe bleibt. Nach Meinung des Verfassers ist dieser Apparat das Beste aller stroboskopischen Einrichtungen. Der rotierende Zylinder wird von einem Federwerk angetrieben.

Widerstandsmeßgeräte.

Die Firma Evershed & Vignoles hat aus dem Megger-Widerstandsmeßgerät eine Meßeinrichtung zur Bestimmung von Erdungswiderständen entwickelt, ein Kreuzspulinstrument, das den Quotienten der an die Erde angelegten Spannung und des fließenden Stromes, also den Widerstand anzeigt. In die Erde fließt Wechselstrom, der vor den Instrumentspulen mit zwei auf der Welle der Induktormaschine sitzenden Kollektoren gleichgerichtet wird. Das Instrument ist neben dem von Siemens & Halske herausgebrachten Gerät, das auf anderer Grundlage beruht, das einzige, dessen Angaben unabhängig sind vom Widerstand der Hilfsonden. Auf ähnlicher Grundlage beruht ein neuer Registrierapparat zur Bestimmung des Leitvermögens von Flüssigkeiten, den die gleiche Firma herstellt (Dionic Water Tester).

Eine interessante und wertvolle Modifikation der Schering-Meßbrücke zur Bestimmung der Verluste in Isolierstoffen hatte die Cambridge Instrument Co. ausgestellt; nach Einstellung des Tonminimums kann man an einem Drehkondensator unmittelbar den Leistungsfaktor in den Grenzen 0,001 bis 0,5 ablesen. Die Kapazität kann zwischen 0,06 und 1 nF betragen[7]. Man soll imstande sein, stündlich 40 bis 50 Proben durchzumessen.

Magnetische Meßgeräte.

Das M-L-Magneto-Syndicate in Coventry hatte, zunächst für eigenen Bedarf, einen Magnetprüfapparat entwickelt, der (nach Watson) folgendes Prinzip verwendet: In dem magnetischen Kreis, der außen durch die Probe geschlossen wird, läuft in einem Luftspalt von einigen Millimetern eine Eisenscheibe, die den Rotor einer Unipolardynamo bildet. Sie wird durch einen kleinen Hilfsmotor mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben. Ihre EMK ist ein Maß für die Liniendichte in der Probe, und sie wird nach dem Kompensationsverfahren gemessen. Man kann mit dem Apparat aufnehmen:

Remanenz und Koerzitivkraft,
die B-H-Kurve,
das Produkt $B \cdot H$, die maximale Energie.

Er arbeitet sehr schnell, 20 bis 30 s genügen für die üblichen Messungen. Er ist besonders geeignet für gerade oder leicht gekrümmte Stabmagnete mit 5 bis 11 cm Länge oder Hufeisenmagnete mit 15 bis 35 cm Länge. Er hat auf den Verfasser einen sehr guten Eindruck gemacht, allerdings ist auch der Preis ziemlich hoch (rd. 2500 RM).

Mechanische Meßgeräte.

Die Cambridge Instrument Co. hat verschiedene mechanische Meß- und Registriergeräte ausgestellt, die auch den Elektrotechniker interessieren. Es sind davon zu erwähnen ein Vibrograph[8] in zwei Ausführungen für horizontale und vertikale Bewegungen. Die Aufzeichnung erfolgt durch Einritzen auf einem schmalen Zelluloidfilm. In ähnlicher Bauweise werden schreibende Beschleunigungsmesser hergestellt, ferner Instrumente zur Bestimmung von Zug- und Druckspannungen in Konstruktionsteilen, z. B. in Brückenträgern. Es wurde auf die „Freiluftausführung" dieser Apparate hingewiesen, die es zuläßt, daß sie längere Zeit ungeschützt im Freien bleiben.

Meßgeräte für die Wärmewirtschaft.

Von englischen neuen Meßgeräten dieser Art ist nicht viel zu berichten. Die Entwicklung ist sehr lang-

[4] Keinath, wie Fußnote 1, S. 376.
[5] Keinath, wie Fußnote 1, S. 334.
[6] J. Inst. El. Engs. London, Bd. 63, S. 1046. ETZ 1927, S. 1663.
[7] nF = Nano-Farad = 10^{-9} F (vgl. ETZ 1927, S. 481).
[8] „Motorship" Aug. 1927.



sam, weil es auch den englischen Herstellern schwer fällt, bei der anfangs erwähnten Abneigung der Engländer gegen alles Neuartige Interesse für wärmesparende Apparate zu finden. Für den deutschen Elektrotechniker mag es interessant sein, daß die Cambridge Instrument Co. in ihrer Liste 906 auf zwei Seiten Einrichtungen zur Messung von Stator- und Rotortemperaturen führt. Die VDE-Vorschriften lassen zwar elektrische Temperaturmessung zu, bezeichnen aber die Flüssigkeitsthermometer zur Messung von Wicklungstemperaturen als maßgebend.

Die große interessante Ausstellung der Electroflo Meters Co. Ltd. war amerikanischen Ursprungs (Republic Flow Meters Co., Chicago); sie umfaßte Kesselhausmeßgeräte aller Art in einer sehr ansprechenden, schönen und doch robusten Ausführung. Im besonderen ist zu nennen ein Sechsfach-Tintenschreiber mit sechs mechanischen Meßwerken, je zwei konzentrisch angeordnet, dicht hintereinander mit verschiedenen Farben schreibend.

Im ganzen war die Ausstellung sehr interessant und der Besuch für jeden, der an optischen, physikalischen und elektrischen Geräten interessiert ist, durchaus lohnend.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 254.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Formen von Elektrizitätszählern zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihnen das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden:

System 149, die Formen DZ5V und DZ5VT, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter,

hergestellt von der **Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft** in Leipzig-Leutzsch.

Charlottenburg, den 11. II. 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Paschen.

Beschreibung.

System 149,

die Formen DZ5V und DZ5VT, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter, hergestellt von der Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft in Leipzig-Leutzsch.

1. Meßbereiche.

Die Zähler der Form DZ5V messen die verbrauchte elektrische Arbeit bei beliebig verteilten Belastungen und bei jeder Phasenverschiebung in Drehstromanlagen mit Nulleiter. In der Ausführung als Doppeltarifzähler ohne eingebaute Umschaltuhr führen sie die Formbezeichnung DZ5VT. Die Doppeltarifeinrichtung dieser Zähler ist die gleiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 251 vom 14. XI. 1927 (ETZ 1928, S. 216) abgebildet ist. Die Zähler der Formen DZ5V und DZ5VT können ohne Zusatzapparate für Stromstärken von 1,5 bis 30 A, für verkettete Spannungen bis 410 V und für Frequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

2. Wirkungsweise.

Die Zähler (Abb. 1) sind Induktionszähler mit drei messenden Systemen, die den gleichen Aufbau wie die Systeme der durch die Bekanntmachung Nr. 251 zugelassenen Drehstromzähler der Form DZ5 haben. Der bewegliche Teil besteht aus zwei auf einer gemeinsamen Achse sitzenden Aluminiumscheiben und wird durch einen Dauermagneten gebremst. Zwei der messenden Systeme wirken auf die untere Scheibe, das dritte System und der Dauermagnet auf die obere Scheibe ein.

3. Schaltung.

Die Schaltung der Zähler ist aus Abb. 1 ersichtlich.

4. Eichung.

Nach einhalbstündiger Belastung der Spannungsspulen mit der Nennspannung werden an den drei Systemen der Zähler die in der Bekanntmachung Nr. 251 unter I 4 a bis f für die beiden Systeme der Zähler der Form DZ5 angegebenen Einstellungen vorgenommen mit dem Unterschied, daß die Einstellung gemäß I 4 d bei induktionsfreier einseitiger Belastung mit ⅓ der Nennstromstärke und die Einstellung gemäß I 4 e durch geringes gleichmäßiges Verstellen aller drei Kurzschlußringe auf den mittleren Schenkeln der Stromeisen herbeigeführt wird.

5. Eigenschaften.

Das Drehmoment der untersuchten Zähler betrug bei Nennlast und der Frequenz 50 Hz etwa 9,3 bis 10,6 cmg, die Drehzahl der Zähler etwa 48 bis 53 Umdr/min. Der

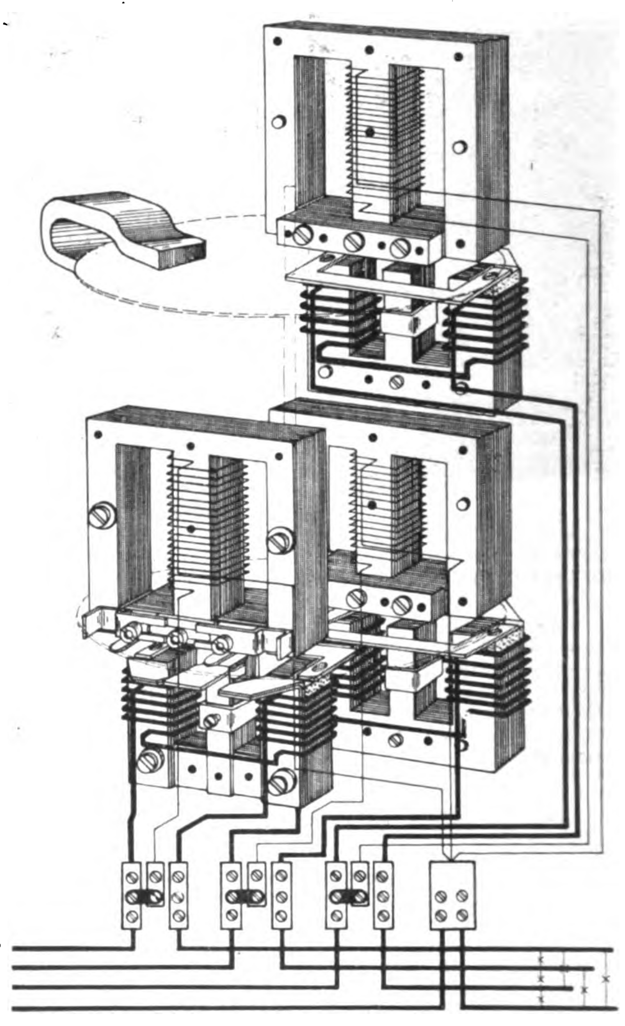


Abb. 1.

Anlauf erfolgte bei induktionsloser Belastung durchschnittlich mit etwa 0,3 % des Nennstromes. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 75 g ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei 190/110 V und bei 380/220 V Nennspannung etwa 3 × 0,44 W bei der Frequenz 50 Hz. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstromstärke und der Frequenz 50 Hz auf etwa 3 × 0,63 W und bei 30 A Nennstromstärke und der Frequenz 60 Hz auf etwa 3 × 2,0 W.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 63.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Hochspannungsmessungen an Kabeln und Isolatoren. — Man begnügt sich bei Messungen des Isolationswiderstandes und der dielektrischen Verluste bei Hochspannungskabeln im allgemeinen damit, an den Enden des Prüfstücks die bekannten Schutzringe, Schutztrichter usw. anzubringen; das Einschließen der ganzen Versuchsanordnung einschließlich des Prüfgegenstandes bzw. von Teilen desselben in geerdeten Metallgehäusen hat man für Messungen mit Niederfrequenz im allgemeinen bisher nicht für nötig gehalten. Und doch kommt man dabei, wie C. L. Kasson an Hand zahlreicher vergleichender Versuche nachweist, zu erheblichen Fehlergebnissen. Er erstreckte seine Untersuchungen auf ältere und neuere papier- und gummiisolierte Kabel und auf Porzellanisolatoren und verwendete zur Messung die Gleichspannung eines Kenotrons bzw. einer 100 kV-Hochspannungsbatterie und anderseits 60 Hz Wechselspannung.

Die Schlußfolgerungen Kassons werden bei der Wiedergabe der hauptsächlichsten Einzelergebnisse erwähnt werden; dabei können aus der Fülle der aufschlußreichen Messungen nur die wichtigsten herausgegriffen werden.

I.

Isolationswiderstand von Kabeln mit getränkter Papierisolation bei Gleichspannung.

An einem etwa 240 m langen, aufgetrommelten, nur mit Schutzringen versehenen 15 kV - Dreifachkabel (5,6 + 2,4 mm Isol.) wurden mit Batteriespannung bei 26° bis 29° die Kurven der Abb. 1 für den Isolationswider-

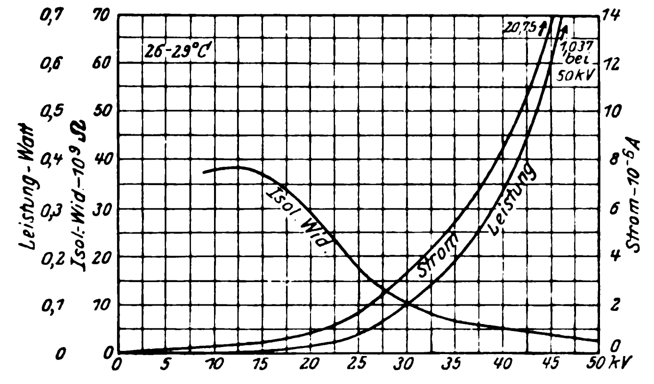


Abb. 1. Ableitungstrom, Isolationswiderstand und Leistungsaufnahme in Abhängigkeit von der Spannung. (Nicht abgeschirmte Kabeltrommel.) Gleichspannungsmessung mit Batterie.

stand, den Ableitungstrom und die Leistungsaufnahme aufgenommen. Das Gegenstück hierzu bildet die Abb. 3. Die Trommel befand sich bei diesen Messungen in einem Drahtgitterkäfig, die gesamte Meßanordnung war gemäß Abb. 2 gekapselt und geschaltet. Alle sonstigen Bedin-

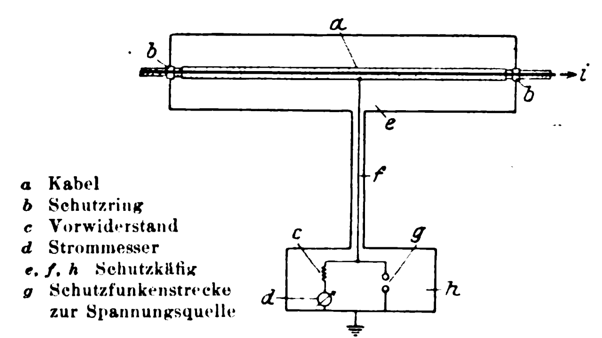


Abb. 2. Schaltung des Kabels im Schutzkäfig.

gungen waren die gleichen wie für Abb. 1. Man sieht den grundsätzlich verschiedenen Kurvenverlauf. Die Ordinatenunterschiede ΔR betragen z. B. für den Isolationswiderstand

bei	5	10	15	20	25	30	40	50	kV
ΔR	0	3	10	24,5	43	63	85	99	10^9 Ω
V_e	0	0	0	0,01	0,025	0,08	0,32	1,013	W

und zeigen das gleichmäßige Auseinanderstreben der beiden Kurven von etwa 10 kV an, d. h. beginnend bei einer Spannung, welche unterhalb des sogenannten Ionisierungspunktes liegt. Ein Abstieg der Widerstandskurve der Abb. 3 ist erst dann zu erwarten, wenn die im Di-

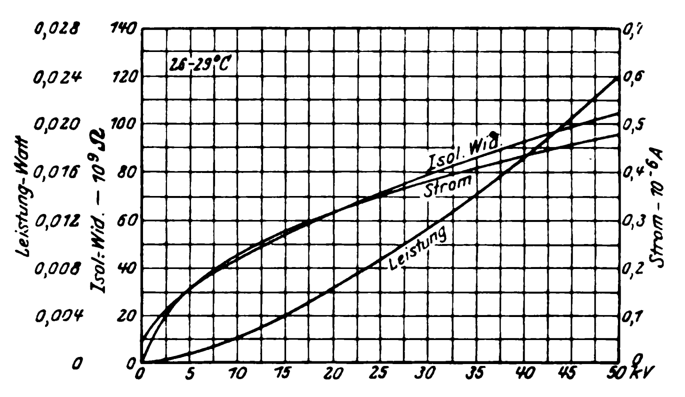


Abb. 3. Ableitungstrom, Isolationswiderstand und Leistungsaufnahme in Abhängigkeit von der Spannung. (Abgeschirmte Kabeltrommel.) Gleichspannungsmessung mit Batterie.

elektrikum eingeschlossene Luft ionisiert wird, was ersichtlich bei 50 kV noch nicht geschah. In der 3. Zeile der Zahlentafel sind noch die gesamten Wattverluste V_e angegeben, welche bei Fehlen des Käfigs und der Schutzringe an den Kabelenden entstehen und natürlich mit der Spannung stark ansteigen. Vorstehende Beispiele zeigen, wie unzureichend die üblichen Schutzmaßnahmen sind; Schutzringe vermögen nur die Kriechströme abzufangen, nicht aber die durch die Luft gehenden Ausgleichströme. Es scheint, als sei die völlige Einkapselung noch wichtiger als die Schutzringe. Diente ein Kenotron als Gleichspannungsquelle, so lag die Wattkurve etwas höher, womit die Abhängigkeit der Leistungsaufnahme von der Kurvenform der Gleichspannung erwiesen ist. Das entspricht dem bekannten Wattverlustanstieg mit der Frequenz.

II.

Dielektrische Verlustmessungen an Kabeln mit getränkter Papierisolation.

An einem etwa 7 m langen, mit Petrolatum getränkten Kabelstück für 15 kV vom Leiterquerschnitt 152 mm² und 5,6 + 2,4 mm Isolation wurden bei 25° und 60 Hz die in Abb. 4 aufgetragenen dielektrischen Verluste gemessen;

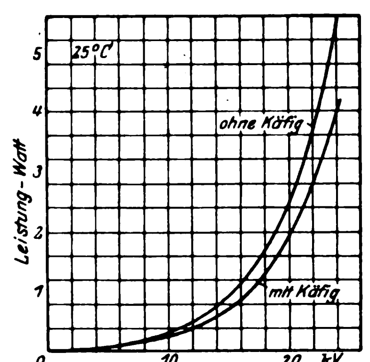


Abb. 4. Leistungsaufnahme (dielektrische Verluste) einer kurzen Papierkabellänge bei 60 Hz, mit und ohne Schutzkäfig, in Abhängigkeit von der Wechselspannung.

bei 24 kV werden hiernach die Verluste beim Fehlen der Schutzringe und des Käfigs um 34 % zu hoch erhalten. Dieser Fehler fällt um so größer aus, je kürzer das Prüfstück ist. Hier liegt allem Anschein nach die Erklärung für die starken Abweichungen bei den von verschiedenen Seiten veröffentlichten Verlustmessungsergebnissen an kurzen und langen Prüfstücken. Der sogenannte Ioni-



sationspunkt scheint nicht festzuliegen und nur einen örtlichen Luftdurchschlag zu kennzeichnen. Das Auseinanderstreben der Kurven für die Messungen einerseits ohne jede und anderseits mit beiden Schutzmaßnahmen beginnt durchweg schon bei Spannungen, die unterhalb des üblichen Ionisationspunktes bleiben.

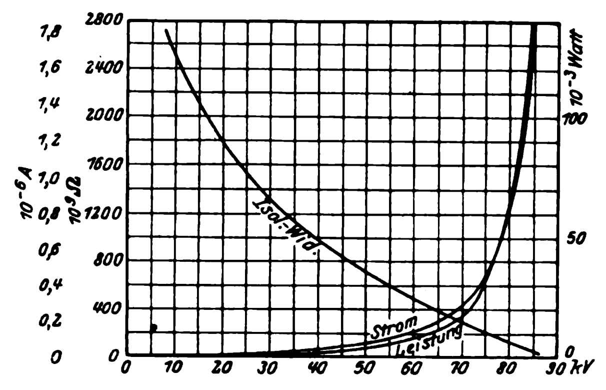


Abb. 5. Gleichspannungscharakteristiken eines Gummikabels im Käfig. (Länge etwa 27 m, Kenotronmessung.)

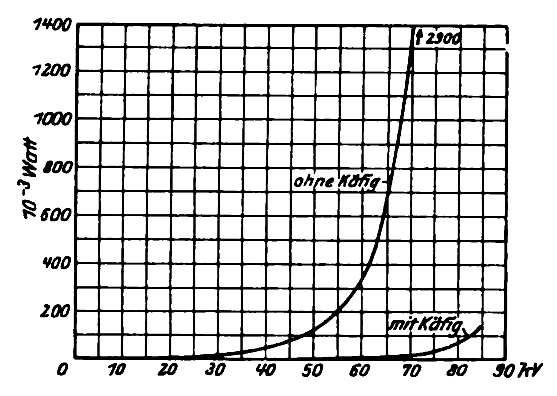


Abb. 6. Leistungsaufnahme eines Gummikabels in Abhängigkeit von der Gleichspannung (Kenotron), mit und ohne Schutzkäfig.



III.

Messungen an gummiisolierten Einleiterkabeln für 10 kV mit 5,6 mm Isolation.

Sie bestätigen die vorstehenden Ergebnisse (vgl. Abb. 5 u. 6). Die Widerstandskurve, Abb. 6, fällt über 10 kV mit steigender Spannung. Strom- und Verlustkurve steigen bei etwa 75 kV sehr stark an, der Durchschlag steht nahe bevor und erfolgte auch bei 85 kV. Das Gummi erwies sich als siebartig durchlöchert, war also in seiner Gesamtheit, nicht nur an einzelnen Stellen, zerstört. Verf. folgert hieraus, daß Überbeanspruchungen der Isolation um so sorgfältiger zu vermeiden seien, je homogener das Dielektrikum ist, andernfalls leide die gesamte Isolation. Ferner hält er die Existenz einer Elastizitätsgrenze für wahrscheinlich

IV.

Messungen an einem Leitungsisolator für 27 kV.

Es ergaben sich folgende mit Kenotron-Gleichspannung gemessene Werte:

Spannung	20	30	40	50	60	70	kV	
R_i	—	3	0,55	0,24	0,12	0,025	10^{12} Ω	Isolator nicht geschützt
N_i	—	—	4	12,5	42	197,5	mW	
R_i	6,6	5,4	4,8	4,2	3,9	3,6	10^{12} Ω	Isolator geschützt
N_i	0,06	0,16	0,31	0,57	0,92	1,33	mW	

R_i = Isolationswiderstand, N_i = Leistungsaufnahme.

Der Unterschied beider Meßreihen ist augenfällig. Die folgende Zahlentafel stellt diesen Gleichstrommessungen solche gegenüber, die mit 60 Hz Wechselstrom stattfanden.

Spannung		20	30	40	50	60	70	kV
Scheinwiderstand d. Isolators	ungeschützt	1,5	1,6	1,65	1,7	1,67	1.67	$10^{[illegible]}$ Ω
	geschützt	1,3	1,35	1,37	1,35	1,3	1,23	$10^{[illegible]}$ „

Auch hier erweist sich das vollständige Einkapseln als notwendig, um besonders bei den hohen Spannungen grobe Fehler auszuschließen.

Nach allem scheint die hier dargelegte, verbesserte Meßmethode zur Bestimmung des Isolationswiderstandes, insbesondere diejenige mit Gleichspannung, bei systematischer Ausdehnung auf weitere Isolierstoffe und bei verschiedenen Temperaturen geeignet, wertvolle Beiträge zum Studium des Dielektrikums liefern zu können. (C. L. Kasson, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1065.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Universalmaschinensatz für Lehrzwecke. — Da heute infolge Beschränkung der Geldmittel manche elektrotechnischen Lehranstalten danach trachten, eine große Anzahl der in der elektrischen Kraftübertragung angewandten Arbeitsweisen an einem einzigen Maschinensatz erproben zu können, haben die österreichischen Siemens-Schuckertwerke den in Abb. 7 dargestellten Maschinensatz gebaut, der aus zwei durch Bolzenkuppelung verbundenen Maschinen besteht. Die eine Maschine für 230 V, 31 A, 7 kW und 1060 Umdr/min hat nach Art einer gewöhnlichen Gleichstrommaschine vier ausgeprägte Pole mit der Nebenschluß-Erregerwicklung, abschaltbare Reihenwicklung und einen Dämpferkäfig. Die Wendepole können verschieden geschaltet und ihr Luftspalt veränderlich eingestellt werden. Der Gleichstromanker ist gewöhnlich mit Zweischichtwicklung ausgeführt, die zum Anschluß an Drehstrom an drei Stellen angezapft und zu Schleifringen herausgeführt ist. Es ist nicht nur ein Betrieb als Gleichstromgenerator und Motor mit Nebenschluß-Hauptstrom-Verbund- oder Gegenverbunderregung, sondern auch als Dreileitermaschine mit Spannungsteilung möglich. Die Maschine eignet sich ferner für alle synchronen Betriebsarten mit Gleichstromerregung, also als Synchrongenerator und -motor für Drehstrom und Einphasenstrom (mit Querfelddämpfung), als synchroner Blindstromliefe-

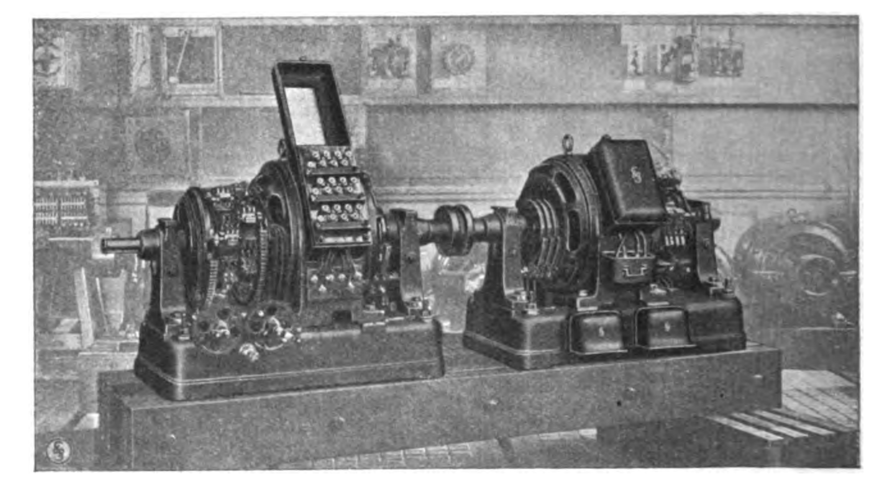


Abb. 7. Universalmaschinensatz.

rer sowohl bei Motor- als auch beim Generatorbetrieb, und endlich als Einankerumformer für Drehstrom oder Einphasenstrom in Gleichstrom (Abb. 8). Für den letzteren Fall ist mit Rücksicht auf gute Kommutierung sowohl die Schaltung als auch der Luftraum der Wendepole zu verändern.

Die zweite Maschine für 130 V, 21 A, 6,9 kW und 1500 Umdr/min bei 50 Hz ist durch ihre verteilte dreiphasige Ständerwicklung besonders gekennzeichnet. Jede der drei Phasen hat vier Spulen mit herausgeführten Enden, die je nach dem Verwendungszweck durch Schaltbügel in Reihe, parallel oder in Gruppen geschaltet werden können. Der Gleichstromanker hat wieder eine Zweischichtwick-



lung mit Kommutator und mit 3 Schleifringen. Die Speisung über den Kommutator geschieht durch zwei im gleichen wie im entgegengesetzten Verschiebesinn mit Zahnrad und Schnecke zu betätigende Bürstenbrücken mit je sechs gleichmäßig verteilten Bürstenbolzen. Die Klemmstücke für den Bürstenhalter sind so ausgebildet, daß sie bei teilweise verkehrtem Aufstecken auf die Bolzen eine Durchmesserspeisung des Ankers ermöglichen.

Abb. 9 gibt die Schaltung der Maschine als Drehstrom-Reihenschlußmotor mit doppeltem Bürstensatz wieder, wobei ein Zwischenumspanner Verwendung findet. Auch als Einphasen-Reihenschlußmotor in den verschiedensten Schaltungen kann der Satz verwandt werden. Dem Umstand, daß die Maschine beim Betrieb als Reihenschlußmotor bei unvorsichtiger Handhabung, insbesondere als Reihenschlußmotor mit einfachem Bürstensatz, leicht hohe Drehzahlen annehmen kann, ist durch besondere mechanische Festigkeit der Läufer beider Maschinen Rechnung getragen. Abb. 10 veranschaulicht die Schaltung als läufergespeister Drehstrom-Nebenschlußmotor. Die Drehzahlregelung der zweiten Maschine kann beim Betrieb als Einphasen- oder Mehrphasen-Kommutatormotor entweder durch Spannungsregelung oder durch Bürstenverschiebung vorgenommen werden. Es ist auch eine Verwendung als Winter-Eichberg-Motor mit Stufenschalter möglich, desgleichen der Übergang vom Drehstrom-Nebenschlußmotor zum kompensierten selbsterregten Asynchronmotor. In der Schaltung als Drehstrom-Kommutatorgenerator in Nebenschluß- und Reihenschaltung eignet sich die Maschine insbesondere für Nutzbremsung bei geeigneter Unterdrückung der Selbsterregung.

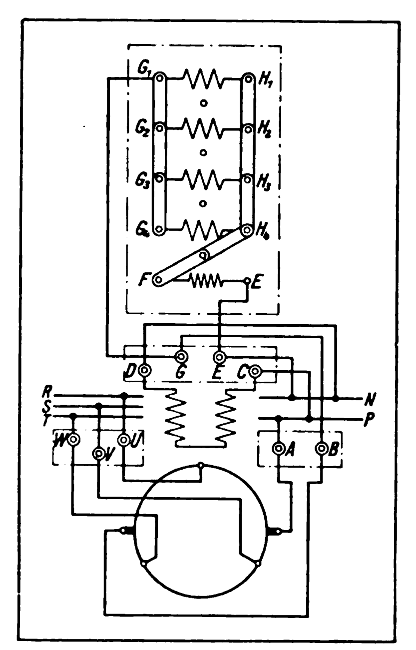


Abb. 8. Schaltung als Einankerumformer für Gleichstromabgabe.

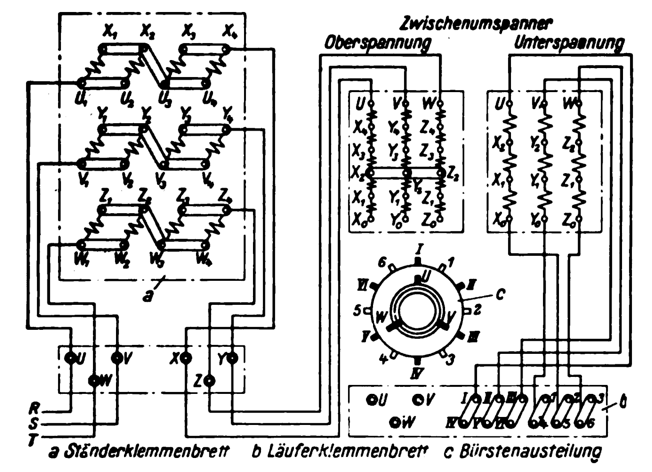


Abb. 9. Schaltung als Drehstrom-Reihenschlußmotor mit oberspannungseitig in Stern geschaltetem Zwischenumspanner.

Die Arbeitsweise eines asynchronen Drehstrom- und Einphasenmotors oder Generators wird durch Kurzschließen der Schleifringe oder Bürsten erreicht. Steckt man die Bürstenhalter für Durchmesserspeisung um, schließt sie kurz und legt nur zwei Ständerphasen ans Netz, dann läuft die Maschine als Repulsionsmotor entweder mit einfachem oder doppeltem Bürstensatz (Abb. 11): zur Veranschaulichung der Nutzbremsung kann auch bei dieser Schaltung Strom ans Netz zurückgegeben werden.

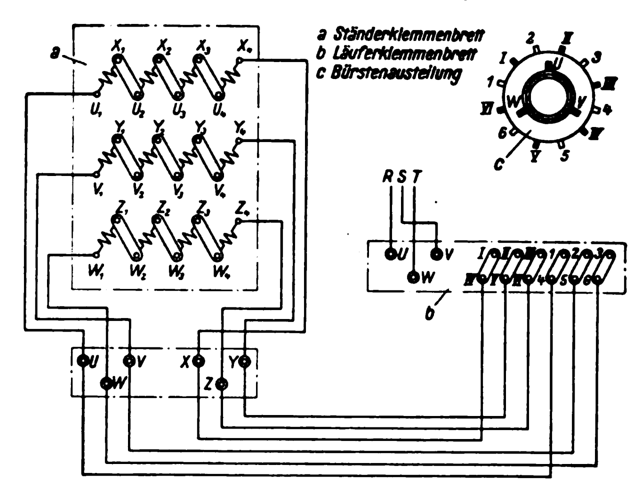


Abb. 10. Schaltung als Drehstrom-Nebenschlußmotor.

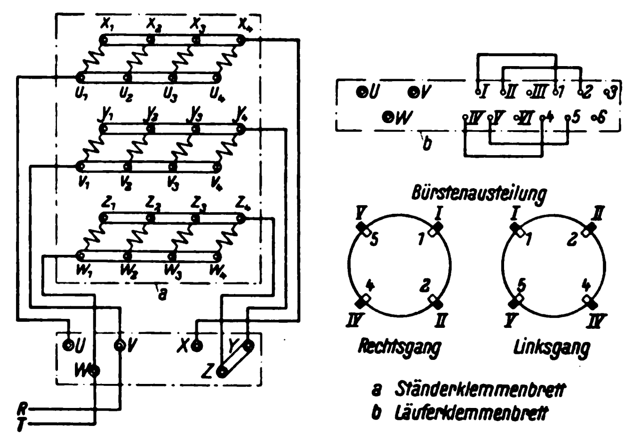


Abb. 11. Schaltung als Einphasen-Repulsionsmotor nach Déri.

Mit Hilfe von Läufererregung ergibt sich eine Kompensation nach Winter-Eichberg. (H. Haselsteiner, Siemens-Z. Bd. 7, S. 564.) *Ka.*

Installation.

Neue schweizerische Vorschriften betr. Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen. — In seiner Jahresversammlung von 1927 hat der Schweizer. Elektrot. Verein gemeinsam mit dem Verband Schweizer. El.-Werke eine Neufassung der oben benannten Vorschriften genehmigt.

Diese Tatsache ist für die deutsche Elektrotechnik von besonderer Bedeutung, weil auch bei uns eine Neuordnung der Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen bereits seit mehr als 2 Jahren bearbeitet wird. Die Nachbarländer Schweiz und Deutschland haben eine gleich hoch entwickelte elektrotechnische Industrie und stehen auch hinsichtlich der raschen Ausbreitung elektrischer Anlagen auf gleicher Stufe. Daher ist es fast selbstverständlich, daß die maßgeblichen Vorschriften beider Länder in ihren Grundlagen weitgehend übereinstimmen.

In der äußeren Gestalt, im Umfang und in der Abgrenzung des behandelten Gebietes sowie in manchen wichtigen Einzelheiten ist aber doch eine Reihe von Unterschieden festzustellen. Sie im einzelnen erschöpfend und geordnet anzuführen, würde den Rahmen dieses Berichtes überschreiten, doch ist eine genauere Betrachtung schon deswegen geboten, weil ja auch ein reger Austausch elektrotechnischer Erzeugnisse zwischen beiden Ländern besteht, so daß es für die Hersteller wichtig ist, zu wissen, welchen Anforderungen deutsche Erzeugnisse in der Schweiz genügen müssen, um dort Verwendung finden zu können.

Außerdem wird jeder, der sich mit unsern Vorschriften befassen muß und ihre Fortentwicklung wünscht,

gerne in schwierigen Fragen bei dem befreundeten Nachbar sich Rat holen oder zu erfahren wünschen, wie dieser die Lösung gestaltet hat. Einer solchen vergleichenden Betrachtung muß der Hinweis vorausgeschickt werden, daß die gesetzlichen Grundlagen, die bei der Ausführung elektrischer Anlagen in Betracht kommen, in der Schweiz ganz andere sind als bei uns. Nach dem Schweizer. Bundesgesetz vom 24. VI. 1902 und den zugehörigen Ausführungsbestimmungen vom 14. II. 1908 unterliegt in der Schweiz die Erstellung und der Betrieb elektrischer Schwach- und Starkstromanlagen der Oberaufsicht des Bundes und den für sie vom Bundesrat erlassenen Vorschriften. Ein derartiges Gesetz besteht in Deutschland nicht. Mit Ausnahme der Anlagen in Bergwerken und der durch die Sicherheitspolizei gestellten Anforderungen an Anlagen in Theatern und ähnlichen Versammlungsräumen ist in Deutschland die Errichtung und der Betrieb der Starkstromanlagen lediglich auf dem Wege der Selbstverwaltung durch die Vorschriften des Verbandes deutscher Elektrotechniker geregelt, die von den Behörden anerkannt sind, deren Befolgung aber im allgemeinen nicht von den Behörden überwacht wird.

Ausgenommen von der staatlichen Kontrolle durch das Starkstrominspektorat sind in der Schweiz die Hausinstallationen. Nach Art. 26 des Gesetzes vom 24. VI. 1902 sind aber diejenigen, welche elektrische Kraft an Hausinstallationen abgeben, verpflichtet, sich beim Starkstrominspektorat über die Ausübung einer Kontrolle auszuweisen, die einer Nachprüfung unterzogen werden kann. — Diese Überwachung durch die El.-Werke ist neuerdings in Deutschland in erheblichem Umfang — auch wiederum auf dem Wege der Selbstverwaltung — durch die Arbeitsgemeinschaften in der Landwirtschaft eingeführt worden.

Für die in der Schweiz gültigen Vorschriften über Hausinstallationen haben die eingangs erwähnten beiden Körperschaften unter Mitwirkung des staatlichen Starkstrominspektorats und unter Verständigung mit den Brandversicherungsanstalten die neue Fassung ausgearbeitet und in Kraft gesetzt. In den neuen Bundesvorschriften ist auf sie verwiesen, so daß sie gewissermaßen als Ausführungsbestimmungen zu einem Bundesgesetz erscheinen.

Die neuen Vorschriften, die am 1. I. 1928 in Kraft getreten sind, treten an Stelle der seit 1908 gültigen. Es mußte also den in 20 Jahren gemachten Fortschritten Rechnung getragen werden. In Deutschland sind in demselben Zeitraum Neufassungen nach gründlicher Durchsicht in den Jahren 1915 und 1924 in Kraft gesetzt worden. Ein vollständig neuer Aufbau ist jetzt beabsichtigt. Die Aufstellung der neuen Schweizer. Vorschriften für Hausinstallationen, die parallel mit einer Neuordnung der gesetzlichen Bestimmungen und im Zusammenarbeiten mit den Behörden vor sich ging, hat volle 7 Jahre in Anspruch genommen. Sechs Entwürfe wurden der Reihe nach aufgestellt und wiederholt ganz umgearbeitet. Die Arbeit wurde von einer Kommission aus 9 Mitgliedern geleistet, in der neben den Elektrizitätswerken und den Installationsfirmen auch die Feuerversicherungen und die Obertelegraphendirektion vertreten waren.

Der äußere Umfang der Hausinstallationsvorschriften übertrifft mit rd. 300 Paragraphen (rd. 50 Seiten im Format des „Bulletin") sehr erheblich den der bisherigen VDE-Vorschriften für Errichtung und Betrieb elektrischer Starkstromanlagen, obwohl durch die Beschränkung auf Hausinstallationen Vorschriften über Fernleitungen, über eigentliche Hochspannungsanlagen sowie Sonderbestimmungen über Bergwerke wegfallen. Dagegen ist nicht nur ein erheblicher Teil derjenigen Bestimmungen aufgenommen, die über die Beschaffenheit der Apparate und Leitungen in den deutschen Konstruktionsvorschriften für Installationsmaterial usw. behandelt sind, sondern es sind auch den einzelnen Paragraphen sehr oft „Erläuterungen" beigefügt. Außerdem sind den Installationen in Ställen und in Scheunen sowie den medizinischen Apparaten und Spielzeugen und den Radioanlagen im Anschluß an Hausinstallationen besondere Abschnitte gewidmet.

Der Wortlaut der einzelnen Bestimmungen hat vielfach eine erheblich elastischere Fassung als die deutschen Vorschriften. Ein mäßiger Spielraum ist tatsächlich häufig sachlich geboten, weil die äußeren Umstände oft sehr verschieden sind; den deutschen Vorschriften ist der weit geringere Spielraum, den ihr Wortlaut gewährt, wiederholt zum Vorwurf gemacht worden. Wenn man auf die Handhabung der Vorschriften durch Sachverständige rechnen kann, ist er aber gerechtfertigt.

Der sachliche Inhalt der Vorschriften kann hier nicht erschöpfend erörtert werden. Er verdient aber die allergrößte Beachtung, sowohl an sich als auch im Vergleich mit den deutschen Bestimmungen und im Hinblick auf deren weiteren Ausbau.

Nur beispielsweise soll auf einige Einzelheiten kurz eingegangen werden.

Als Niederspannungsanlagen gelten nach den Bundesvorschriften solche, deren Betriebspannung nicht mehr als 1000 V beträgt. In Hausinstallationen soll bei allgemein zugänglichen Beleuchtungsanlagen die Spannung gegen Erde nicht mehr als 250 V betragen. Für Transformatoren, Elektromotoren, Koch- und Heizanlagen sind aber auch höhere Niederspannungen zulässig. In Ausnahmefällen dürfen auch für besondere Anwendungsgebiete Hochspannungen angewendet werden (§ 3).

Im § 6 ist, soweit Normen des SEV bestehen, die Verwendung von Installationsmaterial vorgeschrieben, das entweder durch das Qualitätszeichen des SEV oder durch eine besondere Prüfung als den Normen entsprechend erwiesen ist.

Die Schutzerdung ist in den §§ 13b bis 25 ausführlich behandelt.

Für Stallungen wird neben offener Verlegung, die aber nur in genügend hohen Räumen gestattet ist, Kabelmontage empfohlen. Von Stahlpanzerrohr wird gesagt, daß es sich in Stallungen schlecht bewährt habe (§ 241).

Die Bestimmungen über das Aufstellen von Motoren in Scheunen (§ 249) stimmen sachlich mit den entsprechenden deutschen Leitsätzen für die Landwirtschaft überein.

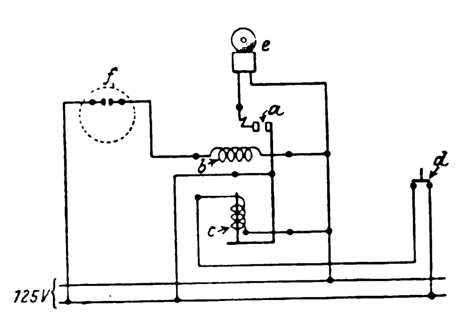
Diese wenigen Beispiele müssen an dieser Stelle genügen, um den allgemeinen Charakter der neuen schweizer. Vorschriften zu kennzeichnen.

Wie in der Anordnung des Stoffes, so ist auch im sachlichen Inhalt vielfach Übereinstimmung mit den deutschen Vorschriften festzustellen. Manche Fragen, die bei uns noch umstritten sind, findet man in überzeugender Weise geordnet.

Man kann den elektrotechnischen Kreisen des befreundeten Nachbarlandes herzlich Glück wünschen zu dem wohlgelungenen Werk. Die große Mühe, die auf sein Zustandekommen verwendet wurde, und die Sorgfalt, die sein Aufbau allenthalben erkennen läßt, wären am besten belohnt, wenn es ebenso wie sein Vorläufer volle 20 Jahre in Geltung bleiben würde. (Bull. SEV Bd. 18, S. 49, 318 u. 463.) Dr. C. L. Weber.

Apparate.

Signalrelais mit selbstätiger Wiedereinschaltung. — In einer ausschaltbaren Alarmanlage kann der Fall eintreten, daß nach Behebung der Störung durch Vergeßlichkeit nicht wieder eingeschaltet wird, und damit die Alarmanlage außer Betrieb bleibt. Um das zu vermeiden, hat die Westinghouse Electric & Manufacturing Company ein Relais mit selbsttätiger Wiedereinschaltung konstruiert, das gemäß Abb. 12 geschaltet ist. Der Apparat besteht aus



a Hauptkontakt
b Hauptspule
c Hilfspule
d Druckknopf
e Glocke
f Temperaturkontakt

Abb. 12. Schaltung eines Signalrelais mit selbsttätiger Wiedereinschaltung.

einer vom Alarmstrom durchflossenen Hauptspule und einer Hilfspule, die durch Druckknopfbetätigung geschaltet wird. Wie Abb. 12 erkennen läßt, spricht die Glocke an, wenn die Kontakte bei *a* geschlossen werden. Das geschieht durch Drehung des Hebelsystems *e*/*f* (Abb. 13 a) um den Punkt *B*. Die Drehung wird bewirkt durch Druck des Hebels *d* auf den gebogenen Schenkel *f*. *d* ist befestigt am Hebelsystem *g*/*h*, das um den Punkt *A* drehbar ist. Wenn also die Hauptspule *b* den Hebel *g* anzieht, wird der



Kontakt bei *a* hergestellt. Um die Glocke stillzusetzen, wird der Druckknopf (Abb. 12) betätigt. Dadurch kommt die Hilfspule *c* unter Strom und zieht den um den Punkt *C* um einen gewissen Betrag drehbaren Hebel *d* an, ohne daß aber das Hebelsystem *g/h* seine bisherige Lage ändert. Dadurch wird der gebogene Hebel *f* freigegeben, so daß er zurückfallen kann und die Kontakte bei *a* sich öffnen (Abb. 13 b). Beim Loslassen des Druckknopfes wird dann die Hilfspule stromlos, und der Hebel *d* fällt ab. Solange aber die Hauptspule den Hebel *g* festhält, kann keine Drehung des Hebelsystems *e/f* im Sinne der Kontaktgebung bei *a* stattfinden. Erst wenn der Temperaturkontakt (Abb. 12) sich geöffnet hat, also die Störungsursache behoben ist, wird *b* stromlos, der Hebel *g* fällt zurück und *h* bringt den Hebel *d* zum Einhaken in *f*. Jetzt ist das Relais wieder betriebsbereit, so daß bei neuer Störungsursache der Temperaturkontakt in Tätigkeit tritt und die Glocke wieder anspricht. (El. World, Bd. 89, S. 1202.) *Ka.*

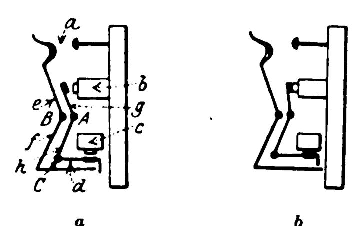


Abb. 13. Skizze des selbsttätigen Schalters.

Bahnen und Fahrzeuge.

Gleislose Bahnen. — Über den Stand der gleislosen Bahnen berichteten wir in der ETZ 1927, S. 975. Eine wertvolle Ergänzung mit eingehenden Betriebszahlen aus neuzeitlichen Betrieben wird von der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen d. J. über Oberleitungswagen in England gebracht.

England hat während der deutschen Ruhepause (Kriegszeit und Nachkriegszeit) in Birmingham, Ipswich, Wolverhampton, Bradford, Keighley, York, Darlington, West Hartepool, Grimsby, Southed-on-Sea, Wigan, Nottingham, Totherham, Mexborrough, Tees-side, Asthor under Tyne gleislose elektrische Bahnanlagen in Betrieb gebracht und in Maidstone, Hastings, Doncaster solche in Angriff genommen, ein Zeichen dafür, daß die Erkenntnis der Wirtschaftlichkeit dieser Bahnen sich nun durchgesetzt hat.

In Birmingham hatte die starke Abnutzung des Oberbaus große Erneuerungen nötig gemacht, die für weniger frequente Strecken nicht tragbar gewesen wären. Man führte daher den Omnibusbetrieb ein und wählte zwischen Elektrobus und Autobus den ersteren, weil dieser nicht nur geringeres Neukapital brauchte, sondern auch billigeren Betrieb gewährleistete. Für den Oberleitungsbetrieb wurde eine Kapitalersparnis von rd. 1 Mill. RM und ein jährlicher Gewinn von 130 000 RM errechnet und erzielt. Das neue Verkehrsmittel erfreute sich von Anfang an großer Beliebtheit. Der Verkehr überstieg den der früheren Straßenbahn, und die Wirtschaftlichkeit stellte sich so günstig, daß die erste Linie bald verlängert wurde.

Nach B a c k e r, dem Generaldirektor der Gemeinde-Straßenbahnen in Birmingham, betrugen in Birmingham die Betriebskosten auf 1 Wagenkilometer 76,9 Pf für den Kraftomnibus, 76,8 Pf für die elektrische Straßenbahn und 65,7 Pf für den Oberleitungsomnibus. In Wolverhampton sind die bezüglichen Werte 63,36, 69,2 und 59,3; sie stammen aus mehrjährigen Betrieben. In beiden Fällen betragen die Kosten des Oberleitungsomnibus 86 % des Straßenbahnbetriebes.

Begründet ist der Unterschied, auch gegenüber dem Kraftomnibus, in den niedrigeren Instandhaltungskosten, in der geringeren Antriebsenergie, in günstigerem Gummi- und Übertragungsverschleiß. Schließlich bringen das angenehme Fahren und bequeme Ein- und Aussteigen am Bürgersteig eine höhere Frequenz und damit höhere Einnahmen mit sich.

Die bisher von den obengenannten englischen Verkehrsgesellschaften mit den Oberleitungswagen gemachten Erfahrungen werden folgendermaßen zusammengefaßt. Der Oberleitungswagen ist ein angenehmes, bequemes und schnelles Oberflächenverkehrsmittel, dessen leichter Lauf und hohe Fahrbeschleunigung besonders hervorgehoben werden. Die Wirtschaftlichkeit im Betrieb ist durchaus günstig. Seine Verwendung ist zu empfehlen für Verkehrslinien, die später als Straßenbahnen betrieben werden sollen oder als Ersatz für Straßenbahnlinien mit geringem Verkehr, namentlich wenn infolge starker Abnutzung des Oberbaus ein Neubau notwendig und zu teuer wird; endlich an Stelle von Straßenbahnen, die durch enge verkehrsreiche Straßen führen, da der Oberleitungswagen sich besser in den Verkehr einfügt und weniger leicht Verkehrstörungen herbeiführt.

Für die Einführung des Oberleitungswagens waren in England in der Mehrzahl der Fälle Wirtschaftsfragen ausschlaggebend.

Erwähnt sei noch, daß in Shanghai, Hongkong, Penang, Bloemfontein gleichartige Anlagen in Betrieb sind außer zahlreichen amerikanischen Anlagen.

Die Entwicklung dieser gleislosen Oberleitungsbetriebe scheint sich demnach so zu vollziehen, wie s. Zt. die der elektrischen Straßenbahnen. In Deutschland entwickelt, finden sie ihre Nutzanwendung im Ausland. Die in England gemachten günstigen Erfahrungen dürften daher den Stadtverwaltungen Anlaß geben, sich mit der Frage des Oberleitungswagens erneut zu beschäftigen. (Zg. V. Dt. Eisenb. Verw. Bd. 68, S. 235.) *M. Sch.*

Straßenbahn Wiesbaden. — Die Stadt Wiesbaden beabsichtigt, den am 1. IV. 1929 abgelaufenen Vertrag mit der Süddeutschen Eisenbahngesellschaft betreffs Betrieb der Straßenbahn auf den Stadtlinien nicht mehr zu erneuern, vielmehr den Straßenbahnbetrieb der Innenstadt durch Autoomnibusse zu ersetzen. Die Bahngesellschaft stellte darauf Antrag auf Ergänzung der fehlenden Zustimmung der Stadt zur Benutzung der Straßen, doch lehnte, wie die Frankf. Zg. vom 14. III. 1928 meldet, der Bezirksausschuß diesen Antrag ab.

Fernmeldetechnik.

Die Fortschritte in der Technik der langwelligen Maschinensender-Großstationen. — Obwohl sich das Hauptinteresse der Funktechnik in den letzten Jahren auf die kurzen Wellen und den Rundfunk konzentrierte, ist die Entwicklung der langwelligen Stationen nicht zum Stillstand gekommen. Die Forderungen, die an eine neu zu errichtende Langwellen-Großstation gestellt werden, sind freilich immer schärfer geworden. Vor allem bedingt die Überlastung des in Frage kommenden Wellenbandes zwischen 10 und 20 km, das bereits von etwa 50 Wellen besetzt ist, eine weitgehende Anpassungsfähigkeit mit der Wellenlänge. Die störungsfreie Eingliederung einer neuen Großstation in den Verkehr der vorhandenen Großstationen setzt ferner eine Verfeinerung der Methoden zur Aufrechterhaltung der Wellenkonstanz zwecks Erhöhung der Selektionsfähigkeit voraus. Als weitere Forderungen kommen hinzu: größte Exaktheit der Zeichen zwecks Steigerung der Wortgeschwindigkeit, größtmögliche Reinheit der Zeichen von Oberwellen zwecks Vermeidung von Störungen benachbarter Empfänger, besonders der Rundfunkempfänger, Vereinfachung der Stationsanlagen, insbesondere der kostspieligen Antennenanlagen, zur Verminderung der Antennenkosten und Verbesserung des Sender-Wirkungsgrades zwecks Verringerung der Betriebskosten. An einem Beispiel, nämlich an der jüngsten der in Betrieb genommenen Großstationen, der Telefunkenstation in Rom, wird gezeigt, inwieweit diese Ziele erreicht werden konnten.

Die Aufgabe, eine Maschinensenderanlage großer Leistung für eine kontinuierliche Wellenskala zwischen 10 und 20 km zu konstruieren, wird gelöst durch Gleichstromantrieb der Hochfrequenzmaschine an Stelle des bisher üblichen Drehstromantriebs. Dies macht allerdings den Einbau eines zusätzlichen Drehstrom-Gleichstrom-Umformers nötig, gestattet aber mit Hilfe der Leonard-Schaltung die Einstellung jeder Drehzahl und die Verwendung eines einzigen Frequenztransformators für alle Wellenlängen. Letzterer wird für die Wellen am unteren Ende des Bandes als Vervierfacher, für die am oberen Ende als Verdreifacher geschaltet. Durch diese Neuerung wird der Sender außerordentlich vereinfacht. Der Wirkungsgrad des Senders beträgt 90 %, was durch sorgfältige Unterbindung aller Verlustquellen ermöglicht wurde. Bei den Hochfrequenzspulen, die aus Kabel von 200 mm² Querschnitt und 18 000 emaillierten Einzeldrähten bestehen, wurden die Stromwärmeverluste auf ein Minimum herabgesetzt. Als Kondensatoren wurden praktisch verlustfreie Dubilierkondensatoren verwendet. Im Frequenzwandler wurden die Eisenverluste dadurch reduziert, daß dem Eisen des Transformators möglichst geringes Volumen gegeben wurde und durch stärkere Magnetisierung das Verhältnis Wirkleistung zu Eisengewicht erhöht wurde. Der neue Frequenzwandler ist in seinem Aufbau einfach und klein. Die Konstruktion gewährleistet gute Kühlung und unbedingte Spannungssicherheit. In der Schaltung des Senders sind Primär- und Sekundärwicklungen des Frequenztransformators vereinigt. Vor der Primärwicklung liegt ein Sperrkreis, um

das Zurückfluten der Energie höherer Frequenz zur HF-Maschine zu verhindern. Die Sekundärwicklung liegt im Zwischenkreis, der mit der Antenne gekoppelt und auf die Nutzwelle abgestimmt ist, und dessen Hauptzweck die Oberwellenbeseitigung ist.

Für die Tastung dient bei allen Wellen ein und dieselbe Tastdrossel, welche vor dem Frequenzwandler liegt. Die Antennenleistung von 420 kW wird durch ein einziges Gleichstromrelais gesteuert, welches etwa 12 A bei 400 V zu schalten hat. Es wurden Wortgeschwindigkeiten bis zu 100 Worten erzielt. Die Regelung der Frequenz- und Spannungschwankungen des Netzes erfolgt in der Erregung des Leonard-Generators unter Benutzung eines hochempfindlichen Indikators, des sog. Phasensprungrelais, dessen Einrichtung bereits bekannt ist. Für die Regelung dienen zwei kleine Tastrelais an Stelle der zahlreichen Starkstromrelais bei Drehstromantrieb des HF-Generators. Die gesamte Vorrichtung zur Konstanthaltung der Drehzahl läßt sich auf die verschiedenen Drehzahlen der HF-Maschine lediglich durch Drehung eines variablen Kondensators im Resonanzkreis des Indikators einstellen.

Durch die Verwendung von Hochspannungs-Antennenisolatoren und Aluminiumantennenkabel von 18 mm Dmr. konnte mit der Antennenspannung bis auf 150 000 V gegangen werden. Das Antennengebilde für 100 000 mA konnte infolgedessen, selbst auf der Welle 18 km, verhältnismäßig klein werden. Es genügt eine Antennenkapazität von 35 000 cm. Eine derartige Antenne benötigt nur sechs Maste von 210 m Höhe. Die Erdanlage besteht aus einem engmaschigen Netz eingegrabener Bronzedrähte mit oberirdischen Zuleitungen. Der Gesamtwiderstand der Antenne und Erdanlage beträgt bei 10 km Wellenlänge 1,1 Ω, bei 14,4 km 0,76 Ω und bei 18,5 km 0,65 Ω. Der Antennenstrom ist 610 A bei Welle 10,1 km, was die hohe Strahlleistung von 156 kW ergibt. Der Gesamtwirkungsgrad vom Drehstromnetz bis zur Strahlung beträgt für diese Welle 25 %. (R. Hirsch, Europ. Fernspr., Sonderheft Dezember 1927, S. 94.)

Leistungs- und Strahlungsmessungen an Flugzeug- und Bodenstationen. — Einwandfreie Strahlungs- und Leistungsmessungen an Antennen, insbesondere an Flugzeugantennen, sind bis jetzt nicht bekannt geworden. Die Verfasser haben sich als Ziel gesetzt, abhängig von der Wellenlänge die Strahlungsleistung von Flugzeugantennen zu messen. Es sollte geprüft werden, ob die Ansicht, daß die Flugzeugantenne eine besonders gute Strahlung hat, zutrifft. Die Messungen wurden an der heute allgemein üblichen eindrähtigen Flugzeug-Schleppantenne von 70 m Länge ausgeführt. Benutzt wurde dabei ein Flugzeug Junkers F 13, und als Sender diente das normale Telefunken-Flugzeuggerät 257 F. Dieselben Messungen erfolgten an der Bodenstation, bei der das gleiche Gerät verwendet wurde. Die Antenne der Bodenstation war eine 70 m lange, auf 15 m hohen Holztürmen ausgespannte eindrähtige T-Antenne.

Die Empfangsfeldstärke wurde mit dem Andersschen Feldstärkenmeßgerät in 14,3 km Entfernung festgestellt. Aus ihr läßt sich die Strahlungsleistung der Sender ermitteln, die jedoch für die Flugzeugstation nur fiktive Bedeutung hat. Die zahlreichen Messungen im Wellenbereich von 400 ÷ 1350 m ergaben, daß bei der gewählten Entfernung von 14,3 km die Streuung der Meßwerte infolge der mit dem Wetter und der Tageszeit veränderlichen Ausbreitungsverluste genügend klein ist, so daß die unten angegebenen Ergebnisse mit ausreichender Sicherheit festgestellt wurden. Über die Messungen soll im einzelnen noch folgendes gesagt werden:

Die Entfernung von 14,3 km gestattet die Vernachlässigung des Nahewirkungsgliedes.

Die Bestimmung des Flugzeugortes wurde durch photometrische Aufnahmen sichergestellt.

Bei der Strahlungsmessung mit dem Gerät nach Anders ist außer dem Strom in der Empfangsrahmenantenne die Kenntnis des Äquivalentwiderstandes des Rahmenkreises erforderlich. Es war nötig, ihn bei jeder Strahlungsmessung neu zu bestimmen, da es sich zeigte, daß die Schwankungen des Widerstandes der im Freien aufgestellten Antenne wesentlich größer waren als die Schwankungen der Empfangsfeldstärke im Laufe eines Tages. Bei den Strahlungsmessungen an der Flugzeugantenne mußten die Messungen des Äquivalentwiderstandes des Empfangsrahmens jedesmal unter Verwendung der Bodenstation als Hilfsender ausgeführt werden, da sich sonst infolge der Schwankungen der Flugzeugantenne im Fahrwind keine ausreichende eGnauigkeit ergab.

Die Strahlungsmessungen hatten folgendes Ergebnis:

1. Die Abhängigkeit der Strahlung von der Wellenlänge ergab etwa die theoretisch zu erwartenden Verhältnisse, d. h. die elektrische Feldstärke nimmt etwa linear mit der Frequenz zu (Abb. 14).
2. Die übliche Schleppantenne der Flugzeuge hat nicht, wie oft behauptet wird, besonders günstige Strahlungsverhältnisse (s. Abb. 14).
3. Die Flughöhe hat bei Empfängern in geringen Entfernungen etwa an der Grenze der Nahwirkungszone nur wenig Einfluß auf die durch Strahlung erzeugte elektromagnetische Feldstärke.
4. Die früher veröffentlichte unregelmäßige Sendecharakteristik[1] der Flugzeugschleppantenne ist nicht allgemein gültig. In dem hier untersuchten Fall ist sie kreisförmig.
5. Die Strahlung einer Flugzeugschleppantenne verändert sich nahezu linear mit ihrer Länge.
6. Feste Antennen mit aerodynamisch brauchbarer Form haben bei langen Wellen eine Strahlung in der Größenordnung von etwa 10 % der Werte der 70 m langen Schleppantenne.

Gleichzeitig wurden an der Flugzeug- sowie an der Bodenstation Leistungsmessungen vorgenommen, aus denen sich hauptsächlich die Verteilung der Verluste im Antennenkreis ergeben sollte. Dabei wurde das Verfahren mit Zusatzwiderstand benutzt, wobei der betriebsmäßig festen Koppelung wegen die Einstellung auf Resonanz im Antennenkreis so erfolgen mußte, daß nach Osnos auf das Maximum des Verhältnisses „Antennenstrom I_{Ant} zu Primärstrom der Koppelungspule I_{err}" eingestellt wurde, was sich jedesmal durch Aufnahme einer Resonanzkurve ergab. Zur Erhöhung der Genauigkeit wurden verschiedene Zusatzwiderstände benutzt und die graphische Auswertung nach Pauli vorgenommen. Zur Bestimmung der Antennenleistung ohne Abstimmittel wurde statt der Antenne ein verlustloser Kondensator (Bauart PTR) angeschaltet, mit dem dieselben Messungen wie mit Antenne wiederholt wurden. Durch Differenzbildung ergab sich dann die Leistung der Antenne N_{Ant} allein.

o Bodenstation

× Flugzeugstation

Abb. 14. Empfangsfeldstärken, abhängig von der Frequenz.

Die Ergebnisse dieser Messungen lassen sich kurz, wie folgt, zusammenfassen:

7. Leistungsmessungen können an betriebsmäßigen Sendern mit befriedigender Genauigkeit nach der Methode der Zusatzwiderstände ausgeführt werden, wenn bei der stets ziemlich festen Koppelung der Antenne die Resonanz im Antennenkreis dadurch ermittelt wird, daß das Verhältnis I_{Ant}/I_{err} ein Maximum wird. Einstellung auf maximalen Antennenstrom ist Anlaß zu unter Umständen großen Fehlern.
8. Der Wirkungsgrad des Antennenkreises $\eta_{(AK)}$, d. h. Antennenleistung im Verhältnis zur gesamten Leistung des Antennenkreises, ist schlecht, da die Eigenwelle der Flugzeugantenne weit unter der jetzigen Betriebswelle liegt und deshalb eine starke Verlängerung der Antenne nötig wird.
9. Der Strahlungswirkungsgrad $\eta_{s(Ant)}$, d. h. das Verhältnis der Strahlungsleistung zur Antennenleistung, ist bei der Flugzeugstation, aber auch bei der Bodenstation klein, wie die Messungen ergeben haben.

Die wesentlichsten Ergebnisse zu 9. sind in der nachstehenden Zahlentafel zusammengestellt.

---

[1] Buchwald u. Haase, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 15, S. 101.



Zusammenstellung der Leistungs- und Strahlungsmessungen in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

$I_{Ant} = 1{,}6$ A.

Wellenlänge	N_{AK}	N_{Ant}	N_s	R_{AK}	R_{Ant}	R_s	$\eta_s(AK) = \frac{N_s}{N_{AK}}$	$\eta_s(Ant) = \frac{N_s}{N_{Ant}}$
m	W	W	W	Ω	Ω	Ω	%	%
				I. Bodenstation.				
450	58	27,0	2,45	22,5	10,5	0,95	4,2	9,1
650	41	25,3	1,52	16,1	9,9	0,59	3,7	6,0
950	46	28,9	0,67	17,8	10,9	0,26	1,5	2,3
1350	54	26,6	0,25	21,0	10,4	0,098	0,5	0,9
				II. Flugzeugstation.				
450	31	13,5	1,03	12,1	5,3	0,40	3,3	7,6
650	38	12,8	0,84	15,0	5,0	0,33	2,2	6,6
950	38	10,8	0,40	15,4	4,2	0,16	1,1	3,7
1350	63	10.0	0,13	24,5	3,9	0,051	0,2	1,3

(F. Eisner, H. Faßbender und G. Kurlbaum, Mitteilung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt; Zeitschr. f. Hochfrequ.-Techn. 1928; Luftfahrtforschung 1928, Heft 4, erscheinen demnächst.)

Neue gesetzliche Verordnungen für den Rundfunk in Italien[1]. — Am 13. XII. 1927 veröffentlichte die „Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia" die neue königliche Verordnung für die Verbesserung und Entwicklung des Rundfunks in Italien. Der italienische Rundfunk wurde bekanntlich bisher von der Rundfunk-Gesellschaft Unione Radiofonica Italiana „U. R. I." mit den drei Senderstationen Mailand, Rom und Neapel ausgeführt. Das neue Dekret besagt nun, daß der Rundfunk im Königreich und den Kolonien für eine Zeitdauer von 25 Jahren am 15. XII. 1927 in Form einer ausschließlichen Konzession an eine besondere Unternehmung mit dem Titel „Ente Italiano per le Audizioni Radiofoniche" (E. I. A. R.) vergeben werden soll. Die wichtigsten Punkte werden im folgenden auszugsweise aufgeführt.

Beim Verkehrsministerium wird ein besonderes Komitee zur Überwachung des Rundfunks gebildet, das alljährlich der Regierung berichten muß. Das Komitee ist aus 14 Mitgliedern gebildet, die aus den Kreisen der faschistischen Organisationen der Radioindustrie, des Radiohandels, des Theaterwesens, der Landwirte, der nationalen Angestelltenfortbildung, der Schriftsteller, der Journalisten, des Unterrichtswesens, der schönen Künste, der Musik und Literatur gewählt werden, zu denen ein radiotechnischer und ein radiojuridischer Fachmann kommen.

Die bisher bestehenden staatlichen Abgaben auf Radiomaterial werden im einzelnen festgelegt.

Die Teilnehmergebühr beträgt 72 Lire im Jahr, zahlbar auch in zwölf Monatsraten mit einer geringen Erhöhung. Die Staatsbehörden besorgen die Eintreibung nicht bezahlter Gebühren. Öffentliche Schulen und Unterrichtsanstalten sind gebührenfrei. Dafür haben alle Gemeinden des Königreichs mit einer Bevölkerung über 1000 besondere jährliche Abgaben lt. Artikel 11 zu zahlen. Gebührenpflichtig sind auch die Luxusgasthäuser sowie die der I., II. und III. Kategorie, die Thermalbadeanstalten, die Meerbadeanstalten, die Kursäle, die Kinos, Vereine und Klubs, die kulturellen und sportlichen Zwecken dienen. Ausgeschlossen sind die Vereine, die ausschließlich religiösen Zwecken dienen.

Der Verkehrsminister kann im Einverständnis mit den anderen Ministerien entsprechende Vorschriften erlassen, die den funktelegraphischen Dienst während der für den Rundfunk vorbehaltenen Stunden regeln, um schädliche Störungen des Rundfunks zu vermeiden. Falls sich eine Gemeinde außerhalb des Aktionsradius einer der vorhandenen oder vorgesehenen Stationen befindet und in der Lage ist nachzuweisen, daß in ihrem Gebiete auch mit guten Apparaten kein Empfang möglich ist, ist eine Befreiung von den Gebühren des Artikels 11 möglich. Dies gilt ebenfalls für die Gasthäuser, Badeanstalten usw. des Artikels 14. Der Aktionsradius für eine Senderleistung von 1,5 kW ist mit 125 km, für 3 kW mit 225 km, für 5 kW mit 275 km und für 7 kW mit 325 km festgelegt. Sobald jedoch der Großsender in Rom in Betrieb gesetzt ist, hören diese Ausnahmen für alle Gemeinden, sonstige Organisationen und Unternehmungen auf. — Radiofabrikanten und -händler müssen ihre Lagerbestände an Kopfhörern, Kondensatoren usw. sofort dem zuständigen Finanzamt melden.

Die „Unione Radiofonica Italiana" als ehemaliger Konzessionär muß sich bis zum 1. II. 1928 in die neue Unternehmung E. I. A. R. verwandeln und eine Kapitalserhöhung von 2 000 000 L beschließen, welche den Radiofabrikanten, den Radiohändlern, den Elektrizitätsfirmen, dem Autorenverband, der Vereinigung der Theaterbesitzer, dem Pressesyndikat der Vereinigung der Musikverleger und den Radioliebhabern zur Zeichnung angeboten werden muß.

Es wird der Konzessionsgesellschaft zur Pflicht gemacht, die Stationen immer dem letzten Stande der Technik anzupassen. Die Reklame darf nur 10 % des Programms ausmachen. Die Übertragung von politischen und Tagesnachrichten ist einer vorherigen Zensur durch einen Funktionär der Regierung, welcher der Sendestation beigegeben wird, unterworfen. Die Postverwaltung stellt, jedoch ohne technische Verantwortung und wenn der Telephondienst es zuläßt, gegen eine Jahresgebühr Rundfunkvierer des im Bau befindlichen italienischen Fernkabelnetzes der Konzessionsgesellschaft zur Verfügung.

Unter Bezugnahme auf die bestehenden Gesetze zum Schutz der Nationalindustrie muß für die benötigten Lieferungen der Vorzug den nationalen Erzeugnissen gegeben werden.

Vom Jahre 1931 an muß die E. I. A. R. 3,5 % der Bruttoeinnahmen an den Staat abführen. Wenn für drei aufeinanderfolgende Jahre der Nutzen der Gesellschaft 10 % überschreitet, hat die Postverwaltung das Recht, die Gebühren herabzusetzen. Die Konzessionsgesellschaft muß eine Goldbuchführung über den Wert der Anlagen führen. Die Amortisationsquoten betragen 1,5 % für Gebäude und Gelände, 10 % für das radioelektrische Material, 5 % für die anderen Werte. Besondere Abschreibungen sind mit Genehmigung des Verkehrsministeriums zulässig. Auch ist die Verwaltung in der Lage, gemäß unanfechtbaren Urteils Erhöhungen der Abschreibeziffern vorzunehmen, wenn es geraten erscheint. 10 % aus den Reklameeinkünften müssen für einen besonderen Propagandafonds verwendet werden.

Der Staat behält sich vor, nach 15 Jahren Betriebsdauer die Sender nach einer einjährigen Kündigung abzulösen. Die Ablösungssumme richtet sich nach dem Goldwert unter Berücksichtigung der Amortisationsquoten.

Die Verordnung läßt erkennen, daß die Regierung den besten Willen hat, den Rundfunk, der in Italien noch sehr rückständig ist, zu verbessern. Aber es hat den Anschein, als ob durch die vielen bureaukratischen Maßnahmen eine so blühende Entwicklung wie in anderen Staaten nicht zu erwarten ist. Die staatlichen Abgaben auf das Radiomaterial legen für die Lagerhaltung bei den Lagerhändlern erhebliche Beträge fest. Das technische Programm läßt jegliche Großzügigkeit vermissen, denn ein Sender mit einer Telephonie-Ruhestromleistung von 25 kW für Rom, welche der E. I. A. R. vorgeschrieben ist, genügt heutigen Ansprüchen nicht mehr und besonders nicht einer Stadt von der Bedeutung Roms. Die Zwangsabgaben der Gemeinden, Hotels, Vergnügungsstätten usw. sichern wohl das finanzielle Ergebnis, werden aber kaum zur Förderung beitragen. Man hat in Italien immer noch nicht verstanden, daß die Entwicklung in allererster Linie von der Technik abhängt. Eine Anwendung des Rundfunks auf breitester Basis ist erst dann möglich, wenn man auch die Störungsquellen (staatliche Funkensender usw.) zu beseitigen sucht. (Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia vom 13. XII. 1927.) *Rtz.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Anfangsspannungen für Mehrfach-Elektroden in Luft. — Die Anfangsspannungen in Luft zwischen Einzelelektroden sind hinreichend und eingehend behandelt worden. Doch an Messungen bei Mehrfachelektroden fehlt es bisher, obwohl in der Technik die verschiedensten Ausführungsformen in Anwendung gekommen sind, wie beispielsweise die Schutzfunkenstrecken an drahtlosen Empfangsapparaten und der Glimmschutz nach G. J. Meyer. So beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der Untersuchung derartiger Elektrodenformen, und zwar in kammartiger Anordnung. Untersucht wurden Kugeln, Drähte und Zylinder aus Messing, Kupfer und Kohle; die Messungen an Einzelelektroden gegen geerdete Platte erstreckten sich bis auf feinste Nadelspitzen. Zur Spannungsmessung diente ein elektrostatisches Hochspannungsvoltmeter mit einem Meßbereich bis 50 kV, dessen Brauchbarkeit durch Nachmessen bekannter Überschlagwerte festgestellt worden war. Um die Anfangsspannung für feine Nadelspitzen gegen geerdete Platte objektiv messen zu können, wurde eine Einrichtung getroffen, die

[1] ETZ 1927, S. 1462.

in Aufbau und Wirkungsweise dem Koronavoltmeter von J. B. Whitehead und J. Isshiki[1] ähnelte.

Die Durchbruchfeldstärke der Luft zwischen Plattenelektroden im homogenen Feld für 0,1 ÷ 1 cm Schlagweite wurde bestimmt und mit Messungen von A. Klemm[2] sowie theoretischen Werten von W. O. Schumann verglichen. Meßgenauigkeit ± 0,5 %. Die Werte der Durchbruchfeldstärke für 2 gleiche Elektroden brachten weiterhin eine Fortsetzung der Klemmschen Werte für kleinere Elektroden. Die Anfangspannung zwischen einer und mehreren Elektroden sank mit der Zunahme der Elektrodenzahl, und zwar stärker bei Erdung der Mehrfachelektroden. Bei konstanter, gleicher Elektrodenzahl für Anode und Kathode bestand eine Abhängigkeit der Anfangspannung vom Abstand der Elektrodenmitten darin, daß mit Zunahme des Abstandes eine Herabsetzung der Anfangspannung eintrat. Bei konstantem Abstand der Elektrodenmitten beobachtet man beim Übergang von 1 auf 3 Elektroden bei mehr als 5 mm Abstand eine geringe Zunahme der Anfangspannung, wachsend mit der Schlagweite. Eine weitere Spannungserhöhung zeigte sich jedoch erst bei einer großen Elektrodenzahl und kleineren Elektrodenradien. Bei senkrechter Anordnung der Kämme trat eine Spannungserhöhung schon früher auf, und zwar bei Abständen größer als 3 mm. Besonders bei kleinen Elektrodenradien nahm die Anfangspannung mit der Elektrodenzahl zu (7 mm Abstand). Die Bevorzugung einzelner Elektroden setzt die Spannung herab.

Eine Glasplatte (Minos oder Tempax) zwischen den Elektroden bewirkt ein Streuen der Werte. Die Mittelwerte aus einer großen Anzahl von Messungen zeigen bei kleinsten Schlagweiten eine Abnahme der Anfangspannung mit Zunahme der Elektrodenzahl. Bei 5 mm Schlagweite ist die Anfangspannung fast unabhängig von der Elektrodenzahl, um dann zu steigen. Senkrechte Kammstellung zeigt diese Erscheinung schon bei 3 mm Schlagweite. Die Werte für Gleichstrom waren infolge Aufladens des Dielektrikums von denen für Wechselstrom grundverschieden. Durch Entladen des Glasplatte bekam man fast gleiche Mittelwerte. Die Lage des Dielektrikums ist von Bedeutung, die niedrigsten Werte erhält man, wenn der geerdete Kamm die Glasplatte berührt.

Die Durchbruchfeldstärke von Einfachelektroden gegen geerdete Platte ergab weiterhin eine Fortsetzung der Klemmschen Werte für kleinere Elektrodenradien. Die Zunahme des Luftzwischenraumes bei einer konstanten Zahl von Elektroden gegenüber geerdeter Platte brachte eine Verminderung der Anfangspannung. Bei Schlagweiten größer als 3 mm findet beim Übergang von einer auf 3 Elektroden eine Zunahme der Anfangspannung statt, die mit Schlagweite und Elektrodenzahl wächst. Die Bevorzugung einzelner Elektroden setzt analog der symmetrischen Anordnung die Spannung herab. Ein Dielektrikum zwischen den Elektroden veranlaßt wiederum ein Streuen der Werte. Erst größere Schlagweiten ergeben eine erkennbare Spannungssteigerung mit Zunahme der Elektrodenzahl, besonders auffallend bei größeren Schlagweiten und kleinen Elektrodenradien.

Bei symmetrischer Elektrodenanordnung sowie bei Mehrfachelektroden gegen geerdete Platte ist kein Unterschied zwischen Wechselstrom von 50 und 500 Hz festzustellen. Für parallele Zylinder wird eine Zunahme der Anfangspannung mit der Zylinderlänge beobachtet. Bei 10 mm Dmr. und 13 cm Länge erhält man eine Übereinstimmung mit Löber[3], Zylinder von 4 mm Dmr. zeigen niedrigere Werte infolge früh auftretender Sprüherscheinungen. Senkrechte Zylinderstellung bringt eine Spannungserhöhung. Bei Teilzylindern sinkt die Anfangspannung mit zunehmendem Luftzwischenraum, wobei die scharfen Kanten eine weitere Herabsetzung bewirken.

Für Zylinder und geerdete Platte wächst die Anfangspannung wieder mit der Zylinderlänge. Die Durchbruchfeldstärke der Luft bei dieser Anordnung zeigt bei 13 cm Länge einen ähnlichen Kurvenverlauf wie bei Löber. Unterteilte Zylinder gegen geerdete Platte zeigen mit größer werdendem Luftzwischenraum und infolge scharfer Kanten eine Spannungsherabsetzung.

Die Mittelwertskurve für die Glimmgrenze des Meyerschen Glimmschutzes liegt noch unterhalb der Meyerschen Kurve[1]. Versuche an Kohlenelektroden bestätigten erneut die Unabhängigkeit vom Elektrodenmaterial auch bei Mehrfachelektroden. Für symmetrische Elektrodenanordnung wird eine zu geringe Zunahme der Anfangspannung mit der Elektrodenzahl beobachtet, als daß man auf Grenzwerte schließen könnte. Bei der Anordnung „Mehrfachelektroden und geerdete Platte" findet eine Zunahme der Anfangspannung mit der Elektrodenzahl und Schlagweite statt nach einem Grenzwert hin, der in der Nähe der entsprechenden Zylinder liegt.

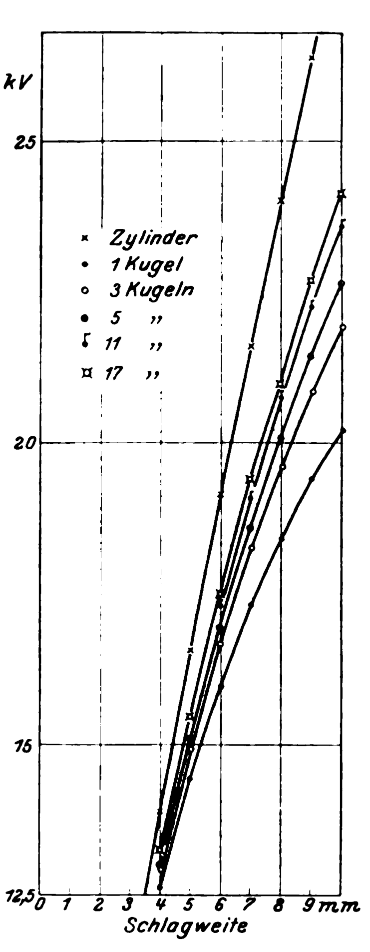
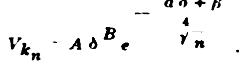


Abb. 15. Anfangspannungen für 1 bis 17 Kugeln, 10 mm Dmr., gegen geerdete Platte nach der Formel:



$$V_{k_n} = A\,\delta^B\, e^{-\frac{a\delta+\beta}{\sqrt[4]{n}}}.$$

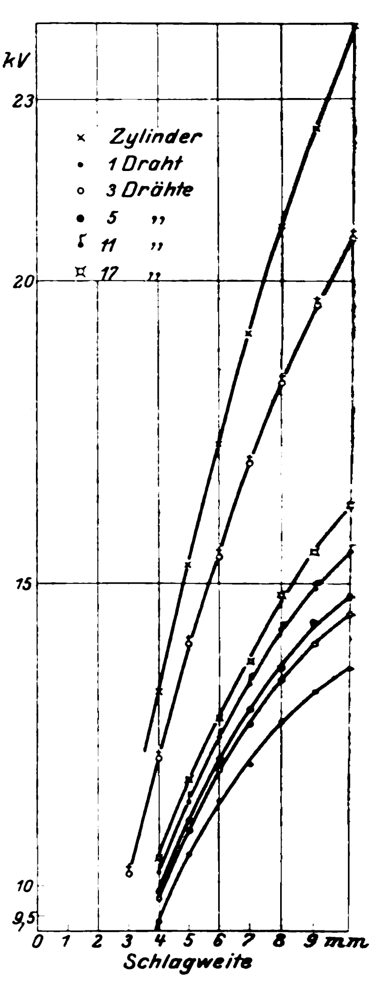


Abb. 16. Anfangspannungen für 1 bis 17 Drähte, 4 mm Dmr., gegen geerdete Platte nach der Formel:

$$V_{D_n} = A\,\delta^B\, e^{-\frac{a\delta+\beta}{\sqrt[10]{n}}}.$$

Für die Anfangspannungen bei 1 bis 17 Elektroden gegen geerdete Platte, bezogen auf Zylinder und Platte, wird folgende Formel gefunden:

$$V_{k_n} = A\,\delta^B\, e^{-\frac{a\delta+\beta}{\sqrt[x]{n}}}.$$

V_k Anfangsspannung, n Zahl der Elektroden, δ Schlagweite, A, B, a, β Konstante und x Abhängigkeit vom Luftzwischenraum.

Abb. 15 bringt einige der berechneten Werte für sich berührende Kugeln von 10 mm Dmr. bei kammartiger Elektrodenanordnung gegen geerdete Platte. Abb. 16 zeigt

[1] J. B. Whitehead u. J. Isshiki, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 39, S. 441.
[2] A. Klemm, Arch. El. Bd. 12, S. 553.
[3] H. Löber, Arch. El. Bd. 14, S. 511.

[1] G. J. Meyer, Der Glimmschutz. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1923 u. 1924.

die Werte für Drähte von 4 mm Dmr. bei 6 mm Luftzwischenraum. Um zu zeigen, welche Bedeutung der Luftzwischenraum tatsächlich spielt, wurden die Werte für 35 aneinanderliegende Drähte von 4 mm Dmr. mit eingezeichnet. (W. Sahland, Dissert. Jena 1927. Arch. El. Bd. 19, H. 2, S. 145.)

Zur Wärmetheorie des elektrischen Durchschlages. — Die von verschiedenen Autoren aufgestellte und für hohe Temperaturen bestätigte Wärmetheorie des elektrischen Durchschlages wird mathematisch wie folgt formuliert. Das für das Innere des Isolators gültige Gleichungssystem für die Temperatur und das Potential lautet

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{div}(k \operatorname{grad} T) + \sigma (\operatorname{grad} \varphi)^2 = 0 \\ \operatorname{div}(\sigma \operatorname{grad} \varphi) = 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (1)$$

Hier bezeichnet T die absolute Temperatur, φ das Potential, σ die elektrische und k die Wärmeleitfähigkeit; die beiden letzten Größen sind Funktionen der Temperatur. Auf der Oberfläche des Körpers müssen entsprechende Grenzbedingungen erfüllt sein. Sind die Grenzbedingungen für die Temperatur fest gegeben, so hat man zur Bestimmung der Durchschlagspannung zu untersuchen, welche Grenzbedingungen für das Potential eine reelle Lösung der obigen Gleichungen zulassen. Der größte Wert der angelegten Spannung, bei dem eine solche Lösung noch existiert, ist die Durchschlagspannung[1].

Es wird ausführlich das eindimensionale Problem für den folgenden Fall betrachtet: Der Isolator habe die Form einer Platte von der Dicke $2h$, von beiden Seiten an ebene Elektroden von der Dicke δ angrenzend. Die Durchschlagspannung sei $2\varphi_1$, die Wärmeleitfähigkeit der Elektroden sei k_2. Die Grenzbedingung für die Temperatur an der äußeren Grenze sei

$$k_2 \frac{dT}{dn} + \lambda (T - T_0) = 0 \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

(n = äußere Normale).

Setzt man zur Abkürzung

$$u(T) = -\int^T 2\varrho(T) k(T) \, dT \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

$\varrho = \frac{1}{\sigma}$ (spezifischer Widerstand) und

$$g = \frac{\lambda h}{k_2 + \lambda \delta}, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

so bestimmt sich die Durchschlagspannung $2\varphi_1$ aus einem System von drei Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \int_{T_1}^{T_m} \frac{k(T)\,dT}{\sqrt{u(T) - u(T_m)}} - g\,\frac{k_2}{\varphi_1}(T_1 - T_0) = 0 \\ u(T_1) - u(T_m) - \varphi_1^2 = 0 \\ \frac{g\,k_2}{\varphi_1} - \varrho(T_1)\,k(T_1) \int_{T_1}^{T_m} \frac{\sigma'(T)\,dT}{\sqrt{u(T) - u(T_m)}} = 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (5)$$

wo T_1 und T_m zwei Parameter (T_1 Temperatur an der Grenze Isolator—Elektrode und T_m maximale Temperatur im Isolator) sind. Der Fall, wo der Isolator und die Elektroden die Form konzentrischer Zylinder haben, kann leicht auf den soeben betrachteten zurückgeführt werden.

Für die Widerstandsgesetze

$$\varrho = \varrho_0 \, e^{-\frac{T}{\theta}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

und

$$\varrho = \varrho_0 \, e^{\frac{\theta}{T}} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

werden die in den Formeln (5) auftretenden Integrale zahlenmäßig berechnet und Tabellen zur Berechnung der Durchschlagspannung angeführt. (V. Fock, Arch. El. Bd. 19, H. 1, S. 71.)

Hochspannung.

Funkenuntersuchungen mit dem Kathodenoszillographen. — Nach Entwicklung des Kathodenoszillographen neuer Bauart[1] wurden im Elektrotechnischen Institut der T. H. Aachen auf Veranlassung von Prof. W. Rogowski mit diesem Oszillographen Funkenuntersuchungen durchgeführt. Der Spannungszusammenbruch am Funken vollzieht sich bei atmosphärischem Druck und homogenem Feld im allgemeinen in einer Stufe. Wie wir in Abb. 17 sehen, liegt anfangs keine Spannung zwischen den Elektroden, sehr schnell springt dann die Spannung auf den Wert von etwa 5 kV und würde dauernd auf diesem Wert bleiben, wenn kein Durchschlag erfolgen würde. In der gewählten Schaltung ruft ein Strom in der Funkenbahn einen proportionalen Spannungsabfall hervor. Bei einem maximalen Strom von 6,7 A ist die Spannung von 5 kV auf Null gesunken. Wir sehen, daß die Spannung sehr schnell zusammenbricht (der Strom steigt), dann steigt die Spannung wieder etwas an (der Strom sinkt), dann erst bricht die Spannung ganz zusammen. Demnach gilt unter diesen Verhältnissen das Toeplersche Funkengesetz nicht.

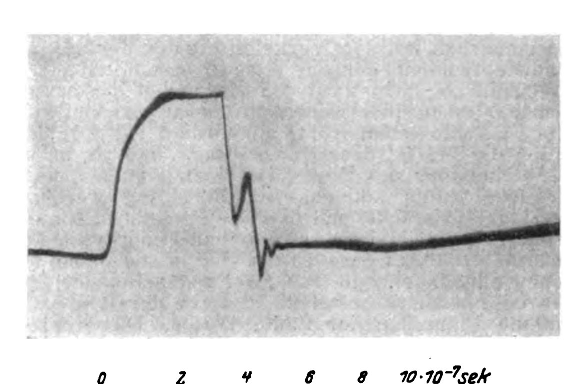


Abb. 17. Funkenoszillogramm: Stoßwelle 5 kV, atm. Druck. Plattenelektroden a = 1,0 mm. Spannung an den Elektroden.

Außerdem konnte durch die Messungen das Vorhandensein einer Funkenverzögerung nachgewiesen werden. Die Überspannung an der Funkenstrecke wurde verschieden schnell gesteigert. Die Durchbruchspannung liegt bei schnellerem Anstieg höher. Im inhomogenen Feld (Spitze gegen Spitze) ist die Verzögerung sehr groß, der Zusammenbruch steil. Im unsymmetrisch inhomogenen Feld ist die Verzögerung geringer, wenn die Spitze positiv ist.

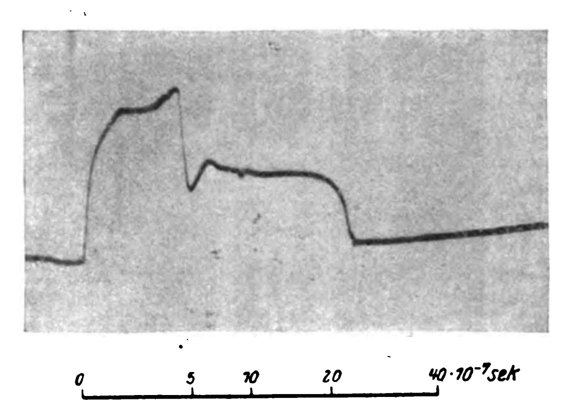


Abb. 18. Funkenoszillogramm: Stoßwelle 5 kV; 185 mm *Hg*. Plattenelektroden a = 3,8 mm. Spannung an den Elektroden.

Verringert man gegenüber Abb. 17 den Druck auf etwa ein Viertel und vergrößert gleichzeitig den Elektrodenabstand auf etwa das Vierfache, so erhält man Abb. 18. Die Stufenlänge wächst bei weiterer Druckverminderung noch mehr, bei einem Druck von mehreren cm *Hg* bleibt bei der benutzten Versuchsanordnung der zweite Zusammenbruch ganz aus, an Stelle eines leuchtenden Funkens beobachtet man jetzt Glimmentladung. Beim Durchschlag von verschiedenen Gasen zeigt sich, daß Wasserstoff besonders stark, Kohlensäure besonders wenig zur Stufenbildung neigt. Gleitfunken haben den gleichen Charakter wie der Durchschlag im inhomogenen Feld. (R. Tamm, Arch. El. Bd. 19, H. 3, S. 235.)

---

[1] Es könnte auch der Fall eintreten, daß die einer solchen stationären Lösung entsprechende maximale Temperatur T_m im Inneren des Isolators die Schmelz- (oder Zerstörungs-) Temperatur T_k übertrifft; dann geschieht der Durchschlag schon früher, nämlich wenn $T_m = T_k$ wird.

[1] Rogowski, Flegler u. Tamm, Arch. El. Bd. 18, S. 47 u. 513.

Werkstatt und Baustoffe.

Transporteinrichtungen in Ausbesserungswerken elektrischer Bahnen. — Fast bei jeder Fahrzeugreparatur ist eine Trennung des Wagenkastens vom Fahrgestell erforderlich. Neuzeitliche Werkstätten werden demgemäß mit Laufkränen ausgerüstet, mit deren Hebezeugen der Wagenkasten abgehoben und dort hingebracht wird, wo die Ausbesserungen an ihm erfolgen. Um von allen Seiten die Arbeiten bequem ausführen zu können, wird der Kasten auf Abstellböcke abgesetzt, die zu möglichst geringem Platzbedarf in Eisenkonstruktion ausgeführt werden. Es hat sich nun als praktisch erwiesen, diese Abstellböcke nicht fest mit dem Boden zu verbinden, sondern beweglich einzurichten, so daß eine gewisse Freizügigkeit in den Abmessungen der Wagenkasten gegeben und der Arbeitsraum nach Fortnahme der Böcke auch für andere Arbeiten auswertbar ist.

Einen in seiner Anordnung recht praktischen, fahrbaren Abstellbock hat die Firma W. Heuberger, Berlin in Zusammenarbeit mit der Werksleitung der Berliner Nord-Südbahn entwickelt, der aus Abb. 19 ersichtlich ist. Das Gestell ruht abgefedert auf den vier Achsbuchsen zweier Radachsen, indem über jeder Achsbuchse eine Spiralfeder in einer geschlossenen Hülse angeordnet ist. Die Spannkraft der Federn ist derart abgestimmt, daß sie im unbelasteten Zustande des Bocks das Gestell tragen, und die Räder frei laufen können. Bei Belastung werden die Federn durchgedrückt, und das Gestell setzt sich auf den Boden auf, so daß die Achsen nur den Federdruck aufzunehmen haben. Am Gebrauchsort sind in den Boden kurze Schienen eingelassen, die aus zwei gegeneinander liegenden T- oder U-Eisen bestehen, in deren derart gebildeten Rillen die Flanschen der Räder laufen. Diese Schienen dienen auch zur Feststellung der Böcke, indem auf jeder Bockseite zwischen den Rädern eine Spindel angebracht ist, die mit einem flachen T-förmigen Endstück mittels eines Hebels in die Rille eingebracht und um 90° gedreht und mittels über dem Hebel befindlichen Handrades gegen die Flanschen der Schienen festgezogen werden kann. Hebel und Handrad der Feststellvorrichtung sind in bequemer Bedienungshöhe angeordnet.

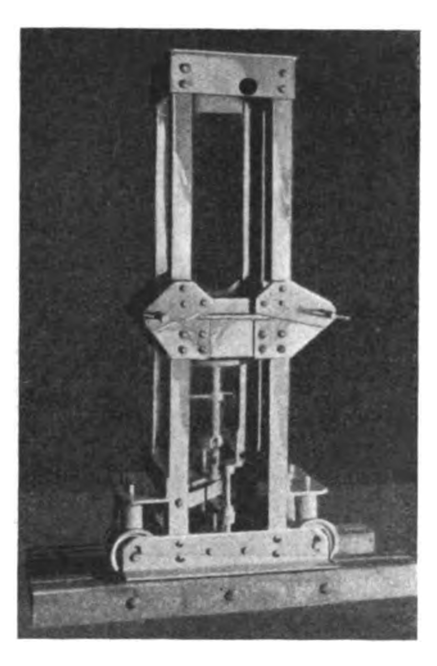


Abb. 19. Abstellbock der Berliner Nord-Südbahn.

Die Abstellböcke haben eine Höhe von 1,7 m und eine Kopffläche von 42 cm², so daß auch Abweichungen in den Breitenmaßen der Fahrzeuge angängig sind. Um den Wagenkasten für gewisse Arbeiten, wie Beblechen, Anstreichen, Lackieren usw., niedriger zu lagern, können die Gestelle in der Mitte umklappbar in der Wagenlängsrichtung eingerichtet werden.

Für größere Wagenkastengewichte wie die der Trieb- und Beiwagen der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen haben die Abstellböcke an Stelle der Spiralfedern zwei Blattfedern senkrecht zu den Achsen, die sich mit ihren Enden auf die Achsbüchsen auflegen und mit dem Bund das Gerüst tragen. Bei Belastung des Bocks drücken sich die Federn derart durch, daß das Gestell auf dem Boden zu stehen kommt. Die Feststellvorrichtung ist wie vorstehend beschrieben ausgeführt. Zur Erhöhung der Standsicherheit sind die Gerüste in der Wagenlängsrichtung besonders durch Streben versteift.

Derartige Abstellböcke sind für die neue Werkstatt der Reichsbahn-Gesellschaft in Niederschöneweide-Johannisthal geliefert worden, in der auch erstmalig ein Bandtransport (Abb. 20) bei der Ausbesserung der Dreh-

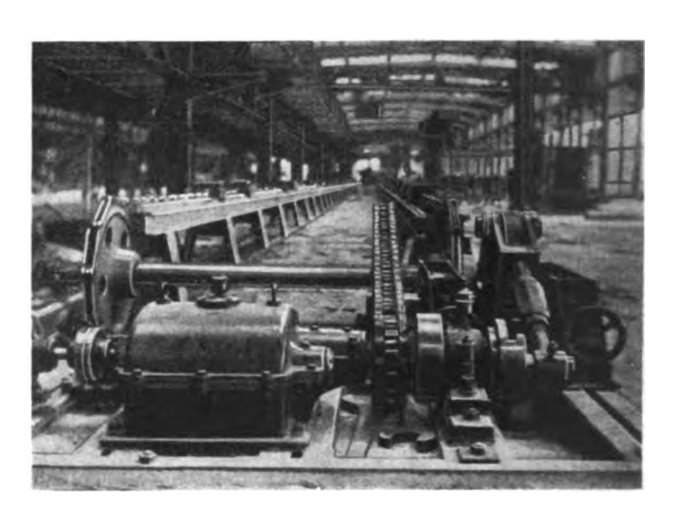


Abb. 20. Bandtransport für die Ausbesserung von Drehgestellen.

gestelle für fließende Fertigung benutzt wird, der von der Firma Heuberger ausgeführt ist. Dieser hat eine Länge von 59 m und besteht aus zwei Fahrbahnen, auf denen durch Ketten gezogene Fahrwagen laufen, auf welche die Drehgestelle von je etwa 3 t Gewicht durch Kran gesetzt werden. Da bis zu 13 Drehgestelle meist gleichzeitig auf der Straße liegen, so ist diese für eine Gesamtbelastung bis zu 40 t ausreichend. Die Aus- und Einbauarbeiten an den Drehgestellen werden im Fließarbeitsgang vorgenommen. Der Antrieb des Bandtransports erfolgt durch eine gemeinsame Welle von einem Elektromotor aus unter Zwischenschaltung von Reduziergetrieben, so daß bei kontinuierlichem Betrieb Geschwindigkeiten von $V_{min} = 0{,}11$ m/min bis $V_{max} = 0{,}24$ m/min und bei intermittierendem Betrieb $V = 6$ m/min erreicht werden. Die Fördergeschwindigkeiten können somit entsprechend dem Arbeitstempo in weiten Grenzen geändert werden, und zwar von 5 m in 45 min bis 5 m in 21 min. Die Regelung erfolgt durch das Schaltgetriebe in Stufen und zwischen den Stufen durch Drehzahlregelung des Antriebsmotors, so daß praktisch jede Geschwindigkeit zwischen den angegebenen Grenzen erreicht werden kann. Die eingestellte Geschwindigkeit kann an einer elektrisch betätigten Stoppuhr genau abgelesen werden, die an der Schalttafel angebracht ist. Przygode.

Kathodenzerstäubung als Hilfsmittel für die Metallographie. — Bei der metallographischen Untersuchung von Legierungen gibt die übliche Säureätzung in manchen Fällen keinen hinreichenden Aufschluß über die Komponenten. In solchen Fällen kann die Kathodenzerstäubung ein Hilfsmittel bieten. Mit ihrer Hilfe wird in allen den Fällen ein gutes, kontrastreiches Bild erhalten, in denen die Komponenten möglichst verschieden stark zerstäuben[1]. So zerstäuben in einer Wasserstoffatmosphäre bei niederem Druck Zink, Gold und Silber stark, Blei, Platin und Kupfer in mittleren Mengen, Eisen, Aluminium und Magnesium am wenigsten. Es genügt, in eine Glasflasche mit Gummistopfen eine Anode und als Kathode ein Kupferrohr einzuführen, das am Ende auf einem Ansatz die zu ätzende Probe trägt und gleichzeitig der Evakuierung dient. Die Flasche wird auf etwa 0,05 ÷ 0,005 mm *Hg* evakuiert und an einen Induktor oder auch einen Röntgengenerator angeschlossen. Mit Wechselstrom werden die Bilder etwas besser; die Zeit zur Ausbildung einer Ätzung beträgt je nach Art der Legierung einige Sekunden bis etwa 10 min. (C. S. Smith, Engg. Bd. 124, S. 410.) *nkl.*

[1] Angaben hierüber bei A. Güntherschulze, Z. Phys. Bd. 38, S. 575.

Die Leitfähigkeit von Isolierstoffen. — Ein kurzer Hinweis auf eine Arbeit von H. L. Curtis scheint im Hinblick auf das umfangreiche, im Anhang mitgeteilte Literaturverzeichnis (74 Veröffentlichungen) geboten. Sie stellt eine kurzgefaßte Literaturstudie der Theorien und experimentellen Befunde über das Wesen gasförmiger, flüssiger und fester Dielektriken dar, die in zahlreichen Abhandlungen in der Buch- und Zeitschriftenliteratur zerstreut sind und deren gelegentliche Zusammenfassung als dankenswertes Bemühen anzuerkennen ist. (H. L. Curtis, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1095.) *Eg.*

Verschiedenes.

In welcher Zeit macht sich die Modernisierung veralteter Anlagen bezahlt? — Im Konkurrenzkampf ist Wirtschaftlichkeit die Losung; wer am billigsten produziert, sichert sich den Vorsprung. Ständige Überwachung der Erzeugungsanlagen ist dabei wichtig, um veraltete Teile durch neuzeitliche, wirtschaftlicher arbeitende zu ersetzen. Bevor man sich zur Neuanschaffung entschließt, ist jedoch die tatsächliche Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Durch Messungen wird z. B. der Dampf- bzw. Kohlenverbrauch einer Dampfkraftanlage ermittelt, der Verbrauch einer neuen Anlage wird gegenübergestellt, und aus der Ersparnis läßt sich die Zeit errechnen, in welcher sich die Neubeschaffung bezahlt macht. Bei gegebenen Zahlungsbedingungen läßt sich nun mit Hilfe der Zinseszinsrechnung eine Formel aufstellen, welche auf einfache Weise das Resultat zu finden gestattet. Bezieht man nämlich unter Berücksichtigung der Verzinsung die Summe aller Zahlungen und die Summe aller Ersparnisse in x Monaten auf einen bestimmten Tag, z. B. den Ablieferungstag, so ergibt sich durch Gleichsetzung der beiden Beträge die Zahl der Monate zu

$$x = \frac{\log \dfrac{R}{R - P.k}}{\log z}.$$

Darin ist R die monatliche Ersparnis, P der Bestellwert, mit p als monatlichem Zinsfuß

$$z = \frac{100 + p}{100}$$

und
$$k = \frac{p}{100}\left(0{,}3\left[z^{3a} + z^{2a} + z^{a}\right] + 0{,}1\right),$$

wenn $3a$ die Lieferzeit in Monaten bedeutet. Für den Wert k kann man mit großer Annäherung setzen $k = \frac{p}{100}$ oder man kann ihn der dem Original beigegebenen Abb. 1 in Abhängigkeit von p und $3a$ entnehmen. Die Berechnung der Zahl der Monate x gestaltet sich dann sehr einfach, wenn die monatliche Ersparnis R und der Bestellwert P bekannt sind. Sie wird weiter vereinfacht durch Benutzung einer im Original enthaltenen 2. Abb., welche x in Abhängigkeit von p abzulesen gestattet, nachdem der Wert

$$\frac{R}{R - P.k}$$

ermittelt ist.

Für zweifelhafte Fälle läßt sich auf gleicher Basis eine einfache Formel finden, um festzustellen, ob eine Bezahlung aus den Ersparnissen überhaupt möglich ist. Damit, wie es in diesem Falle sein muß, x eine positive endliche Zahl wird, muß nämlich der Nenner des Ausdruckes für x positiv sein, also

$$R > P \cdot k.$$

Der Wert k ist hier berechnet für die folgenden Zahlungsbedingungen:

Zahlung je K_0 RM = 30 % am Bestelltag, nach einem Drittel und zwei Drittel der Lieferzeit, Restzahlung K_T bei Ablieferung. Für abgeänderte Bedingungen ist der entsprechende Wert für k zu errechnen, jedoch genügt hier meist der Ersatz von k durch den Wert $\frac{p}{100}$.

In den Abbildungen sind zwei Beispiele eingezeichnet:

1. Bestellwert $P = 500\,000$ RM, Lieferzeit $3a = 12$ Monate, monatlicher Zinsfuß $p = 0{,}5$ %, monatliche Ersparnis $R = 40\,000$ RM. Abb. 1 ergibt $k = 0{,}0052$, angenäherter Wert $k \sim \frac{p}{100} = 0{,}005$.

$$x = \frac{\log \dfrac{40\,000}{40\,000 - 500\,000 \,.\, 0{,}0052}}{\log 1{,}005} = 13{,}5 \text{ Monate.}$$

2. $P = 100\,000$ RM, $3a = 12$ Monate, $p = 1$ %, $R = 1228$ RM, $k = 0{,}01075$, $k \sim \frac{p}{100} = 0{,}01$.

$$x = 209 \text{ Monate.}$$

Ein weiteres Beispiel zeigt die Anwendung der Überschlagsformel bei der Frage, ob eine Bezahlung aus den Ersparnissen überhaupt möglich ist.

3. $P = 200\,000$ RM, $3a = 20$ Monate, $p = 1$ %, $R = 1000$ RM, $k \sim \frac{p}{100} = 0{,}01$. $P \cdot k = 2000$, $R < P \cdot k$, die Ersparnisse können also die Kapitalaufwendungen nicht rechtfertigen, wenn die alte Anlage noch betriebsfähig ist. (BBC-Mitt. Mannh. Bd. 14, 1927, S. 120.) *Bl.*

Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen der Schweiz. — Das Schweizer Starkstrom-Inspektorat berichtet im Bull. SEV über die in den Jahren 1925 und 1926 eingetretenen Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen. Es zeigt sich, daß trotz der starken Ausbreitung der elektrischen Stromversorgung in den letzten Jahren die Unfallhäufigkeit der schweren Unfälle, wenigstens was Hochspannungsanlagen betrifft, zurückgegangen ist. An Niederspannungsanlagen ist leider keine merkliche Abnahme der schweren Unfälle zu verzeichnen, bei leichteren Unfällen sogar eine beträchtliche Zunahme. Während früher die Anzahl der Unfälle des elektrischen Berufspersonals stets größer war als die Anzahl der Unfälle bei den Drittpersonen, hat sich dieses Verhältnis seit einer Reihe von Jahren zu ungunsten der letzteren verändert. Von den Unfällen seien einige bemerkenswerte im folgenden beschrieben.

In einem neu erstellten Kraftwerk wurden an einem Generator Belastungsproben vorgenommen, während gleichzeitig an den Anlageteilen weiterer Generatoren noch gearbeitet wurde. Die Sternpunkte der Generatorenwicklungen waren durch zwei örtlich voneinander getrennte Erdplatten betriebsmäßig geerdet. Aus ungeklärter Ursache war die Erdung des Versuchsgenerators während der Proben auf die Erdleitung der Anlageteile geschaltet, an welchen gearbeitet wurde. Durch Berührung des Gestelles, welches an die Erdung des Versuchsgenerators angeschlossen war, mit der einen Hand und gleichzeitige Umfassung eines an die zweite Erdung angeschlossenen Anlageteiles mit der anderen Hand schaltete der Verunglückte sich unbewußt in Nebenschluß zum Spannungsgefälle an den Erdelektroden, das, wie nachträgliche Messungen ergaben, 300 V betrug, und wurde getötet. — Ein Maschinist, der während eines heftigen Gewitters in der Hochspannungschaltanlage eines Kraftwerkes einen Kontrollgang vornahm, befand sich gerade in dem Moment in unmittelbarer Nähe eines Schalters, als bei diesem ein Spannungsüberschlag von Phase zu Phase und auf das Gestell eintrat; obwohl er sich in einer Entfernung von mindestens 50 cm von stromführenden Anlageteilen befand und die Spannung nur rd. 13 kV betrug, wurde er vom Flammenbogen erfaßt und zu Boden geworfen, so daß er außer Verbrennungen auch noch Rippenbrüche erlitt.

Beim Ausasten von Bäumen in der Nähe von Hochspannungsleitungen schien keine Gefahr vorhanden zu sein, da der abzusägende Ast von den Drähten der Hochspannungsleitung noch reichlich entfernt war; man hatte aber nicht damit gerechnet, daß der Ast beim Fallen durch die unteren Äste nach außen geschoben wurde und auf diese Weise die Leitung erreichen konnte. Unglücklicherweise wollte der Verunglückte den Ast im Fall noch rasch halten. Da der letztere aber mit einem Leitungsdraht in Berührung kam, erhielt der Arbeiter einen tödlichen Schlag. — Ein Monteur, der nach Vornahme von Änderungsarbeiten in einer größeren Transformatorenanlage die Hochspannungsklemmen eines etwa 1,8 m hohen Transformators reinigen wollte und zu diesem Zweck auf das Transformatorengehäuse hinaufstieg, achtete dabei nicht auf eine an der Decke in etwa 1,3 m Höhe oberhalb des Transformators verlegte Hochspannungsleitung, die zu einem anderen Anlageteil gehörte und unter Spannung stand. Er kam mit dieser Leitung in Berührung und erlitt schwere Brandwunden. Da sich ähnliche Unfälle schon früher ereignet haben, empfiehlt das Starkstrominspektorat, die Transformatorenanlagen so anzuordnen, daß über die Transformatoren hinweg keine Leitungen geführt werden, die zu anderen Anlageteilen gehören. — Beim Gebrauch einer Prüflampe ereignete sich ein tödlicher Unfall unter etwas außergewöhnlichen Umständen. In einem Niederspannungsnetz zeigte sich eine Störung, die auf den Transformator zurückzuführen war und welche das Durchschmelzen einer Hoch- und zweier Niederspannung-

sicherungen zur Folge hatte. Da die Ursache nicht unmittelbar erkannt werden konnte und auch Isolationsmessungen an der abgeschalteten Transformatorenanlage kein positives Ergebnis hatten, ließ der Monteur, der die Untersuchung durchführte, die Transformatorenstation wieder einschalten, um mit einer Prüflampe festzustellen, ob Spannung vorhanden sei. In diesem Augenblick erfolgte in dem schon vorher beschädigten Transformator ein Überschlag von der Primär- zur Sekundärwicklung und dadurch ein Übertritt der Hochspannung in den Körper des Verunglückten. Dieser fiel zu Boden; Wiederbelebungsversuche waren erfolglos.

Von fünf Unfällen an transportablen Motoren waren drei tödlich; der eine betraf einen Arbeiter, welcher sich einer transportablen Bohrmaschine für 380 V bediente. Da er bemerkte, daß sie nicht richtig arbeitete, wollte er sie vom Netz abtrennen. Er zog jedoch unglücklicherweise den Erdungstift zuerst heraus, wobei das Gehäuse, weil ein Isolationsdefekt bestand, unter Spannung geriet; der Mann konnte nicht mehr gerettet werden. Von den Unfällen, die sich in Hausinstallationen ereignet haben, sei ein Fall erwähnt, wo ein Kind durch ein Heizkissen verbrannte, bei welchem der Regelschalter versehentlich auf höchste Stromstärke gestellt war. (Bull. SEV Bd. 18, S. 721.) *Ka.*

Neue Normblätter des DNA. — Lokomotivbau: LON 1103 Formeisen, Abmessungen, Gewichte. — 1104 Sonder-Formeisen, Abmessungen, Gewichte. — 2321 Reglerstopfbuchse, 30 mm Bohrung, Zusammenstellung. — 2322 Reglerstopfbuchsen, 45 mm Bohrung, Zusammenstellung. — 2323 Reglerstopfbuchse, Stopfbuchsgehäuse für 30 mm Bohrung. — 2324 Reglerstopfbuchse, Stopfbuchsgehäuse für 45 mm Bohrung. — 2325 Reglerstopfbuchse, Stopfbuchsbrille, Gehäusebuchse 30 und 45 mm Bohrung.

Geänderte Normblätter. — Lokomotivbau LON 277 Hahnkükensicherungen (2. Ausgabe, geändert). — 278 Scheiben mit Vierkantloch für Hähne (2. Ausgabe, geändert). — 425 Feste Kegelgriffe (2. Ausgabe, geändert). — 426 Drehbare Kegelgriffe (2. Ausgabe, geändert). — 429 Hahngriffe aus Flußstahl (2. Ausgabe, geändert). — 2003 Kipproststäbe (2. Ausgabe, geändert und erweitert). — 2117 (2) Domöse (2. Ausgabe, geändert). — 2142 Große Waschluke, Untersatz mit ebenem Nietrand (2. Ausgabe, geändert). — 2131 Kleine Waschluke mit Lukenfutter an Stehkesselecken (2. Ausgabe, geändert). — 2132 Kleine Waschluke ohne Lukenfutter an ebenen Stehkesselwänden und Rauchkammerrohrwand (2. Ausgabe, geändert). — 2133 Kleine Waschluke mit Lukenfutter an ebenen Stehkesselwänden und Rauchkammerrohrwand (2. Ausgabe, geändert). — 3038 Wasserstandprüfhahn mit Flansch (2. Ausgabe, geändert). — 3046 Druckmesserhahn mit Flansch (2. Ausgabe, geändert). — 6011 Handstangenstützen mit Gewindezapfen, Verschlußpfropfen für Handstangenrohre (3. Ausgabe, geändert). — 6012 Handstangenstützen mit Untersatz (3. Ausgabe, geändert). — 6051 (3) Trittbleche (3. Ausgabe, geändert). — DIN TEX 1 Leinengarne. — TEX 4021 Spindeln für Kammgarnselfaktoren, Wirteldurchmesser 24 mm. — TEX 4022 Spindeln für Kammgarnselfaktoren, Wirteldurchmesser 22 mm. — TEX 4101 Stahlnadeln für Spinnmaschinen, Durchmesser.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

„Die internationalen Verhandlungen und Vereinbarungen über Ausstellungen und Messen". — Das Deutsche Ausstellungs- und Messe-Amt macht darauf aufmerksam, daß als erste Zusammenfassung des verstreuten Materials über die internationalen Verhandlungen und Vereinbarungen über Ausstellungen und Messen anläßlich der Verhandlungen des Ausschusses für Ausstellungs- und Messefragen bei der Internationalen Handelskammer Heft 3 der Veröffentlichungen des Amtes erschienen ist und von diesem zum Preis von 3,50 RM bezogen werden kann. Als Anlage sind ihm eine Zusammenstellung der zur Zeit gültigen Fracht- und Fahrpreisermäßigungen im In- und Auslande sowie eine Übersicht der Länder beigegeben, zwischen denen kein Visumzwang mehr besteht.

16. Deutsche Ostmesse. — Die 16. Deutsche Ostmesse findet in Königsberg/Pr. vom 12. bis 15. VIII. statt. Gleichzeitig mit der Warenmustermesse, der Technischen und Baumesse wird wieder die große Landwirtschaftsausstellung veranstaltet, die auch die Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft berücksichtigt.

Ausstellung „Heim und Technik", München 1928. — Die Eröffnung der Ausstellung findet bereits am 26. V. statt. Ihr Präsident, Geheimrat Prof. Chr. Prinz, hat für den Katalog unter dem Titel „Heimtechnik, Hausfrau und Volkswirtschaft" ein Geleitwort verfaßt, das mit folgenden Worten schließt: „Gelingt es durch die Ausstellung „Heim und Technik", die den ersten Schritt zur Aufklärung im großen macht, Verbraucher und Erzeuger zu gemeinsamer Arbeit auf dem Gebiete der Hauswirtschaft zusammenzuführen, wie sie, in U.S.A. längst üblich, sich auch in Deutschland auf anderen Gebieten langsam einbürgert, dann wird die gewaltige Arbeit, die technische Leitung und Gesamtverwaltung der Ausstellung in kürzester Frist leisten mußten, zum Wohl des deutschen Volkes ausschlagen, unsere Hausfrauen dem Ziele näherbringen: Herrscher und nicht Sklave ihrer Arbeit zu sein."

Internationale deutsche Luftfahrt-Ausstellung („Ila"), Berlin 1928. — Die vom Reichsverband der Deutschen Luftfahrt-Industrie unter Mitwirkung des Ausstellungs-, Messe- und Fremdenverkehrsamtes der Stadt Berlin veranstaltete Ausstellung findet vom 7. bis 28. X. statt und erhält im Gegensatz zu ähnlichen internationalen Veranstaltungen der letzten Jahre ein durchaus ziviles Gepräge. Der Elektroindustrie wird sie Gelegenheit bieten, ihre zahlreichen für das Flugwesen wichtigen Erzeugnisse vorzuführen.

8. Mustermesse in Laibach 1928. — Die Messe wird vom 2. bis 11. VI. abgehalten und kann von jedem Industriellen, Gewerbetreibenden und Großkaufmann des In- und Auslandes beschickt werden. Die Anmeldefrist läuft bis zum 15. IV.. Anfragen sind an das Messeamt unter der Adresse „Urad Ljubljanskega velesejma Ljubljana" zu richten.

Energiewirtschaft.

Elektrische Wärmeapparate in den schweizerischen Haushaltungen. — Um ein Bild der in starker Entwicklung begriffenen Verwendung elektrischer Wärmeapparate im Haushalt seit 1913 zu gewinnen, hat der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband auf Grund von Angaben bedeutender elektrothermischer Fabriken eine Statistik[1] aufgemacht, die, wenn auch unvollkommen und z. T. auf Schätzungen beruhend, zeigt (Abb. 1), daß die Zahl der in der Schweiz verkauften Wärmeapparate nach dem Kriege zunächst langsam, in den Jahren 1917/18 aber wegen der steigenden Kohlenpreise rapide gewachsen ist und 1918 143 000 Vorrichtungen mit einem Anschlußwert von 0,1 Mill. kW erreichte. Es folgte eine schnelle Abnahme, bis von 1922 an unter der Wirkung des Abbaues der Strompreise, der Verbilligung der Apparate und von Zahlungserleichterungen wieder ein rascheres Ansteigen zu beobachten war. Für 1926 ergibt sich dann wieder eine Zunahme um 100 000 Apparate mit 91 000 kW Anschlußwert. Ende 1913 waren 91 000 Wärmevorrichtungen mit

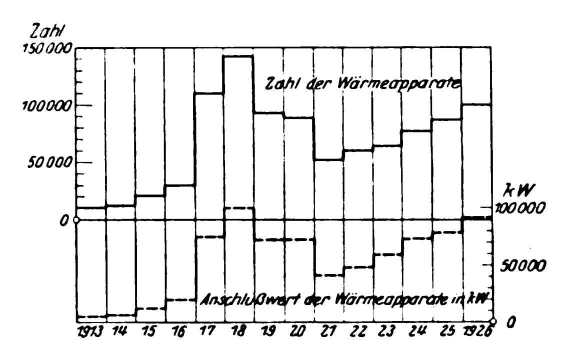


Abb. 21. Jährliche Zunahme der in der Schweiz 1913/26 verkauften Wärmeapparate für den Haushalt.

56 000 kW in Betrieb, eine Zahl, die sich Ende 1926 auf etwa 1,04 Mill. Apparate und 0,807 Mill. kW erhöht. An der Spitze stehen hier nach Schätzungen 514 000 Bügeleisen mit 211 000 kW, so daß auf 100 Familien 64 Eisen treffen; ihnen schließen sich 150 000 Schnellkocher, Tee- und Kaffeemaschinen mit 64 000 kW und 110 000 Heizöfen aller Art mit 176 000 kW an. 93 000 Kochherde und Réchauds hatten einen Anschlußwert von 167 500 kW, auf 57 000

[1] Schweiz. Wasserwirtsch. v. 15. VII. 1927.



Strahlöfen entfielen 36 000 kW und auf 39 000 Warmwasserspeicher 66 000 kW. Von letzteren werden — als Badeboiler in Verbindung mit der Küche — neuerdings immer größere Typen verwendet.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Nach Angaben des Staatsministers a. D. Dr. Wendorff in der Jahresversammlung der Interessengemeinschaft kommunaler Elektrizitätswerke hat sich die Mitgliederzahl der „Ike" 1927 um 28 Werke erhöht. Die Jahresleistung ist von 2,9 auf 3,3 Milliarden kWh, also um 14,5 %, gestiegen; da von 630 staatlichen und kommunalen Werken 4,3 Milliarden kWh abgegeben worden sind, beträgt der Anteil der „Ike" 76,6 %. Die kommunalen Werke allein haben 3,98 Milliarden kW geliefert, die Ike-Werke demnach 84 % letzterer. Die Lage der Elektrizitätswirtschaft im allgemeinen bezeichnete Generaldirektor Krone (VEW) als erträglich, die Stromlieferung sei bei den meisten Werken erheblich gewachsen, was allerdings eine stetige beträchtliche Investierung neuen Kapitals erfordere, dessen Beschaffung bedauerlicherweise großen Schwierigkeiten begegne. Man müsse mit aller Entschiedenheit fordern, daß die kommunalen Elektrizitätswerke mit gleichem Maß wie die privaten gemessen und ihnen die für den Ausbau ihrer Anlagen erforderlichen Kapitalien zugänglich gemacht würden, die auf dem Wege über die Stromversorgung gewerblicher und landwirtschaftlicher Betriebe der gesamten Volkswirtschaft zugute kämen. Aus einem Bericht des Justitiars der Vereinigung, Dr. Rumpf, geht hervor, daß der Referentenentwurf für ein thüringisches Wegegesetz, der nach Ansicht des Berichterstatters die ganzen privatrechtlichen Verträge mit ihren gesamten Rechten und Bindungen auslöschen würde, vorläufig zurückgezogen worden ist. Dr. Passavant von der VdEW sprach sich für eine Aufhebung der Verordnung über die schiedsgerichtliche Erhöhung von Stromusw. Preisen vom 1. II. 1919 aus, weil inzwischen die Verhältnisse stabilisiert seien und die Elektrizitätswerke ein Interesse daran hätten, daß bestehende Verträge auch gehalten würden. Zur Untersuchung der von der Abnehmervertretung Rea aufgestellten Forderungen, daß das Gesetz noch geändert werden müsse, um die Interessen der Verbraucherschaft zu schützen, und für alle Dauer eine Kontrolle der Tarifgebarung der Elektrizitätswerke bestehen bleibe, seien bekanntlich im Reichswirtschaftsministerium zwei Ausschüsse gebildet worden, deren erster die Prüfung der derzeitigen Preise in Deutschland und im Ausland sowie die Gesetzgebung in der Elektrizitätswirtschaft behandeln und deren zweiter die sogenannten „typischen Mißstände" in der deutschen Elektrizitätswirtschaft feststellen sollte. Die Elektrizitätswerke hätten in dem ersten Ausschuß nachgewiesen, daß die deutschen Tarife den Vergleich mit denen aller ausländischen Staaten Europas aushalten könnten und die gegenteilige Behauptung sich in keiner Weise sachlich beweisen lasse. Der andere Ausschuß habe mangels tatsächlicher Unterlagen zu gar keinem Ergebnis geführt. Die Schlußverhandlungen im Rahmen des gesamten Untersuchungsausschusses ständen noch bevor. Es entspreche aber den Interessen der Elektrizitätswerke und der Elektrizitätswirtschaft, daß die genannte Verordnung beseitigt werde.

Der Plan der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.G. für den Ausbau ihrer Kraftquellen bis 1932 rechnet, wie Direktor Rehmer[2] kürzlich Pressevertretern auseinandergesetzt hat, bei einer jährlichen Verbrauchssteigerung um etwa 20 % für das genannte Jahr mit einer Gesamtbelastung von rd. 720 000 kW, so daß unter Berücksichtigung einer Maschinenreserve von 25 % die gegenwärtige Leistung der Kraftquellen von 0,5 Mill. kW bis dahin nahezu verdoppelt werden muß (auf rd. 965 000 kW). Die für 1928 zu erwartende Mehrbelastung (Elektrisierung der Stadtbahn) soll durch stärkeren Einsatz der vorhandenen Batterien, Aufstellung eines 20 000 kW-Generators im alten Rummelsburger Werk und durch die Übernahme des Städtischen und Kreis-Kraftwerks Spandau gedeckt werden. Letzteres will man 1929 um einen 25 000 kW-Stromerzeuger verstärken. Außerdem steht dann die neue Ruths-Speicheranlage in Charlottenburg mit 40 000 kW zur Verfügung, und es wird überdies möglich sein, während der Winterspitze den Fernstrombezug von den Elektrowerken um 50 000 kW zu erhöhen. 1930 soll die erste und 1931 die zweite Maschine eines Westkraftwerks in Betrieb kommen, das die Bewag, wenn die Bodenverhältnisse es gestatten, mit Rücksicht auf die Verschiebung des Konsumschwerpunktes als Spitzenwerk nahe der Zentrale Unterspree der Hoch- und Untergrundbahn zu errichten beabsichtigt. Erst 1932 wird dann die Erweiterung von Klingenberg erforderlich und die notwendige Reserve von 25 % erreicht, die bis dahin zwischen 16,8 und 24,5 % schwankt. Der Geldbedarf für diese Bauten beträgt insgesamt 98 Mill. RM. Man hat auch die Wirtschaftlichkeit eines Wasserspeicherkraftwerks an der Havel geprüft, doch ist sie bei den augenblicklichen Zinssätzen noch umstritten. Die weitere Entwicklung dürfte voraussichtlich durch die Überlagerung eines 100 kV-Kabelringes über das vorhandene Netz gekennzeichnet sein, auf den alle vorhandenen Kraftquellen und evtl. auch weitere, an der Elbe oder Oder zu errichtende Zentralen angreifen.

Die Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin, sagt in ihrem Geschäftsbericht für 1927, daß die Versorgung von Industrie und Landwirtschaft mit elektrischer Arbeit im Wettbewerb mit Kraftmaschinen für isolierte Anlagen nur bei scharfer Preiskalkulation, äußerster Rationalisierung der Stromerzeugung und -fortleitung sowie steter Erhöhung der Betriebsicherheit erfolgreich sei. Darin liege aber ein besserer Schutz der Abnehmer gegen vermeintlich unangemessene Preisforderungen als in dem Ruf nach behördlichen Maßnahmen, die schädlich wären und die so wertvolle Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft gefährden würden. Die durch ausgiebige Verwendung der Elektrizität im Haushalt und Einführung zweckmäßiger Tarife gesteigerte Ausnutzung der Anlagen bringe den Unternehmungen eine merkliche Erhöhung des Umsatzes und den Abnehmern die gewünschte Herabsetzung der durchschnittlichen Strompreise. Der Besitz der Gesellschaft an eigenen Elektrizitätswerken hat sich nicht geändert; das bisher in Pacht betriebene Werk Schweidnitz wurde von der Stadt übernommen. Neben der Ausgestaltung der inländischen Unternehmungen hat die Berichterstatterin ihre Aufmerksamkeit erneut den Stromlieferungsgeschäften im Ausland zugewendet und gemeinsam mit der Stettiner Chamottefabrik A. G. vorm. Didier Konzessionen für den Betrieb eines Elektrizitäts- und eines Gaswerks in Angora erworben, zu deren Durchführung Gesellschaften nach türkischem Recht errichtet werden (S. A. Turque d'Électricité und S. A. Turque de Gaz); an ihnen sind die ELG und Didier hälftig beteiligt. Aus dem Betrieb hat die Berichterstatterin 3 898 777 RM, aus Effekten und Beteiligungen 2 058 213 RM eingenommen (Geschäftsgewinn 1926: 4 509 524 RM), der Reingewinn betrug 3 231 727 RM (2 301 252 i. V.); aus ihm sollen, jetzt auf 30 Mill. RM Stammaktien, wieder 10 % Dividende verteilt werden.

Bei der Bayerischen Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A.G., Bayreuth, hat sich 1927 die Stromabgabe weiter günstig entwickelt, vor allem infolge der guten Beschäftigung der oberfränkischen Industrie. Neben dem Stromabsatz für Kraftzwecke nimmt auch die Verwendung elektrischer Arbeit im Haushalt merklich zu, während die Ausnutzung der landwirtschaftlichen Anlagen nach wie vor zu wünschen übrig läßt. Die Gesellschaft hat am Ende des Geschäftsjahres 10 Städte und 713 Ortschaften unmittelbar versorgt und außerdem 4 Überlandzentralen, 5 städtische und 10 private Elektrizitätswerke ganz oder teilweise als Großabnehmer beliefert. Der Gesamtanschlußwert ist von 57 829 auf 68 966 kW, also um 19 %, die nutzbare Stromabgabe von 30,195 auf 40,335 Mill. kWh, d. h. um rd. 34 %, gewachsen. Neben dem eigenen Kraftwerk in Arzberg wurde zur Deckung des Strombedarfs das Bayernwerk erheblich herangezogen. Der Geschäftsgewinn betrug 2 648 791 RM (2 127 800 i. V.), der Reingewinn 1 016 189 RM (713 977 i. V.); aus ihm werden 7 % Dividende bei 15 Mill. RM Aktienkapital verteilt (6 % i. V.).

Im Versorgungsgebiet der Oberbayerischen Überlandzentrale A. G., München, ist die Anschlußtätigkeit wegen der ungünstigen Lage der Landwirtschaft im Geschäftsjahr 1926/27 nur sehr langsam fortgeschritten; die Gesellschaft hat daher größten Wert auf die innere Verdichtung des Stromabsatzes gelegt. An ihr nunmehr 1163 km umfassendes Hochspannungsnetz sind 1903 Ortschaften usw. angeschlossen (1863 i. V.). Der Anschlußwert der Transformatorenstationen betrug am Jahresschluß 19 334 kVA (19 088 i. V.). Aus Stromlieferung, Zählermieten, Installationen usw. wurden als Überschuß 1 784 843 RM erzielt (1 809 642 i. V.). Bei einem 575 904 RM betragenden Reingewinn (615 724 i. V.) verteilt die Berichterstatterin wieder 7 % Dividende auf 7,680 Mill. RM Stammaktienkapital.

Die Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse hat die Rentabilität der von der Allgemeinen Gas- und

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 445.
[2] Vgl. auch dessen Vortrag „Zur Zukunft der Berliner Elektrizitätsversorgung", ETZ 1928, S. 73.



Elektricitäts-Gesellschaft, Bremen, 1927 geleiteten Unternehmungen günstig beeinflußt. Wie die Tagespresse meldet, ist die Aktienmajorität der Berichterstatterin an die A. G. für Energiewirtschaft, Berlin, übergegangen.

RECHTSPFLEGE.

Stromlieferungsverträge im Konkurse des Abnehmers. — Zwischen einem stromliefernden Werk und einem Abnehmer war ein Vertrag geschlossen, der ersteres verpflichtete, den Bedarf des Abnehmers an elektrischem Strom zu decken. Der Abnehmer ging in Konkurs, und der Konkursverwalter verlangte Weitererfüllung des Stromlieferungsvertrages, indem er sich bereit erklärte, die Stromrechnung für den Rechnungsabschnitt, der zur Zeit der Konkurseröffnung lief, als vorweg zu berichtigende Masseschuld (§ 57 KO.) anzuerkennen und die Rechnungsbeträge der folgenden Lieferabschnitte als Masseschulden (§ 59 Ziffer 1 KO.) zu begleichen. Die noch vorhandenen älteren Rückstände glaubte der Konkursverwalter jedoch nur als nicht bevorrechtigte Konkursforderungen im Sinne § 61 Ziffer 6 KO. behandeln zu können. Mit dieser Auffassung ging das liefernde Werk nicht einig, da es sich auf den Standpunkt stellte, daß es sich bei einem Stromlieferungsvertrage um ein sog. Einheitsschuldverhältnis handele und folglich der Konkursverwalter, verlange er nach § 17 Abs. I Erfüllung des Vertrages, auch die vor Konkurseröffnung erfolgten Stromlieferungen voll bezahlen müsse.

In dem Rechtsstreit stand also die viel umstrittene und in der Rechtsprechung bis jetzt keineswegs einheitlich beurteilte Frage nach dem Charakter eines Stromlieferungsvertrages zur Entscheidung. Das LG. III Berlin erkannte mit Urteil 27 S. 417/27 dahin, daß ein solcher Stromlieferungsvertrag nicht als einheitlicher Vertrag, sondern als sog. „Wiederkehrschuldverhältnis" anzusehen sei. Sein Wesen liegt nun darin, daß die Verbindlichkeit zur Lieferung gegen Bezahlung dadurch abschnittsweise neu entsteht, daß der Vertragsabschluß stillschweigend wiederholt wird. Der Vertrag auf Stromlieferung würde sich also regelmäßig für auf einander folgende Zeitabschnitte nach dieser Auffassung erneuern und, sobald für einen Rechnungsabschnitt die Stromlieferung beendet ist, würde das liefernde Werk den Vertrag erfüllt haben. Aus dieser Stellungnahme des Gerichtes mußte sich Abweisung der Klage des Werkes ergeben. Da der Konkursverwalter gemäß § 17 Abs. 1 KO. sein Wahlrecht dahin ausgeübt hatte, daß das Werk weiterhin Strom liefern mußte, behielt das Werk zwar einen Anspruch auf volle Bezahlung der Beträge des Rechnungsabschnittes, der zur Zeit der Konkurseröffnung lief, und der Beträge der weiter folgenden Abschnitte, blieb aber hinsichtlich der älteren Rückstände gewöhnlicher Konkursgläubiger. Mit dieser seiner Auffassung folgte das LG. einer beachtlichen Ansicht im Schrifttum über den rechtlichen Charakter solcher Elektrizitätslieferungsverträge, die sich — nach dieser Ansicht — ohne Zweifel nur als Wiederkehrschuldverhältnisse kennzeichnen lassen sollen (vgl. Jäger, z. KO. Anm. 18 b zu § 17).

Im Gegensatz hierzu steht neben einigen älteren Entscheidungen — ein neues Reichsgerichtsurteil liegt nicht vor — insbesondere das Urteil des LG. Bautzen v. 10. V. 1927 — 3 Bg. 238/26 (Jur. Wochenschr. 1927, S. 2476), das in dem obengenannten Urteil des LG. III Berlin jedoch ausdrücklich als nicht zutreffend bezeichnet wird. Auch hier handelte es sich um einen Stromlieferungsvertrag, über dessen Rechtsnatur Streit entstand bei der Frage, ob die rückständigen Stromrechnungen etwa durch den gerichtlichen Zwangsvergleich betroffen würden. Sie würden davon betroffen, wenn man in dem Stromlieferungsvertrag ein Wiederkehrschuldverhältnis sieht, da dann die zurückliegenden Rechnungsabschnitte einzeln einen bereits erfüllten Vertrag darstellen. Das LG. Bautzen sieht aber in jeder Abgabe von Strom während der Vertragsdauer nur eine Teilleistung der Gesamtstrommenge, auf die der Abnehmer Anspruch hat, und die sukzessive je nach Bedarf dieses Abnehmers auf Grund der einen, bei Abschluß des Vertrages eingegangenen Verpflichtung des Werkes geliefert wird. In den Gründen heißt es dann weiter, die Tatsache, daß die Abrechnung über die verbrauchten Strommengen in regelmäßig wiederkehrenden, bestimmten Zeitabschnitten erfolge, berühre die Rechtsnatur des Vertrages als Einheitschuldverhältnis nicht, denn die Bedeutung der Abrechnung liege nur darin, daß man die Teilleistungen des liefernden Werkes in angemessenen Zeitabschnitten wegen der vorherigen Unbestimmbarkeit der Teilzahlungen notwendigerweise feststellen müsse, um eine Berechnungsgrundlage zu haben. Somit kennzeichnet das LG. Bautzen den Stromlieferungsvertrag als einen einheitlichen Sukzessivlieferungsvertrag, und ein Konkursverwalter könnte nach dieser Ansicht bei Ausübung seines Wahlrechts nach § 17 KO. weitere Stromlieferung nur dann verlangen, wenn er auch die vor Konkurseröffnung geschehenen Lieferungen voll bezahlte. Die rückständigen Rechnungsbeträge werden bei dieser Auffassung dann ebenso Masseschulden wie die Stromrechnungen, die der Masse im Verlaufe des Verfahrens entstehen und die folglich als Masseschulden auch von dem Zwangsvergleich nicht berührt werden können.

Unbefugte Ableitung von Strom auch dann, wenn dieser nachträglich einem ordnungsmäßigen Leiter wieder zugeführt wird. — Eine beachtenswerte Entscheidung fällte das RG. mit Urteil 3 D. 187/27 (Jur. Rundsch. 1927, S. 1280) zu dem Gesetz, betreffend die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit vom 9. IV. 1900. Ein Stromabnehmer hatte seine elektrische Anlage derart eingerichtet, daß der Lichtverbrauch mittels einer Umschaltung über den Kraftzähler geleitet werden konnte, auf dem der — teurere — Lichtverbrauch nicht als solcher in Erscheinung treten konnte. Das RG. sah in dieser Handlungsweise einen Verstoß gegen das erwähnte Gesetz, da sich aus der eigentümlichen Natur des durch das Elektrizitätsgesetz geschützten Gegenstandes ergebe, daß derjenige, der einer elektrischen Leitung unbefugt und gegen die eingegangenen Vertragsbestimmungen Kraft entnehme, diese Kraft sich rechtswidrig zueigne. Unerheblich sei dabei, daß der Abnehmer den unberechtigt der Anlage entzogenen Strom durch den Kraftzähler weiterleite und ihn dadurch nachträglich einem an sich ordnungsmäßigen Leiter wieder zuführe, denn die rechtswidrige Zueignung liege schon allein in der Tatsache der unbefugten Ableitung begründet.

Dr. jur. C. v. dem Busch.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Meßinstrumente.

Nachstehend wird der Entwurf 1 zu einem Normblatt DIN E 1507 „Ablaufende Streifen für schreibende Meßgeräte. Richtlinien für Neukonstruktionen" bekanntgegeben.

Das vorliegende Normblatt ist durch den DNA zusammen mit einem weiteren Normblatt DIN E 1510 „Kreisscheiben für schreibende Meßgeräte" aufgestellt worden.

Da ablaufende Streifen der in obigen Normblättern dargestellten Art außer in elektrischen Meßgeräten auch noch für Meßinstrumente des Maschinenbaues, wie in wärmetechnischen Apparaten, schreibenden Druckmessern, Zugmessern, Dampfmessern usw. gebraucht werden, so wurden die vorliegenden Blätter entsprechend ihrem Charakter als allgemein gültige Normen als DIN-Blätter gekennzeichnet.

Mit Rücksicht darauf, daß Kreisscheiben für schreibende Meßgeräte vorzugsweise für mechanische Meßgeräte und nur ausnahmsweise für elektrische Meßgeräte verwendet werden, wird von einer Veröffentlichung des Normblattes DIN E 1510 Abstand genommen und auf die Mitteilungen des Deutschen Normenausschusses, Band 11, Heft 4, vom 16. Februar 1928 verwiesen.

Einsprüche gegen obigen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. April 1928 an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.



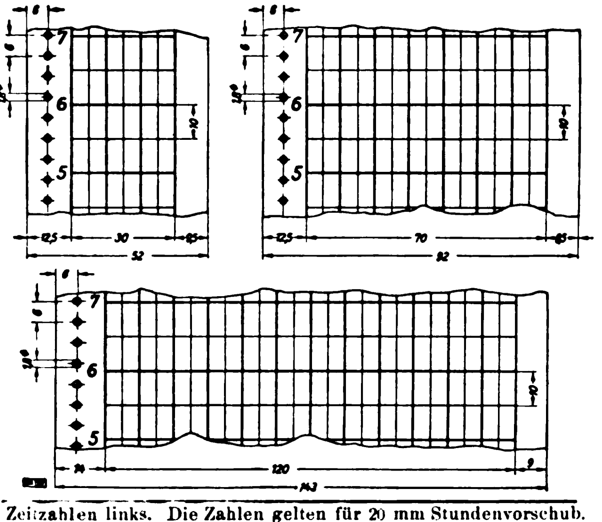
Ablaufende Streifen für schreibende Meßgeräte
Richtlinien für Neukonstruktionen

DIN ENTWURF 1 E 1507

Maße in mm

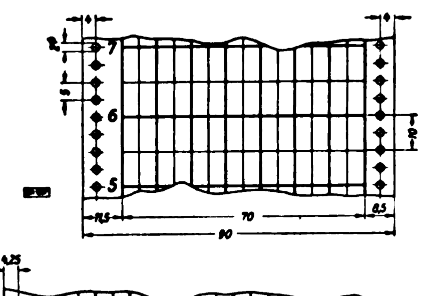
Für gerade und bogenförmige Koordinaten

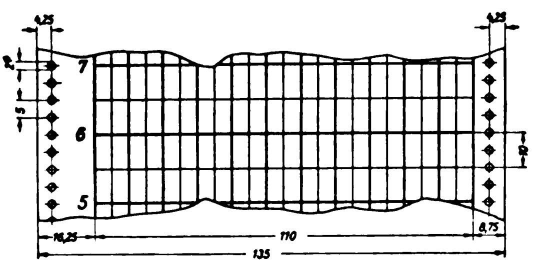
Einseitig ge ocht



Zeitzahlen links. Die Zahlen gelten für 20 mm Stundenvorschub.

Zweiseitig gelocht





Papier durchscheinend, damit die Schaubilder von der Rückseite lesbar sind.

Die einseitig gelochten Streifen dürfen auch auf dem rechten Rande mit Löchern versehen werden. Der Abstand der zweiten Lochreihe vom rechten Rande wird noch festgelegt.

Stundenvorschub mm	Unterteilung des Stundenvorschubs: Teile je Stunde	Minuten je Teil	Anwendung
10	1	60	für zeitlich kleine Schwankungen der Meßgröße
20	2	30	Allgemein für Messungen, deren Ergebnisse mit anderen verglichen werden
60	6	10	für zeitlich große Schwankungen der Meßgröße
120	12	5	

Für größere Vorschübe sind gerade Vielfache von 60 zu wählen.

Zeitteilung: Zeitlinienabstand 10 mm, jede zweite Linie dünner. (Gleichdicke Zeitlinien außer für 10 mm Vorschub bei Neukonstruktionen vermeiden.)
Stundenzahlen von 1 bis 24.
Bei Stundenvorschüben über 20 mm erhalten die Zeitlinien im allgemeinen keine Zahlen. Soll beziffert werden, so erhält jede zweite Zeitlinie eine Zahl. Minutenzahlen dünner als Stundenzahlen.

Querteilung: Sind Eichlinien nicht vorgeschrieben, wird in halbe Zentimeter geteilt, jeder zweite Strich dünner.
Trommelstreifen siehe DIN 1508.
Ablaufende Streifen für schreibende Meßgeräte siehe DIN 1509.
Kreisscheiben für schreibende Meßgeräte siehe DIN 1510.

16. Februar 1928

Erläuterungen zu DIN E 1507.

Auf dem Gebiete schreibender Meßgeräte war die Vielfältigkeit der Abmessungen außerordentlich groß. Die Schwierigkeiten, zu wenigen einheitlichen Typen von Meßstreifen zu kommen, liegen einerseits in der Notwendigkeit völliger Umkonstruktion der sehr komplizierten Schreibapparate bei der Mehrzahl der Firmen und andererseits auch daran, daß bei der großen Zahl der bei den Verbrauchern schon im Betrieb befindlichen Meßgeräte deren nachträgliche Umänderung zu teuer würde. Die vom Ausschuß bereits verabschiedeten Normblätter für Trommelstreifen und ablaufende Streifen weisen daher eine große Anzahl von Schreibbreiten und sonstigen Verschiedenheiten in den Abmessungen auf, die, vom Standpunkt der Normung betrachtet, ein unbefriedigendes Ergebnis darstellen.

Um nun wenigstens bei neu zu schaffenden Meßgeräten mit möglichst wenig Typen durchzukommen, wurde es für dringend nötig erachtet, für solche Neukonstruktionen besondere Normen herauszugeben. Diese liegen in dem Normblattentwurf E 1507 vor. Maßgebend für diese Richtlinien für Neukonstruktionen war, möglichst Anschluß an die Mehrzahl der im Gebrauch befindlichen Meßgeräte zu behalten, damit die neu konstruierten Apparate wenigstens mit der Mehrzahl der bereits im Betrieb befindlichen Geräte gleiche Meßstreifen bekommen. Gleichzeitig wird damit auch auf der Erzeugerseite ein Mindestmaß an Änderungen erzielt. Naturgemäß entsteht dadurch für die erzeugenden Firmen insofern ein vielleicht unbefriedigender Zustand, als die vorzunehmenden Änderungen nicht gleichmäßig alle Firmen treffen, sondern nur einen Teil derselben. Da aber ein Ausgleich der verschiedenen Abmessungen auf einer Grundlage, bei der alle Firmen Änderungen vorzunehmen haben, für die Benutzer der Apparate nur Nachteile mit sich bringt, muß man sich damit abfinden, daß die für Neukonstruktionen empfohlenen Meßstreifen den bestehenden Meßstreifen einiger Firmen entsprechen. Aus dem gleichen Grunde sind auch einige Maße, wie z. B. Lochdurchmesser und Lochabstand, nicht einheitlich und nicht abgerundet festgelegt worden. Die Breite von 70 mm ließ sich einheitlich für einseitige und zweiseitige Lochung festhalten, dagegen mußten für die größere Schreibbreite zweierlei Abmessungen gewählt werden, da die zweiseitige Lochung bei 110 mm Schreibbreite in großer Zahl vorhanden ist, die einseitige Lochung dagegen hauptsächlich bei 120 mm Schreibbreite. Durch Einführung dieser Meßstreifen bei Neukonstruktionen wird es in Zukunft ermöglicht, für die weitaus größte Zahl der in Gebrauch befindlichen Instrumente, vor allem im wärmetechnischen Meßwesen, mit der sehr geringen Zahl von 2 bzw. 4 Meßstreifen auszukommen. Für das wärmetechnische Meßwesen ist die Normung insofern besonders wichtig, als hier viel seltener mit Eichlinienstreifen gearbeitet wird.

Wenn auch eine größere Schreibbreite als 120 mm für ablaufende Streifen heute noch nicht vorliegt, so wird doch der Wunsch, mehrere Meßgrößen auf einem Streifen nebeneinander aufzutragen, gegebenenfalls zu Meßgeräten führen, die einen noch breiteren Meßstreifen haben müssen. Daher soll nach Sammlung der entsprechenden Unterlagen das Normblatt für Neukonstruktionen noch durch einen Streifen mit größerer Breite ergänzt werden, wobei auch die Abmessungen noch einheitlicher festgelegt werden können, da man hier nicht an vorhandene Masse gebunden ist.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Der Unterausschuß II für Innenanlagen zum Rundfunkempfang der Kommission für Hochfrequenztechnik hat bislang für die Entnahme von Heiz- und Anodenstrom aus Niederspannungsanlagen „Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschlußgeräte", „Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschlußgeräte" und „Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger" herausgegeben.

Inzwischen hat sich das Bedürfnis herausgestellt, auch „Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger" zu schaffen, für die der nachstehend veröffentlichte Entwurf aufgestellt ist.

Durch diese neuen „Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger" haben sich die ebenfalls nachstehend bekanntgegebenen Änderungen an den

1. Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschlußgeräte,
2. Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschlußgeräte und
3. Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschlußempfänger

als erforderlich erwiesen.

Einsprüche gegen den Entwurf sowie die Änderungen der drei obengenannten bestehenden Vorschriften werden in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Mai 1928 an die Geschäftsstelle des VDE erbeten.

Entwurf 1.

Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Wechselstrom-Niederspannungsanlagen entnommen wird (Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger).

Gültig ab 1. Juli 1928[1].

a) Als Niederspannung gelten Spannungen im Sinne von § 2a der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen. Daher darf weder zwischen zwei im Betriebe leitend miteinander verbundenen Anschlußklemmen des Gerätes noch zwischen einer Anschlußklemme und Erde eine höhere effektive Spannung als 250 V betriebsmäßig auftreten.

b) Unter Rundfunkgeräten mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung sind Empfänger und Verstärker für Rundfunkzwecke zu verstehen, die eine Einrichtung enthalten, die die Entnahme von Heiz- oder Anodenstrom oder von beiden aus Niederspannungsanlagen ermöglichen.

c) Jedes Gerät muß ein Ursprungzeichen, das Prüfzeichen des VDE, soweit die Prüfstelle des VDE die Genehmigung hierzu erteilt hat, und die Aufschrift „Vor Nässe zu schützen" tragen. Sämtliche Anschlüsse sind mit deutlichen Bezeichnungen ihrer Bestimmung zu versehen; insbesondere ist auf den Anschlüssen für das Netz Stromart und Spannung anzugeben.

d) Zwischen den Anschlüssen für das Netz und der Empfängerseite muß ein Transformator mit gegeneinander isolierten Wicklungen liegen, so daß die Empfängerseite eine besondere elektrische Anlage bildet.

e) Die Geräte müssen so eingerichtet sein, daß bei der Anschaltung und während des Betriebes eine Berührung von Metallteilen, die gegen spannungsführende Teile nicht isoliert sind, unmöglich ist.

Die Primärseite unterliegt den für Starkstromgeräte geltenden Bestimmungen des VDE.

Besonders wird hingewiesen auf:

„Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen",

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928",

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen",

„Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928".

f) Die Geräte müssen entweder die Netzanschlußeinrichtung im gleichen Gehäuse enthalten oder Empfänger bzw. Verstärker einerseits und Netzanschlußeinrichtungen andererseits sind in zwei besondere Gehäuse einzubauen. Im letzten Falle müssen die beiden Gehäuse mit je einer Fläche aneinander stoßen und durch Verschrauben oder dgl. fest miteinander verbunden sein; die elektrischen Verbindungen zwischen beiden Gehäusen müssen an diesen Flächen angeordnet und durch den Zusammenbau verdeckt sein.

g) Der Anschluß an das Netz ist entweder fest zu verlegen oder als bewegliche Leitung mit ein- oder beiderseitigem Steckanschluß nach den Vorschriften des VDE auszuführen.

h) Falls in das Gerät eine Heizstromquelle oder eine Pufferbatterie eingebaut ist, die eine Flüssigkeit enthält, muß ihr Behälter in einem dichten, chemisch widerstandsfähigen Gefäß aufgestellt sein, das bei Undichtwerden des Behälters die ganze Flüssigkeitsmenge aufzunehmen imstande ist.

i) Bezüglich der mechanischen Festigkeit und der Wärme- und Feuchtigkeitsicherheit der Geräte sowie bezüglich der zu verwendenden Baustoffe gelten die „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang".

k) Die Metallteile der Röhren und ihrer Fassungen dürfen, solange sie Spannung führen, der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein und zwar weder bei eingesteckten noch bei herausgenommenen Röhren noch in Zwischenstellungen.

l) Die aus dem Gehäuse hervorragenden Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen u. dgl. müssen gegen die spannungsführenden Teile isoliert sein. Sie selbst und die mit ihnen leitend verbundenen Metallteile (z. B. Madenschrauben) dürfen der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

m) Die Anschlußvorrichtungen für Kopfhörer und Lautsprecher müssen gegen die Anodenspannung durch einen Ausgangstransformator mit getrennten Wicklungen oder durch Sperrkondensatoren isoliert sein.

Die spannungsführenden Teile der Anschlußvorrichtungen dürfen der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

n) Falls der Lautsprecher in das Gerät eingebaut ist, dürfen Metallteile, die Spannung führen oder gegen spannungsführende Teile nicht isoliert sind, der Berührung nicht zugänglich sein.

o) Der Berührung zugängliche Metallteile (Gehäuse, Montageplatte, Griffe u. dgl.) müssen entweder zuverlässig leitend mit der Erdungsklemme verbunden oder gegen diese isoliert sein.

Die Anschlüsse für Antenne und Erde müssen entweder über eine nicht auswechselbare Hochfrequenzspule zuverlässig leitend miteinander verbunden oder beide Anschlüsse müssen gegen die Anodenspannung isoliert sein.

p) Die gegen die Anodenspannung nicht isolierten Leiter von Spulen (z. B. Rückkopplungsspulen) müssen gegen ihre der Berührung zugängliche Oberfläche isoliert sein.

q) Das Gerät ist einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang" zu unterziehen. Unmittelbar nach dieser ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und den Anschlüssen für Antenne und Erde bzw. zwischen den unter sich kurzgeschlossenen Anschlüssen für Kopfhörer und Lautsprecher andererseits zu prüfen. Der gleichen Probe ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und sämtlichen im Betriebe der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes (auch des Gehäuses) zu unterziehen.

r) Unter „Isolation" im Sinne dieser Vorschriften ist eine solche zu verstehen, die eine langsam gesteigerte Wechselspannung von 1500 V bei 50 Per/s 1 min lang aushält. Vakuumstrecken, Kriech- und Luftstrecken unter 3 mm sowie Drehkondensatoren und Kapazitäten von mehr als 0,01 μF gelten nicht als Isolation.

s) Unter der Voraussetzung einer Außentemperatur von 20° C darf sowohl bei normalem Betrieb als auch bei Kurzschluß der Lautsprecheranschlüsse und sämtlicher Röhrenanschlüsse in keinem Teil des Gerätes (mit Ausnahme der Innenteile von Vakuumröhren u. dgl.) eine höhere Temperatur als 100° C, bei Wicklungen mit baumwollisoliertem Draht eine höhere Temperatur als 90° C auftreten. Dabei darf das Gehäuse an keiner Stelle seiner Außenseite eine höhere Temperatur als 50° C erreichen. Der Temperaturschutz kann auch durch dauernd abschaltende Sicherungen erfolgen.

Änderungen an den Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschlußgeräte vom 1. April 1927.

Der bisherige Titel ist dahin abgeändert, daß nur noch „Wechselstrom-Niederspannungsanlagen" genannt sind, da derartige Anschlußgeräte ausschließlich mit der Lichtleitung eines Niederspannungsnetzes verbunden werden und somit eine Verwendung aller 3 Pole eines Drehstromnetzes praktisch nicht in Frage kommt.

Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Wechselstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Wechselstrom-Netzanschlußgeräte).

Gültig ab 1. Juli 1928[1].

a) Als Niederspannung gelten Spannungen im Sinne von § 2a der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen. Daher darf weder zwischen zwei im Betriebe leitend miteinander verbundenen Anschlußklemmen des Gerätes noch zwischen einer Anschlußklemme und Erde eine höhere effektive Spannung als 250 V betriebsmäßig auftreten.

b) Diese Bestimmung bleibt gegenüber der Fassung vom 1. April 1927 unverändert.

c) Wie zu b).

d) Zwischen den Anschlüssen für das Netz und der Empfängerseite muß ein Transformator mit gegeneinander isolierten Wicklungen liegen, so daß die Empfängerseite eine besondere elektrische Anlage bildet.

[1] Angenommen durch die Jahresversammlung 1928.

[1] Angenommen durch die Jahresversammlung 1928.



e) Die Geräte müssen so eingerichtet sein, daß bei der Anschaltung und während des Betriebes eine Berührung von Metallteilen, die gegen spannungsführende Teile nicht isoliert sind, unmöglich ist.

Die Primärseite unterliegt den für Starkstromgeräte geltenden Bestimmungen des VDE.

Besonders wird hingewiesen auf:

„Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen",

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928",

„Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928".

f) Der Anschluß an das Netz ist entweder fest zu verlegen oder als bewegliche Leitung mit ein- oder beiderseitigem Steckanschluß nach den Vorschriften des VDE auszuführen.

Bei Verwendung von Klemmen oder dgl. sind die zum Anschluß an das Netz dienenden Klemmen von den zum Anschluß an das Empfangsgerät dienenden Klemmen mindestens 50 mm voneinander entfernt anzuordnen.

g) Falls in das Gerät eine Heizstromquelle oder eine Pufferbatterie eingebaut ist, die eine Flüssigkeit enthält, muß ihr Behälter in einem dichten, chemisch widerstandsfähigen Gefäß aufgestellt sein, das bei Undichtwerden des Behälters die ganze Flüssigkeitsmenge aufzunehmen imstande ist.

h) Bezüglich der mechanischen Festigkeit und der Wärme- und Feuchtigkeitsicherheit der Geräte sowie bezüglich der zu verwendenden Baustoffe gelten die „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundempfang".

i) Die aus dem Gehäuse hervorragenden Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen u. dgl. müssen gegen die spannungsführenden Teile isoliert sein. Sie selbst und die mit ihnen leitend verbundenen Metallteile (z. B. Madenschrauben) dürfen der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

k) Das Gerät ist einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundempfang" zu unterziehen. Unmittelbar nach dieser ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und den Anschlüssen für das Empfangsgerät andererseits zu prüfen. Der gleichen Probe ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und sämtlichen im Betriebe der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes (auch des Gehäuses) zu unterziehen.

l) Unter „Isolation" im Sinne dieser Vorschriften ist eine solche zu verstehen, die eine langsam gesteigerte Wechselspannung von 1500 V bei 50 Per/s 1 min lang aushält. Vakuumstrecken, Kriech- und Luftstrecken unter 3 mm sowie Drehkondensatoren und Kapazitäten von mehr als 0,01 μF gelten nicht als Isolation.

m) Unter der Voraussetzung einer Außentemperatur von 20 ° C darf bei normalem Betrieb in keinem Teil des Gerätes eine höhere Temperatur als 100 ° C, bei Wicklungen mit baumwollisoliertem Draht eine höhere Temperatur als 90 ° C auftreten. Dabei darf das Gehäuse an keiner Stelle seiner Außenseite eine höhere Temperatur als 50 ° C erreichen. Der Temperaturschutz kann auch durch dauernd abschaltende Sicherungen erfolgen.

Anmerkung: Bleibt gegenüber der Fassung vom 1. April 1927 unverändert.

Änderungen an den Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschlußgeräte vom 1. Juli 1927.

Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Gleichstrom - Netzanschlußgeräte).

Gültig ab 1. Juli 1928[1].

a) Als Niederspannung gelten Spannungen im Sinne von § 2 a der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen. Daher darf weder zwischen zwei im Betriebe leitend miteinander verbundenen Anschlußklemmen des Gerätes noch zwischen einer Anschlußklemme und Erde eine höhere effektive Spannung als 250 V betriebsmäßig auftreten.

b) Diese Bestimmung wird gegenüber der Fassung vom 1. Juli 1927 durch nachstehenden Zusatz erweitert:

Sie müssen auch bei Ein- oder Zusammenbau in oder mit Empfangs- oder Verstärkergeräten ein abgeschlossenes, getrennt prüfbares Ganzes bilden.

[1] Angenommen durch die Jahresversammlung 1928.

c) Diese Bestimmung ist gegenüber der Fassung vom 1. Juli 1927 unverändert.

d) Die Geräte müssen so eingerichtet sein, daß bei der Anschaltung und während des Betriebes eine Berührung von Metallteilen, die gegen spannungsführende Teile nicht isoliert sind, unmöglich ist.

Die Geräte gelten als Starkstromgeräte und unterliegen den nachstehend genannten Bestimmungen des VDE:

„Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen",

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928",

„Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928".

e) Diese Bestimmung bleibt gegenüber der Fassung vom 1. Juli 1927 unverändert.

f) Zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und den Anschlüssen für das Rundfunkgerät andererseits muß mit Rücksicht auf die Gefahren infolge der ungewissen Polarität der Netze Isolation vorhanden sein.

Anmerkung: Bleibt gegenüber der Fassung vom 1. Juli 1927 unverändert.

e) Diese Bestimmung bleibt gegenüber der Fassung vom 1. Juli 1927 unverändert.

h) Die aus dem Gehäuse hervorragenden Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen u. dgl. müssen gegen die spannungsführenden Teile isoliert sein. Sie selbst und die mit ihnen leitend verbundenen Metallteile (z. B. Madenschrauben) dürfen der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

Anmerkung: Bleibt gegenüber der Fassung vom 1. Juli 1927 unverändert.

i) Das Gerät ist einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang" zu unterziehen. Unmittelbar nach dieser ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und den Anschlüssen für das Empfangsgerät andererseits zu prüfen. Der gleichen Probe ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und sämtlichen im Betriebe der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes (auch des Gehäuses) zu unterziehen.

k) Unter „Isolation" im Sinne dieser Vorschriften ist eine solche zu verstehen, die eine langsam gesteigerte Wechselspannung von 1500 V bei 50 Per/s 1 min lang aushält. Vakuumstrecken, Kriech- und Luftstrecken unter 3 mm sowie Drehkondensatoren gelten nicht als Isolation.

l) Unter der Voraussetzung einer Außentemperatur von 20 ° C darf bei normalem Betriebe in keinem Teil des Gerätes eine höhere Temperatur als 100 ° C, bei Wicklungen mit baumwollisoliertem Draht eine höhere Temperatur als 90 ° C auftreten. Dabei darf das Gehäuse an keiner Stelle seiner Außenseite eine höhere Temperatur als 50 ° erreichen. Der Temperaturschutz kann auch durch dauernd abschaltende Sicherungen erfolgen.

m) Für Geräte, die zum Anschluß an Netze bestimmt sind, deren Leiter gegeneinander und gegen Erde keine höhere Spannung als 42 V führen, gelten die Vorschriften d) bis i) nicht.

Änderungen an den Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger vom 1. Juli 1927.

Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen entnommen wird (Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger).

Gültig ab 1. Juli 1928[1].

a) Als Niederspannung gelten Spannungen im Sinne von § 2 a der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen. Daher darf weder zwischen zwei im Betrieb leitend miteinander verbundenen Anschlußklemmen des Gerätes noch zwischen einer Anschlußklemme und Erde eine höhere effektive Spannung als 250 V betriebsmäßig auftreten.

b) Diese Bestimmung bleibt gegenüber der Fassung vom 1. Juli 1927 unverändert.

c) Wie zu b).

d) Die Geräte müssen so eingerichtet sein, daß bei der Anschaltung und während des Betriebes eine Berührung

[1] Angenommen durch die Jahresversammlung 1928.



von Metallteilen, die gegen das Netz nicht isoliert sind, unmöglich ist.

Die Geräte gelten als Starkstromgeräte und unterliegen den nachstehend genannten Bestimmungen des VDE:

„Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen",

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928",

„Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen",

„Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928".

e) Wie zu b).
f) Wie zu b).
g) Wie zu b).
h) Wie zu b).
i) Wie zu b).

k) Die Metallteile der Röhren und ihrer Fassungen dürfen, solange sie Spannung führen, der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein und zwar weder bei eingesteckten noch bei herausgenommenen Röhren noch in Zwischenstellungen.

l) Die aus dem Gehäuse hervorragenden Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen u. dgl. müssen gegen die spannungsführenden Teile isoliert sein. Sie selbst und die mit ihnen leitend verbundenen Metallteile (z. B. Madenschrauben) dürfen der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

m) Die Anschlußvorrichtungen für Kopfhörer und Lautsprecher müssen gegen die Anodenspannung durch einen Ausgangstransformator mit getrennten Wicklungen oder durch Sperrkondensatoren isoliert sein. Anderenfalls muß der Anschluß der Leitungen durch Verschrauben erfolgen, die Schnüre den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928" entsprechen, das Gehäuse des Hörers aus Isolierstoff bestehen und alle am Kopfhörer der Berührung zugänglichen Metallteile (auch die des Kopfbügels) müssen gegen die stromführenden Teile isoliert sein.

n) Falls der Lautsprecher in das Gerät eingebaut ist, dürfen Metallteile, die Spannung führen oder gegen spannungsführende Teile nicht isoliert sind, der Berührung nicht zugänglich sein.

o) Der Berührung zugängliche Metallteile (Gehäuse, Montageplatte, Griffe u. dgl.) müssen entweder zuverlässig leitend mit der Erdungsklemme verbunden oder gegen diese isoliert sein.

Die Anschlüsse für Antenne und Erde müssen entweder über eine nicht auswechselbare Hochfrequenzspule zuverlässig leitend miteinander verbunden oder beide Anschlüsse müssen gegen das Netz isoliert sein.

p) Die gegen die Anodenspannung nicht isolierten Leiter von Spulen (z. B. Rückkopplungsspulen) müssen gegen ihre der Berührung zugängliche Oberfläche isoliert sein.

q) Das Gerät ist einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang" zu unterziehen. Unmittelbar nach dieser ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und den Anschlüssen für Antenne und Erde bzw. zwischen den unter sich kurzgeschlossenen Anschlüssen für Kopfhörer und Lautsprecher andererseits zu prüfen. Der gleichen Probe ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und sämtlichen im Betriebe der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes (auch des Gehäuses) zu unterziehen.

r) Unter „Isolation" im Sinne dieser Vorschriften ist eine solche zu verstehen, die eine langsam gesteigerte Wechselspannung von 1500 V bei 50 Per/s 1 min lang aushält. Vakuumstrecken, Kriech- und Luftstrecken unter 3 mm sowie Drehkondensatoren gelten nicht als Isolation.

s) Unter der Voraussetzung einer Außentemperatur von 20 ° C darf sowohl bei normalem Betriebe als auch bei Kurzschluß der Lautsprecheranschlüsse und sämtlicher Röhrenanschlüsse in keinem Teil des Gerätes (mit Ausnahme der Innenteile von Vakuumröhren u. dgl.) eine höhere Temperatur als 100 ° C, bei Wicklungen mit baumwollinsoliertem Draht eine höhere Temperatur als 90 ° C auftreten. Dabei darf das Gehäuse an keiner Stelle seiner Außenseite eine höhere Temperatur als 50 ° C erreichen. Der Temperaturschutz kann auch durch dauernd abschaltende Sicherungen erfolgen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II. Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Herausgabe geschichtlicher Einzeldarstellungen.

Der Elektrotechnische Verein beabsichtigt, geschichtliche Arbeiten aus der Elektrotechnik in zwangloser Folge herauszugeben. Er hat sich mit der „Historischen Kommission der Elektrotechnik" zu innigem Zusammenwirken in Verbindung gesetzt, derart, daß diese Kommission die Geschichte der Elektrotechnik zusammenfassend bearbeitet, während der Elektrotechnische Verein die geschichtlichen Einzeldarstellungen veröffentlicht. Die nächste Aufgabe für den Verein wird sein, das Material zu beschaffen bzw. die Quellen über die Entwicklung der einzelnen elektrotechnischen Zweige zu erschließen.

Zunächst werden bereits vorhandene literarische Veröffentlichungen nach dem Stande der heutigen Forschung zu prüfen und erforderlichenfalls umzuarbeiten sein.

Im weiteren werden die Fachgenossen gebeten, diese der Wissenschaft und dem Ansehen der Technik dienenden Bestrebungen zu unterstützen. Hierbei wird es dankbar begrüßt werden, wenn namentlich die älteren Fachgenossen, die an der Entwicklung der Elektrotechnik tätigen und einflußreichen Anteil genommen haben, ihre persönlichen Erfahrungen und Erlebnisse schildern. Wenn hierbei vorhandene handschriftliche Aufzeichnungen oder Korrespondenzen, Protokolle und ähnliches verwendet werden können, würde das der Sache besonders dienen. Wir bitten, diejenigen geschichtlichen Arbeiten, die zur Veröffentlichung reif sind, an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins einzusenden. Derartige Arbeiten werden im Benehmen mit den Herren Verfassern einer Prüfung unterzogen und gegebenenfalls honoriert werden. Die Beifügung von Bildnissen angesehener Elektrotechniker und auch des Verfassers ist zweckmäßig; die Bildnisse werden in die Arbeiten mit aufgenommen werden.

Außer diesen fertigen Arbeiten sind Niederschriften — auch einzelne Episoden, Ereignisse, Erinnerungen aus der Praxis und aus Verhandlungen, ja selbst interessante Anekdoten — erwünscht, die sich aus irgendwelchen Gründen noch nicht zur Veröffentlichung eignen. Derartige in loser Form gegebene Niederschriften würde der Elektrotechnische Verein gern in Verwahrung, d. h. in sein Archiv für geschichtliche Arbeiten nehmen, um sie der technischen Nachwelt als geschichtliche Quellen zu erhalten und einer späteren Verarbeitung unter Wahrung des Namens und der Interessen der Einsender zuzuführen.

Schließlich werden Hinweise, wo geeignetes geschichtliches Material vorhanden ist, oder wer zu den geschichtlichen Arbeiten beitragen könnte, dankbar begrüßt werden.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

SITZUNGSKALENDER.

Pommerscher Elektrotechnischer Verein, Stettin. — 12. IV. 1928, abds. 8 h 20 m, Konzerthaus: Lichtbildervortrag Dr. Buchwaldt „Das Erdöl unter bes. Berücks. der deutschen Vorkommen".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. — 17. IV. 1928, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. W. Stern, „Die Fernmeß- und Summationsanlagen System Telewatt für Kraftwerke".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. — 11. IV. 1928, abds. 8¼ h, Kasino des Leuna-Werkes: Vortrag Obering. Bruckmann, „Neues von der Zugspitzbahn und ihren Schwestern" (m. Lichtb. u. Film).

Elektrotechn. Verein in Hamburg. — 18. IV. 1928, abds. 7½ h, Hörsaal der Techn. Staatslehranstalt, Lübecker Tor 24:



a) Vortrag Obering. Müller, „Rückgewinnung von Wärme in Dampfkraftanlagen"; b) Referat Ing. Nauber, „Explosionsichere Glühlampenarmaturen".

Hafenbautechn. Gesellschaft Hamburg. — 18. u. 19. V. 1928 in Kiel und Flensburg: 10. ord. Hauptversammlung mit folg. Vorträgen: a) Prof. Dr. S. Helander, „Die weltwirtschaftl. Bedeutung des Kaiser-Wilhelm-Kanals"; b) Oberbaurat Kruse, „Der Ausbau des Kieler Hafens"; Dir. O. Cornehls, „Dockanlagen und Aufschleppen in Häfen"; c) Besichtigungen.

Auskunft durch Herrn Oberbaurat Kruse, Kiel, Rathaus, Baurat Hitzer, Flensburg, Rathaus, sowie durch die Geschäftstelle: Hamburg 8, Dalmannstr. 1.

Röntgen-Institut, Kiew. — 19. bis 23. V. 1928, V. Röntgen- und Radiokongreß in Kiew mit folg. Vorträgen: a) „Über die Folgen der Veränderung der Zellelemente unter dem Einfl. d. Strahlenenergie"; b) „Klassifikation u. Röntgendiagnostik der Gelenkerkrankungen"; c) „Funktionelle und anatomische Veränderungen des Magen-Darmkanals nach operativen Eingriffen"; „Röntgentherapie der Erkrankungen des blutbildenden Apparates".

Auskunft durch Herrn Dr. B. M. Berenstein, Kiew, Röntgen-Institut, Leo-Tolstoi-Str. 7.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. E. F. Creighton †. — Am 12. I. d. J. starb in Schenectady im Alter von 55 Jahren Prof. Elmer Ellsworth Farmer Creighton, Mitglied des Forschungslaboratoriums der General Electric Company, einer der Pioniere der amerikanischen Hochspannungstechnik. Creighton war am 11. IV. 1873 zu Vallejo in Kalifornien geboren worden; er studierte an der Leland Stanford University, wurde 1895 graduiert und setzte nach einer kurzen Unterbrechung durch praktische Tätigkeit als Prüfingenieur und Lehrer seine Studien in Paris fort, wo er von 1898 bis 1900 als Assistent A. Blondels an der Sorbonne und der Ecole Supérieure d'Electricité weilte. Vom Jahre 1904 an war er gemeinsam mit C. P. Steinmetz als Forschungsingenieur der GEC und als Professor am Union College tätig. Gemeinsam mit Steinmetz hat er auch einen großen Teil seiner hochspannungstechnischen Untersuchungen durchgeführt, die insbesondere der Schaffung eines zuverlässigen Überspannungschutzes galten. Von seinen zahlreichen Erfolgen auf diesem Gebiet dürfte der Aluminiumableiter[1] der bekannteste sein.

W. Lang. Am 9. IV. d. J. begeht der um die Entwicklung der Elektrotechnik in ihren ersten Anfängen hochverdiente Herr Wilhelm Lang seinen 80. Geburtstag. Seit 1874



W. Lang.

im elektrotechnischen Fach tätig, war Herr Lang von 1880 ab 7 Jahre Vertreter von Siemens & Halske in Rheinland-Westfalen. In diese Zeit seiner Tätigkeit fallen die ersten elektrischen Anlagen mit Bogenlampen-Reihenschaltung und die ersten Glühlichtanlagen. Im Jahre 1887 gründete Herr Lang die Firma Eggersmann & Lang in Aachen, und zwar als Installationsfirma mit den Deutschen Elektrizitätswerken Garbe, Lahmeyer & Co. Seit 1893 leitet Herr Lang in Düsseldorf die Firma W. Lang & Co. als Generalvertretung der Elektrizitäts-Akt.-Ges. vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M., für Rheinland und Westfalen. Anläßlich der großen Industrie-Ausstellung 1902 in Düsseldorf gehörte Herr Lang dem Vorstand der Gruppen 4 und 5 Maschinenbau und Elektrizität an. Den Krieg 1866 machte der Jubilar bei der nassauischen Feldartillerie und den Krieg 1870—71 bei dem westfälischen Feldartillerieregiment Nr. 7 mit. — Der Jubilar erfreut sich noch heute seltener Frische und der Zuneigung eines großen Freundeskreises.

[1] Vgl. ETZ 1909, S. 286 u. 853.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Benutzungstunden und Wirtschaftlichkeit von Kraftübertragungsleitungen.

Die Ausführungen des Verfassers in ETZ 1928, S. 81, über die „Verluststundenzahl bei Ermittlung der Stromwärmeverluste aus dem zeitlichen Verlauf der Belastung bedürfen einer Ergänzung, damit über diesen wichtigen Rechnungsgang ein für allemal Klarheit geschaffen werde.

Da die Stromwärmeverluste in von Wechselstrom durchflossenen Leitern bekanntlich nicht durch die Wirkbelastung in kW, sondern durch die Scheinlast in kVA bestimmt werden, wird die Verlustdauer bestimmt durch die Benutzungsdauer der Scheinhöchstlast. Es ist deshalb richtiger, die Verlust- bzw. quadratischen Lastkurven bei Wechsel-(Drehstrom-)Übertragungen aus den Jahreskurven der Scheinlasten zu ermitteln. Die vom Verfasser in den Abb. 3 und 4 angegebenen Jahresbelastungskurven und dazu gehörigen quadratischen Kurven hätten deshalb, sofern es sich bei den betreffenden Elektrizitätswerken um Wechsel- bzw. Drehstromwerke handelt, zweckmäßigerweise noch mit dem Zusatz $\cos\varphi = \text{constant}$ (falls zutreffend!) versehen werden müssen. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, entweder zur Ermittlung der Verlustdauer die Belastungskurven der Scheinlasten N_s in kVA[1] zu verwenden, oder aber, falls, was oftmals der Fall ist, statt der Kurve $N_s = f(t)$ nur die Kurve der Wirkbelastung $N_w = g(t)$ zur Verfügung steht, die für die Verlustdauer maßgebende Benutzungsdauer h_s der Scheinhöchstlast $N_{s\,max}$ aus Benutzungsdauer h_w der Wirkhöchstleistung $N_{w\,max}$, $\cos\varphi_{\text{Höchstlast}} = \dfrac{N_{w\,max}}{N_{s\,max}}$ und dem wenigstens in seiner Größenordnung bekannten $\cos\varphi_{\text{mittel}} = \dfrac{\text{Wirkarbeit}}{\text{Scheinarbeit}}$ zu ermitteln.

Bedeuten bei einer Wechsel-(Drehstrom-)Übertragung

A_w = Wirkarbeit in kWh,
$N_{w\,max}$ = Wirkhöchstleistung in kW,
h_w = Benutzungsdauer der Wirkhöchstleistung,
A_s = Scheinarbeit in kVAh,
$N_{s\,max}$ = Scheinhöchstlast in kVA,
h_s = Benutzungsdauer der Scheinhöchstlast,

$$\cos\varphi_{\text{Höchstlast}} = \frac{N_{w\,max}}{N_{s\,max}},$$

$$\cos\varphi_{\text{mittel}} = \frac{A_w}{A_s},$$

so ist

$$h_s = \frac{A_s}{N_{s\,max}} = \frac{\dfrac{A_w}{\cos\varphi_{\text{mittel}}}}{\dfrac{N_{w\,max}}{\cos\varphi_{\text{Höchstlast}}}} = \frac{A_w}{N_{w\,max}} \cdot \frac{\cos\varphi_{\text{Höchstlast}}}{\cos\varphi_{\text{mittel}}}$$

$$= h_w \frac{\cos\varphi_{\text{Höchstlast}}}{\cos\varphi_{\text{mittel}}}.$$

In den allermeisten Fällen ist

$$\frac{\cos\varphi_{\text{Höchstlast}}}{\cos\varphi_{\text{mittel}}} > 1$$

(Außerbetriebnahme der Blindleistungserzeuger bei geringer Belastung),

also $$h_s > h_w.$$



[1] Vgl. auch O. Burger, Berechnung von Drehstrom-Kraftübertragungen, S. 49. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.

Die von KLINGENBERG[2] angegebenen Prozentsätze der Vollast-Stromwärmeverluste beziehen sich aber auf h_w, so daß sie für die Mehrzahl aller Fälle ($\cos\varphi_{Höchstlast} > \cos\varphi_{mittel}$) mit den von EIMER[3] angegebenen Werten durchaus übereinstimmen dürften. Zur Vorausbestimmung der Stromwärmeverluste von Kraftübertragungsanlagen zum Zwecke wirtschaftlicher Planung (bekannt: A_w, $N_{w max}$, h_w, $\cos\varphi_{Höchstlast}$, $N_{s max}$, $\approx \cos\varphi_{mittel}$) empfiehlt es sich deshalb, vorstehend erwähnter Gründe halber die von KLINGENBERG angegebenen Werte zu verwenden.

Auma, 27. I. 1928. Dr.-Ing. H. Schulze.

Erwiderung.

Herr Dr.-Ing. SCHULZE hat recht, wenn er die Scheinhöchstlast als maßgebend für die Kupferverluste einsetzt. Dieser Wert wird ja auch immer zur Berechnung der Höchstlastkupferverluste gebraucht. Wenn man aber die Werte der Scheinleistungs-Verluststunden in Abhängigkeit von den Scheinleistungs-Benutzungsstunden einsetzt, so findet man, daß diese Kurve genau mit der Kurve von EIMER übereinstimmt, was ich bei der Eintragung der von Herrn BURGER gefundenen Zahlen in diese Kurve feststellen konnte. Es ist also richtig, auch bei der Scheinleistung mit der Kurve von EIMER zu rechnen.

Nürnberg, 2. II. 1928. Hugo Smolinski.

LITERATUR.

Besprechungen.

Aus Georg Simon Ohms handschriftlichem Nachlaß. Briefe, Urkunden und Dokumente. Herausg. v. Oberstudienrat L. Hartmann. Mit 7 Abb. u. 255 S. in 8°. Bayerland-Verlag, München 1927. Preis geb. 5,10 RM.

Nachdem 1892 die gesammelten Werke von Georg Simon Ohm herausgegeben waren, ist nun von dem Verfasser der Nachlaß dieses bedeutenden Mannes gesammelt und herausgegeben. Es sind wesentlich Briefe und Aktenstücke, welche hier einen tiefen Einblick in den offenen und wahrhaftigen, aber auch freundlichen und selbstlosen Charakter des Mannes bieten, der wie selten ein anderer Gelehrter unter schnöder Behandlung der Behörden und Verkennung seiner Leistungen zu leiden gehabt hat. Wenn auch einige der Briefe schon bekannt waren, so ist doch die Mehrzahl sowohl der Briefe als auch der amtlichen Aktenstücke jetzt zum ersten Male zugänglich gemacht, und das ist sehr dankenswert. Besonders tritt jetzt zum ersten Male deutlich hervor, wie Bureaukratismus und Beschränktheit der leitenden Persönlichkeiten die Jahre 1813 bis 1817 für Ohm zu einem Martyrium gemacht haben, so daß man sagen muß, er ist geradezu aus seinem Vaterland herausgeekelt. Ein Mann, der wie wenige geeignet war, eine hervorragende Zierde jeder Universität zu sein, wurde mit elementarem Rechenunterricht beschäftigt! Und nachdem er seine für alle Zeiten fundamentale Arbeit über die galvanische Kette herausgegeben hatte mit dem nach ihm benannten Ohmschen Gesetz, überbot die preußische Unterrichtsverwaltung fast noch die Zurücksetzungen der bayrischen. Es ist beschämend zu sehen, daß selbst, nachdem er die definitive Ablehnung der preußischen Universitätsverwaltung auf seine Bitten um eine akademische Lehrtätigkeit erkannt hatte, nun auch seine Bemühungen um eine Direktorstelle an einer höheren Schule vergeblich waren. Man zog ihm, dessen glänzende pädagogische Begabung sich in seiner 10jährigen Wirksamkeit am Gymnasium in Köln so überzeugend bewährt hatte, unbedeutende Bewerber vor! Auch nachdem er nach vielen vergeblichen Gesuchen endlich in Nürnberg eine feste Anstellung an einer „Polytechnikum" genannten Schule erhalten hatte, war seine Leidenszeit noch nicht beendet, indem die amtliche Tätigkeit ihm fast jede wissenschaftliche Arbeit unmöglich machte. Erst nach 9jähriger Tätigkeit und nachdem das Ausland seine wissenschaftlichen Verdienste anerkannt hatte, wurden ihm einige Erleichterungen gewährt, so daß er einige Nachmittage zur freien Verfügung hatte. Das Ergebnis dieser freien Nachmittage war seine berühmte Abhandlung über die fundamentalen Fragen der Akustik! Erst sechzigjährig erreichte Ohm das Ziel, welches er seit seinem 23. Lebensjahre im Auge gehabt hatte, und erst 2 Jahre vor seinem Tode erhielt er das Ordinat für Physik an der Universität.

Von den mitgeteilten Briefen sind von wissenschaftlichem Interesse wesentlich der Briefwechsel mit Fechner und der Brief von Poggendorff von 1844, weil es sich da um die Rechtfertigung der Ohmschen Theorie handelt. Auch die beigefügten Abbildungen seiner selbstkonstruierten Apparate sind sehr dankenswert. Es ist sehr zu wünschen, daß dies Buch nicht nur von den Physikern gelesen wird, um sich für die Persönlichkeit Ohms zu erwärmen, sondern von allen für die Verwaltung der Universitäten verantwortlichen Personen, damit sie daraus lernen, wie man es nicht machen muß, und von allen ordentlichen Professoren an den Universitäten, damit sie an den Herren Stahl und Silber abschreckende Beispiele kennen zu lernen, wie man unter dem Vorgeben, der Wissenschaft zu dienen, die Fortschritte der Wissenschaft hindert. Edm. Hoppe.

Elektrische Bahnen. Von Dr.-Ing. A. Schwaiger. (Samml. Göschen Bd. 958.) Mit 45 Textabb. u. 116 S. in 8°. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927. Preis geb. 1,50 RM.

Mit dieser Arbeit versucht der Verfasser in dem vorgeschriebenen engen Rahmen der Göschen-Bändchen den gegenwärtigen Stand der Elektrisierung, in der Hauptsache der Hauptbahnen, darzustellen. Das I. Kapitel „Allgemeines" wird eingeleitet mit der geschichtlichen Entwicklung der elektrischen Bahnen unter Hinweis auf die Gründe für die Wahl der verschiedenen Stromsysteme in den verschiedenen Ländern. Was Österreich anbelangt, so ist zu bemerken, daß dieses Land die im Büchlein ausgeführte Ausdehnung des elektrischen Betriebes schon vor ungefähr zwei Jahren erreicht hatte. Die deutschen elektrischen Hauptbahnen werden ausführlicher beschrieben und mit Skizzen illustriert. Im II. Kapitel „Die elektrischen Fahrzeuge" werden zuerst die Bewegungswiderstände behandelt. Die Angabe für den Bahnwiderstand von Straßenbahnen mit 10 kg/t ist zu hoch (mit Rücksicht darauf, daß heute die Gleise meistens in Straßen mit Stein- und Asphaltpflasterung eingebettet sind) sowie auch die Formel von Röckl für die Berechnung der Krümmungswiderstände für Krümmungsradien unter rd. 50 m viel zu große Werte ergibt. Dann folgen die Bahnmotoren unter Hinweis auf die Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme und anschließend die Ermittlung der Motorleistung und Auswertung des Bahndiagrammes. Entgegen der Ansicht des Verfassers, nach welcher für die Nutzbremsung die Gesichtspunkte der Energierückgewinnung, d. h. der Stromersparnis ausschlaggebend sind, treten heute immer mehr die rein bremstechnischen Vorteile, wie erhöhte Betriebsicherheit durch Vorhandensein einer weiteren Bremse, Verringerung des Verschleißes der Bremsklötze sowie Abnutzung der Radreifen und des damit verbundenen Eindringens des Bremsstaubes in die Motorteile, in den Vordergrund. Dann werden die verschiedenen Triebwerke und deren wirtschaftliche Forderungen in bezug auf den Bau von elektrischen Lokomotiven erläutert. Im III. Kapitel „Die Fahrleitung" sind in gedrängter Form die Ober- und die Schienenrückleitung sowie die Einwirkung des Bahnstromes auf die Schwachstromanlagen beschrieben.
Th. Tschopp.

Rotary Converters, their principles, construction and operation. Von E. P. Hill. Mit 247 Textabb., XIII u. 329 S. in 8°. Verlag von Chapman & Hall Ltd., London 1927. Preis geb. 25 sh.

Ein umfangreiches Buch von mehr als 300 Seiten, das sich ausschließlich mit einer Maschinenart, dem Drehstrom-Gleichstrom-Einanker-Umformer, beschäftigt! Diese wichtige Maschine, die allerdings neuerdings durch den Groß-Gleichrichter etwas an Bedeutung verloren hat, konnte sich bekanntlich in Deutschland erst viel später durchsetzen als in Amerika, wo sie bereits in der Anfangszeit der elektrischen Straßenbahnen ausgedehnte Anwendung fand. Deshalb ist dieses Buch, in dem ein leitender Ingenieur der bedeutendsten englisch-amerikanischen Großfirma (Metropolitain Vickers Co.) seine Erfahrungen niedergelegt hat, für die deutschen Fachgenossen von besonderem Interesse.

Das Buch behandelt mit außerordentlicher, stellenweise fast ermüdender Ausführlichkeit die Wirkungsweise, Berechnung, Konstruktion, Prüfung, Aufstellung, Schaltungsweise und den Betrieb von Einanker-Umformern nebst Nebenapparaten, wie Transformatoren, Spannungsreglern und Schaltapparaten. Als Beispiel der

[2] G. Klingenberg, Bau großer Elektrizitätswerke, Aufl. 1924 (berichtigter Neudruck 1926), S. 109; s. a. „Arbeitsverlustfaktor", S. 29. Verlag Julius Springer, Berlin.

[3] H. Eimer, Die wirtschaftlich günstigste Spannung für Fernübertragungen mittelst Freileitung mit besonderer Berücksichtigung der Glimmverluste. Verlag Julius Springer, Berlin 1914.

Gründlichkeit des Verfassers sei erwähnt, daß für die zweckmäßige Anbringung von Seilschlingen zum Heben von Ankern Formeln entwickelt werden, die fast eine ganze Seite in Anspruch nehmen! Einen besonders breiten Raum nehmen natürlich die verschiedenen Verfahren zum Anlassen und Spannungsregeln ein sowie die Maßnahmen zur Verhinderung des Rundfeuers bei Kurzschluß. Anscheinend wird das Anlassen von der Drehstromseite mittels Transformatoranzapfung (wie bei uns) jetzt meist bevorzugt, wobei man es bei größeren Umformern für notwendig hält, die Gleichstrombürsten während des Anlaufs abzuheben, während man bei uns im allgemeinen ohne diese Maßnahme auskommt. Für die Spannungsregelung scheint man, ebenfalls wie bei uns, meist Drehtransformatoren zu verwenden, und zwar hauptsächlich solche von vertikaler Bauart, die auf der Grundplatte des Umformers aufgestellt und durch einen riemengetriebenen Lüfter gekühlt werden. Aber auch die Drosselspulenregelung und die Wechselstrom-Zusatzmaschine werden vom Verfasser sehr ausführlich behandelt. Die Erfindung der letzteren schreibt er Scott zu; in Deutschland wurde sie, ob vor oder nach Scott, ist mir nicht bekannt, von Dobrowolsky erfunden und der AEG patentiert. Überhaupt ist es ein gewisser Mangel des Buches, an den man aber bei englischen und amerikanischen Autoren gewöhnt ist, daß ausschließlich die Entwicklung in den englisch sprechenden Ländern berücksichtigt wird; diese Einseitigkeit ist vermutlich keineswegs beabsichtigt, sondern sie beruht ganz einfach auf Mangel an Sprachkenntnis.

Auffallend für den durch den A.E.F. geschulten deutschen Leser ist die Disziplinlosigkeit des Verfassers in bezug auf Einheiten und Formelzeichen. Daß er Kilowatt abwechselnd kW, Kw und KW schreibt, mag noch hingehen; schon bedenklicher ist es, wenn in derselben Formel die Spannung mit E, die Stromstärke mit Amp bezeichnet wird; auch die Bezeichnung „wattlose kVA" für das, was wir Blindleistung nennen, ist nicht sehr schön!

Das Buch ist sehr gut ausgestattet und enthält eine große Zahl von guten Bildern, die Einanker-Umformer aller Art, natürlich durchweg amerikanischen oder englischen Ursprungs, darstellen. L. Schüler.

Überspannung auf elektrischen Leitungen. Von Prof. Ing. G. L. Epstein. (In russ. Sprache.) Mit 176 Textabb., VIII u. 280 S. in 8°. Verlag von Ispolbüro K. P. I., Kiew 1927. Preis geh. 4 Rub.

Der erste Eindruck, den das Buch von Epstein auf den Leser macht, ist Reichhaltigkeit, aber Ungleichmäßigkeit der Darstellung. Nach der Erklärung hierfür braucht man nicht lange zu suchen. Am Ende des Buches ist ein Verzeichnis der einschlägigen Literatur gegeben. Die dort angegebenen Bücher und Aufsätze scheinen aber dem Verfasser reellere Dienste als nur die der Information geleistet zu haben. Schlägt man die Bücher von Rüdenberg, Wagner oder verschiedene andere auf, so sieht man, daß die meisten Abbildungen des Epsteinschen Buches auf dem Wege des Übertragens, u. zw. ohne Quellenangabe, entstanden sind, daß seitenweise der mathematische Text der Originale bei Epstein wiederkehrt, die Erläuterungen und Überlegungen zwischen den einzelnen Formeln sind frei übersetzt oder wiedererzählt. Es wäre freilich eine zu langweilige und zwecklose Arbeit, zu untersuchen, wo jedes Teilchen des Epsteinschen Buches das Vorbild gefunden hat. Einzelne Hinweise mögen da genügen. Die Abb. 27 bis 44 findet man mit einzelnen Ausnahmen bei Rüdenberg, allerdings sehr zerstreut, wieder. Das Kapitel über „Durchdringen der Überspannungswellen in die Wicklungen", Seite 213 des Epsteinschen Buches, ist auch ziemlich wörtlich mit dem gesamten mathematischen Text dem Buche Rüdenbergs entnommen. Das Kapitel über „Form der Überspannungswellen" mit den zugehörigen Abbildungen (20—27) ist dem Buche von Wagner entnommen. Ganz einzeln verstreut findet man Abbildungen vor, die von dem Verfasser zu stammen scheinen, die allerdings dann in ihrer Darstellungsweise und äußerem Aussehen erheblich von den anderen, u. zw. zum Nachteil, abweichen. Ob eigene Gedanken und unbeeinflußte Darstellungsweise irgendwo im Buche von Epstein enthalten sind, kann man nicht feststellen, weil die Zahl der benutzten Vorbilder zu groß ist und sie im Buche sehr durcheinandergebracht sind.

Das Buch von Epstein fand in Rußland warmen Empfang. In der wichtigen elektrotechnischen Zeitschrift „Elektritschestwo" wird es anerkennend besprochen. Auf die Entstehungsweise des Buches geht der Besprecher nicht ein. Jedenfalls ist ihm die große Ähnlichkeit zwischen Epsteins Buch und vielen anderen Darstellungen entgangen. Stein.

Darstellende Geometrie für Maschineningenieure. Von Prof. Dr. M. Großmann. Mit 260 Textabb., VIII u. 236 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 15 RM, geb. 16,50 RM.

An Lehrbüchern der darstellenden Geometrie, welche für den Gebrauch an Technischen Hochschulen bestimmt sind, ist gewiß kein Mangel. Dagegen war bis jetzt den speziellen Bedürfnissen der Maschineningenieure, welche ja heute das Hauptkontingent zum Bestand der Studierenden an den Technischen Hochschulen stellen, nur in dem Werk von Th. Schmid (Sammlung Schubert) Rechnung getragen. Dieses Werk zusammen mit den maschinenbaulichen Beispielen für Konstruktionsübungen zur darstellenden Geometrie vom selben Verfasser bot dem Maschineningenieur durch seine Anwendungen ebenso reiche Anregung, wie es den mathematisch besonders Interessierten befriedigen mußte. Das vorliegende Buch enthält nur etwa die Hälfte der Druckseiten des Schmidschen Werks. Das wurde dem Verfasser dadurch möglich, daß er sich im Gegensatz zu Th. Schmid fast ganz auf die notwendigen Bedürfnisse des Maschineningenieurs beschränkte und auch manches, z. B. über Raumlehre und Kegelschnitte, voraussetzte, was in anderen Büchern ausführlich behandelt wird. Besonders hervorgehoben sei, daß die Lehre von den Schattenkonstruktionen, die man im allgemeinen und wohl mit Recht zum Grundbestand der darstellenden Geometrie rechnet, weggelassen ist, vermutlich aus Entgegenkommen gegen die Anschauungen und die Wünsche der Maschineningenieure selbst, welche Schattenkonstruktionen „nicht brauchen", wie man oft hört.

Man kann sich nun wohl vorstellen, daß ein Studierender lieber zu dem kleineren Werk greift, welches ihm übersichtlicher erscheinen und neben der Vorlesung sicher vortreffliche Dienste leisten wird.

In der Tat sind die maschinenbaulichen Anwendungen, welche in dem Buch enthalten sind, sehr dazu angetan, das Interesse der Studierenden zu fesseln, und es ist nur zu bedauern, daß es zum mindesten auf den preußischen Hochschulen dem Lehrer der darstellenden Geometrie bei der aufs äußerste eingeschränkten verfügbaren Zeit kaum möglich ist, viele solche Beispiele, die überdies auch für Studierende anderer Fächer von Interesse sein müssen, in der Vorlesung zu bringen. Daß das mit einem nicht geringen Maß von Vorbereitungsarbeit verknüpft wäre, würde wohl und dürfte keinen Hinderungsgrund bilden.

Im ganzen ist dem schönen, leider etwas teuren Werk eine recht große Verbreitung nur zu wünschen.

E. Stübler.

Erfinderbeteiligung. Versuch einer Systematik der Methoden der Erfinderbezahlung unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie. Von Dr. L. Beckmann. Mit zahlr. Textabb. u. 190 S. in 8°. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1927. Preis geh. 7,50 RM, kart. 8 RM.

Das Buch behandelt das Problem der Erfinderbezahlung mit vorwiegend mathematischen Methoden in neuartiger Weise und erörtert gründlich und mit vielem Material die dabei auftretenden verschiedenen Möglichkeiten unter steter Betonung der wirtschaftlichen Gesichtspunkte. Wenngleich es in erster Linie die Verhältnisse in der chemischen Industrie berücksichtigt und die Erkenntnisse nicht ohne weiteres auf andere Industrien übertragbar sind, so wird es doch auch für die Interessenten aus der Elektroindustrie von Nutzen sein, zumal über das behandelte Problem noch wenig Literatur — und m. W. noch nirgends in so ausführlicher und vielseitiger Behandlung — existiert. H. Herzfeld I.

Eingegangene Doktordissertationen.

Erich Schlegel, Die thermische Bewertung der Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf (insbes. bei Hochdruckanlagen). T. H. Berlin 1927 (Auszug).

Hans Georg Lange von Stocmeier, Zur Kenntnis der Bindung von Luftstickstoff an Kaliumcarbonat zu Cyanid. T. H. Berlin 1927 (Auszug).

Arno Renfordt, Druckverteilung u. Dampfverbrauch bei Teillasten von Gegendruck- u. Entnahmeturbinen. T. H. Hannover 1927.

Carl Stockmann, Untersuchungen am Laufkran. Ein Beitrag zur Kenntnis der Fahrwiderstände. T. H. Hannover 1927.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Neuwertversicherung. — Die Neuwertversicherung (Sachlebensergänzungsversicherung) verkörpert den berechtigten Wunsch aller Versicherungsnehmer nach einem vollen Versicherungschutz. Sie wird deshalb von allen Kreisen der Wirtschaft lebhaft gefordert und stellt eine der aktuellsten Fragen des Versicherungswesens dar. Der Schadensversicherer versichert i. a. — abgesehen von einigen öffentlichen Feuerversicherungsanstalten — entsprechend dem Wesen der Schadensversicherung nur den sog. „Zeitwert". Das ist derjenige Wert, den das versicherte Objekt unmittelbar vor dem Schadensfall hatte. Ausgeschlossen von der Schadensversicherung ist also derjenige Schaden, den das versicherte Objekt bis zum Eintritt des Schadensfalles erlitten hat. Anderseits ist der Versicherte z. B. im Falle eines Brandschadens, wenn er nur den Zeitwert erhält, nicht in der Lage, an Stelle des zerstörten Objektes, welches, obwohl es schon vielleicht entwertet war, doch noch eine Zeitlang seinem Betriebe gedient hätte, ein neues Objekt aus der Entschädigungsleistung des Schadensversicherers anzuschaffen. Der Versicherte muß also die Differenz zwischen demjenigen Betrage, den er z. B. von der Feuerversicherung erhält (Zeitwert), und demjenigen Betrage, den er zur Neuanschaffung für das zerstörte Objekt benötigt (Wiederbeschaffungswert) aus eigenen Mitteln aufbringen. Das bedeutet für den Versicherungsnehmer schon an sich, insbesondere aber in schwierigen Wirtschaftszeiten, eine große Gefahr, die unter Umständen zu einem wirtschaftlichen Ruin führen kann. Der Ruf nach der Neuwertversicherung ist also durchaus gerechtfertigt.

Bei dem Schaden, den die Neuwertversicherung zu decken hat, handelt es sich um einen Entwertungschaden, d. h. um denjenigen Schaden, den das versicherte Objekt bis zum Tage des Brandes durch Alter und Abnutzung erlitten hat, bzw. um den Wiederbeschaffungswert, d. h. den Betrag, der erforderlich ist, um ein neues Objekt an Stelle des durch Brand zerstörten anzuschaffen. Dieser Entwertungschaden kann am besten von einer Versicherung getragen werden, die Versicherungschutz gegen die Entwertung bietet.

Die einzige Versicherung, die bisher in besonderer Versicherungsform die Gefahr der Entwertung zum Gegenstande hat, ist die sog. Sachlebensversicherung. Zu ihrem Gebiet gehören insbesondere die Hauslebensversicherung, einschließlich der Versicherung der Zentralheizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen, die Universal-Maschinenversicherung (Maschinenlebensversicherung) sowie die Versicherung der Elektromotoren gegen Betriebsunwürdigkeit.

Nach den allgemeinen Versicherungsbedingungen für Hauslebens- und Maschinenlebensversicherung ist Zweck dieser Versicherungen „die Erhaltung von Gebäuden und Maschinen aller Art nebst Bestandteilen und Zubehör". Es ist weiterhin bestimmt, daß der Versicherer neben lebenswichtigen Reparaturen „den sonst durch Minderung oder Verlust der Gebrauchsfähigkeit des versicherten Gegenstandes, seiner Bestandteile und Zubehör entstehenden Sachschaden" ersetzt. Demgemäß erscheint die Sachlebensversicherung ihrem Wesen nach dazu berufen, die Neuwertversicherung, die einen Schutz gegen die Entwertung der Objekte bietet und die Mittel zur Wiederbeschaffung gewähren soll, durchzuführen. Die Durchführung erfolgt als sog. Sachlebensergänzungsversicherung, ergänzend zu den bestehenden Schadensversicherungen. Die Sachlebensergänzungsversicherung gewährt im Schadensfalle dem Versicherten ein zinsfreies Darlehn, u. zw. mit der Maßgabe, daß dieses nur in 10 Jahresraten zu je 5 %, d. h. also nur zu 50 %, zurückzuzahlen ist. Die Differenz zwischen Neuwert und Zeitwert bildet die Höchstsumme des zu gewährenden Darlehns. Voraussetzung für dessen Gewährung ist eine Sachlebensversicherung, deren Versicherungsumme einen Bruchteil der Differenz betragen muß, der sich nach der Art des Risikos bestimmt (normalerweise $^1/_{10}$)[1].

Der Versicherungsnehmer erhält außer dem Darlehn, das ihm in Höhe von 50 % verbleibt, bei Ablauf der 20jährigen Versicherungsdauer die volle Versicherungsumme der Sachlebensversicherung und bei früherer Kündigung die planmäßige Schadensreserve ausgezahlt. Bei schadensfreiem Verlauf tritt zu der Versicherungsumme eine Endauszahlung in Form einer garantierten Vergütung, die mit der ersteren zusammen die Summe der Prämienleistungen ergibt. Außerdem sind noch weitere Dividenden zu erwarten. Bei schadensfreiem Verlauf erhält also der Versicherte die von ihm eingezahlten Prämien voll zurück. Gleichzeitig schützt die Sachlebensversicherung noch entsprechend der Quote gegen die versicherten baulichen Schäden.

Da ein Darlehn im Schadensfalle gewährt wird, bleibt dessen voller Wertbetrag dem Versicherungsnehmer zum Wiederaufbau verfügbar, weil in der Bilanz des Versicherten der Vereinnahmung des Darlehns eine Verpflichtung an die Versicherungsgesellschaft gegenübersteht. Bei einer Auszahlung der Entschädigungsumme ohne Rückzahlungsverpflichtung würde aber reichlich ein Drittel dem Wiederaufbau verloren gehen. *B.*

[1] Die Sachlebensergänzungsversicherung wird also hier in Form der Quotenversicherung geboten, ähnlich wie z. B. bei der Aufwertungsversicherung auch nur eine Quote des Gebäudes in Höhe der Aufwertungshypothek versichert wird.

Aus der Geschäftswelt. — Nach dem Geschäftsbericht der Deutsch-Atlantischen Telegraphengesellschaft, Berlin, für 1927 hat sich das Kabel Emden—Azoren, das in fünf Kanälen mit einer Geschwindigkeit von etwa 1500 Buchstaben/min mit Druckapparaten betrieben wird, bewährt. Auch auf der Kabelverbindung Emden—London zur Beförderung der Telegramme nach und von Südamerika, Afrika, Asien, Australien und den Mittelmeerländern konnte der Dienst glatt abgewickelt werden. Die Berichterstatterin hat mit der Transradio A. G. für drahtlosen Überseeverkehr die Allgemeine Telegraphengesellschaft m. b. H. gegründet, auf die hier schon hingewiesen worden ist. Die Einnahmen betrugen 4 683 156 RM (1 598 682 i. V.), der Reingewinn 760 900 RM (152 192 i. V.); aus ihm sollen auf 7,090 Mill. RM Stammaktienkapital 7 % Dividende verteilt werden (0 % i. V.). — Der Vorstand der Deutschen Telephonwerke und Kabelindustrie A. G., Berlin, berichtet für 1926/27, daß das Telephonwerk den infolge geringerer Lieferungen an die Reichspost entstandenen Ausfall durch Erhöhung des Umsatzes auf anderen Gebieten, besonders in Privattelephonanlagen, ausgleichen konnte. Der Umsatz in Geräten für Hochfrequenztelephonie auf Starkstromleitungen wächst, während die Abwanderung in Spezialbetriebe das Geschäft mit Einzelteilen für Radioapparate beeinträchtigt hat. Die Nachfrage nach Rohr- und Seilpostanlagen ist gestiegen, ebenso der Umsatz von Rechenmaschinen. Das Kabelwerk war in allen Abteilungen gut beschäftigt. Die künftige Entwicklung des Unternehmens wird nach Ansicht des Vorstandes zu einem erheblichen Teil davon abhängen, ob die Reichspost die zur weiteren Modernisierung ihrer Fernsprecheinrichtungen erforderlichen Mittel aufzubringen vermag. Als Fabrikationsgewinn werden 3 564 919 RM (3 166 122 i. V.), als Reingewinn 593 799 RM (509 335 i. V.) ausgewiesen. Die Dividende beträgt 7 % auf 7,2 Mill. RM Aktienkapital (6 % i. V.). — Die Concordia Elektrizitäts-A. G., Düsseldorf, konnte 1927 im Verkaufsgeschäft erhöhte Umsätze erzielen. Das Auslandgeschäft brachte indessen wegen der von den einzelnen Ländern festgesetzten hohen Eingangszölle und z. T. wesentlicher Unterbietungen der von der Berichterstatterin gestellten Exportpreise keine Besserung des Absatzes. Als Bruttonutzen verzeichnet die Gesellschaft 712 743 RM (587 278 i. V.), als Reingewinn 263 511 RM (221 742 i. V.); hieraus sollen auf 4,320 Mill. RM Aktienkapital 6 % Dividende gezahlt werden (5 % i. V.). — In Elberfeld ist die Fernsprech-Baubedarf G. m. b. H. mit 0,2 Mill. RM Stammkapital eingetragen worden. Sie bezweckt die Herstellung sowie den Vertrieb von Fernsprech- und Telegraphenbaustoffen und Apparaten aller Art, insbesondere die Beteiligung an der Einzelhandelsfirma Wilhelm Quante, Elberfeld. — Die vor kurzem in München eingetragene Ralor A. G. für elektrische Erzeugnisse bezweckt die Fabrikation und den Vertrieb elektrischer und mechanischer Apparate usw. Ihr Grundkapital beträgt 0,1 Mill. RM. — Zwecks Übernahme und Fortführung des elektrotechnischen Unternehmens der Bauhütte Bauwohl G. m. b. H., Hamburg, ist dort die Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. mit 20 000 RM Stammkapital gegründet worden.

Bezugsquellenverzeichnis.

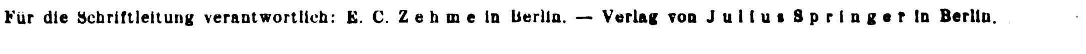
Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 203: Wer stellt das elektrische Heizelement Fabrikmarke $\frac{NS}{SL}$ für Milchwärmer her?

Frage 204: Wer stellt metallisiertes Kondensatorenpapier her?

Abschluß des Heftes: 30. März 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19500 Expl.


Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

15. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 12. APRIL 1928
(565—596)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | **Berlin, 12. April 1928** | **Heft 15**

Ein empfindliches Röhrenvoltmeter für Hochfrequenz.

Von **Manfred von Ardenne**, Berlin.

Übersicht. Ein empfindliches Röhrenvoltmeter für Hochfrequenz wird beschrieben und untersucht, das nur eine Kapazität von 7,4 cm besitzt und ohne Anwendung einer Anodenstromkompensation noch Scheitelspannungen bis zu 0,03 V und mit Anodenstromkompensation noch Scheitelspannungen bis zu 0,003 V zu messen gestattet. Die Gleichrichtung erfolgt durch eine Röhre mit kleinem Durchgriff, deren Anodenwiderstand aus einem Widerstand von einigen Millionen Ohm und einem parallelliegendem Kondensator besteht, der den Ohmschen Anodenwiderstand für die Frequenz der zu messenden Wechselspannung überbrückt.

Für die Durchführung von Hochfrequenzmessungen sind Instrumente notwendig, deren Kapazität 10 cm nicht wesentlich übersteigt und die gleichzeitig geeignet sind, Scheitelspannungen von etwa 0,05 ÷ 1 V hinreichend genau zu messen. Die Instrumente sollen hierbei so weit frequenzunabhängig sein, daß sie mit Niederfrequenz geeicht und mit dieser Eichung auch für Hochfrequenz verwendet werden können. Die bekannten Fadenelektrometer (z. B. Wulfsches Einfadenelektrometer), deren Kapazität auch bei kleinen Keilabständen in der Größenordnung von 10 cm liegt, und die durch das in ihnen zur Anwendung kommende Prinzip frequenzunabhängig sind, sind leider für sehr viele Hochfrequenzmessungen zu unempfindlich. Die untere Grenze ihres Meßbereiches stimmt etwa mit der einfacher Röhrenvoltmeter überein, die nur für Wechselspannungen von mehr als ungefähr 1 V brauchbar sind. Zu diesen einfacheren Röhrenvoltmetern mit verhältnismäßig geringer Empfindlichkeit zählen zunächst die, in denen die Krümmung der Anodenstromcharakteristik von Röhren unmittelbar zur Messung benutzt wird[1]. Etwas empfindlicher sind die Audion-Voltmeter, in denen die Krümmung der Gitterstromcharakteristik einer Röhre benutzt wird[2].

Eine wesentliche Herabsetzung der unteren Grenze des Meßbereiches (bis zu etwa 0,1 V Scheitelspannung) wurde durch Einführung verschiedener Kompensationsmethoden im Anodenkreis erreicht[3]. Die Kompensierung bewirkt eine Empfindlichkeitssteigerung, weil sie die Verwendung wesentlich empfindlicherer Instrumente, namentlich von Galvanometern an Stelle von Milliamperemetern, gestattet. Anderseits wachsen aber durch die Anwendung der Kompensation die Bedienungs- und Ablesungschwierigkeiten sehr erheblich, und außerdem ist die Gefahr sehr groß, daß das Anodenstrominstrument bei kleinen Unvorsichtigkeiten stark überlastet wird. Deswegen ist es erwünscht, die Kompensation ganz zu vermeiden und auf einem anderen Wege die gewünschte Empfindlichkeit herbeizuführen.

Verschiedentlich ist versucht worden, die Empfindlichkeit von Röhrenvoltmetern durch Vorschaltung eines Verstärkers zu erhöhen[4]. Bei Niederfrequenz ist diese Methode, besonders wenn genügend frequenzunabhängige Vorverstärker benutzt werden, sicherlich oft mit Erfolg anwendbar. Bei Hochfrequenz ist dagegen eine genügende Frequenzunabhängigkeit kaum zu erzielen und anderseits die bestehende Frequenzabhängigkeit meist nicht genügend bekannt, um auf diesem Wege ein genaues und empfindliches Röhrenvoltmeter herzustellen.

Dieser Nachteil wird vermieden, wenn man nicht eine Röhre v o r das eigentliche Meßinstrument setzt, sondern einen Verstärker d a h i n t e r schaltet. Ein Röhrenvoltmeter mit Nachröhre ist wohl erstmalig von R. H. W i l s o n[5] angegeben worden. Wilson wendet eine Gleichstromverstärkung an, indem er die zweite Röhre über einen Ohmschen Widerstand von 400 000 Ω galvanisch ankoppelt und auf diese Weise die Gleichspannungsänderungen, die infolge der Gleichrichterwirkung der ersten Röhre in dem Koppelungswiderstand auftreten, dem Gitter der zweiten Röhre zuführt und die Wirkung davon dann im Anodenkreis der zweiten Röhre beobachtet. Diese reine Widerstandskoppelung ist nicht frequenzunabhängig, da die zum Koppelungswiderstand parallel liegenden Kapazitäten einen frequenzabhängigen Nebenschluß bilden. Außerdem ergibt sich bei dem zuletzt besprochenen Röhrenvoltmeter der Nachteil, daß die an der Anode der ersten Röhre auftretenden Wechselspannungen eine weitere Frequenzabhängigkeit durch ihre Rückwirkungen auf den Gitterkreis bedingen. Durch die Rückwirkung entsteht bekanntlich im besonderen eine dynamische Kapazität, die sich zu der statischen Gitterkapazität hinzuaddiert und die die statische Kapazität meist um ein Mehrfaches übertrifft. Aus diesem Grunde kommen für Hochfrequenzmessungen nur die Röhrenvoltmeter in Frage, bei denen keine Anodenwechselspannungen auftreten und daher nur die statischen Kapazitäten wirksam sind.

A u f b a u d e s R ö h r e n v o l t m e t e r s.

Im folgenden soll ein Röhrenvoltmeter mit geringer Kapazität, das auch ohne Kompensation eine relativ große Empfindlichkeit besitzt und genügend frequenzunabhängig

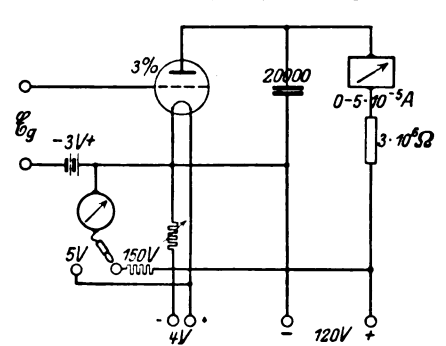


Abb. 1. Schaltung eines einfachen Röhrenvoltmeters.

ist, beschrieben werden. Schon in einer früheren Arbeit[6] wurde vom Verfasser die Anordnung für den Bau eines empfindlichen R ö h r e n v o l t m e t e r s f ü r H o c h f r e q u e n z vorgeschlagen, wo im A n o d e n k r e i s einer R ö h r e m i t k l e i n e m D u r c h g r i f f (etwa 3 %) ein W i d e r s t a n d v o n e i n i g e n M i l l i o n e n O h m liegt, der durch einen K o n d e n s a t o r für die Frequenz des zu messenden Wechselstromes ü b e r b r ü c k t i s t. Die Schaltung eines einfachen Röhrenvoltmeters nach diesem Vorschlage ist in Abb. 1 wiedergegeben. Daß diese

[1] R. A. H e i s i n g, Amerik. Patent 1 232 919 (1915). — H. J. R o u n d, Radio-Rev. Bd. 2. — K. H o h a g e, Helios Bd. 25. — F. T r a u t w e i n, Tel. u. Fernspr. Techn. Bd. 9.

[2] E. B. M o u l l i n, J. Inst. El. Engs. London Bd. 61, Nr. 315. — H. G. M ö l l e r, Z. Fernmeldetechn. Bd. 5. — W. B. M e d l a m u. U. A. O s c h w a l d, Experim. Wireless 1926, Nr. 37 u. 38.

[3] B l e y, Arch. El. Bd. 12, S. 124. — L. B e r g m a n n, Telef. Zg. 1924, Nr. 30.

[4] Siemens & Halske (vgl. F. B a n n e i t z, Taschenbuch d. drahtl. Telegr., S. 654, Verlag Julius Springer). — E. K l o t z, Telef. Zg. 1927, Nr. 45 46.

[5] H. J. v a n d e r B i j l, The Thermionic Vacuum Tube, S. 368. Verlag Mc. Graw. Hill, 1920.

[6] Über Anodengleichrichtung s. Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 29, S. 87.

Anordnung sich selbst bei Verwendung normaler Röhren ($D = 10\%$) durch hohe Empfindlichkeit und einen großen Meßbereich auszeichnet, ist in der Zwischenzeit von E. T. Dickey[7] bestätigt worden. Wenn keine Kompensationseinrichtung angewandt werden soll, so kommt es bei dem Röhrenvoltmeter nach Abb. 1 nicht auf die absolute Größe des durch die gegebene Gitterwechselspannung $\mathfrak{E}_g$ hervorgerufenen Gleichrichtereffektes δI_a an, sondern auf seine relative Größe zu dem Meßbereich des benutzten Instrumentes. Daher ist es notwendig, die Größe der durch die Gitterwechselspannung bedingten Anodenstromänderung im Verhältnis zum Anodenstrom selbst zu untersuchen. Wählt man die Gittervorspannung, wie dies bei dieser Art Gleichrichtung vorteilhaft ist, so, daß der Arbeitspunkt in der Nähe $\frac{1}{3}\, I_{a_{\max}}$ liegt, so kann in guter Annäherung für den Anodenstrom der Ausdruck

$$I_a = \frac{E_A}{3\,R_a}$$

angenommen werden.

Durch Einsetzen ergibt sich hieraus

$$\frac{\delta I_a}{I_a} = \frac{\delta I_a R_a}{E_A/3}.$$

Da die Anodenspannung E_A meist gegeben ist, handelt es sich also bei dem Röhrenvoltmeter Abb. 1, solange genügend empfindliche Instrumente für den Anodenstrom zur Verfügung stehen, darum, von einer gegebenen Gitterwechselspannung E_g eine möglichst große Anodenspannungschwankung $\delta E_a = \delta I_a R_a$ zu erhalten.

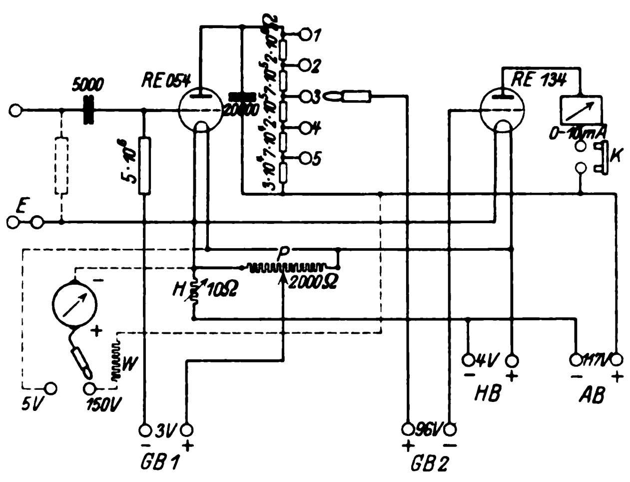


Abb. 2. Schaltung eines besonders empfindlichen Röhrenvoltmeters.

Genau die gleiche Aufgabe besteht bei dem noch wesentlich empfindlicheren Röhrenvoltmeter nach Schaltung Abb. 2, das im folgenden näher besprochen werden soll. Dieses Röhrenvoltmeter unterscheidet sich von dem Röhrenvoltmeter nach Abb. 1 nur dadurch, daß, wie bei dem Röhrenvoltmeter von Wilson, die durch den Gleichrichtereffekt bedingte Änderung der Anodengleichspannung an der Röhre (δE_a) dem Gitter einer zweiten Röhre zugeführt und durch einen im Anodenkreis der zweiten Röhre liegenden Strommesser beobachtet wird. Durch die galvanisch angekoppelte zweite Röhre nimmt, besonders wenn diese Röhre eine große Steilheit besitzt, die Empfindlichkeit des Röhrenvoltmeters erheblich zu. Um auch Wechselspannungen messen zu können, die einer Gleichspannung überlagert sind, ist bei dem Röhrenvoltmeter Abb. 2 in den Gitterkreis ein Kondensator gelegt. Die Gittergleichspannung, die zur Einstellung des gewünschten Arbeitspunktes notwendig ist, wird der ersten Röhre über einen Ohmschen Widerstand von $5 \cdot 10^6\ \Omega$ erteilt, der bei den meisten Hochfrequenzmessungen und bei vielen Niederfrequenzmessungen keine wesentliche Belastung darstellt. Ist es erforderlich, daß das Röhreninstrument einen noch wesentlich höheren inneren Widerstand als $5 \cdot 10^6\ \Omega$ besitzt, so kann die Wechselspannung wie in Abb. 1 auch unmittelbar dem Gitter zugeführt werden. Der innere Widerstand des Voltmeters liegt dann, solange keine Gitterströme fließen (solange die Gitterwechselspannungen bei der angegebenen Gittervorspannung kleiner als etwa $1{,}5 \div 2{,}0$ V bleiben), in der Größenordnung $10^8\ \Omega$. Die Gefahr von Meßfehlern durch infolge schlechten Vakuums der Gleichrichterröhre ... negative Gitterströme ist bei den vorgeschlà ... renvoltmetern sehr klein, weil mit dem Anode ... Gleichrichterröhre auch der eventuell auft ... ative Gitterstrom sehr schwach ist. Die Abm ... von Kondensator und Widerstand im Gitterk. ... ten Röhre sind in Abb. 2 so angegebe ... le Wechselspannungen mit Freque ... r 100 Hz ungeschwächt an das Gitter der Röhı ... werden. Auch der Wert des Kondensators, der kreis parallel zum Ohmschen Koppelungswide. $3 \cdot 10^6\ \Omega$ liegt, ist so angegeben, daß bei allen F. über 100 Hz eine für die Gleichrichtung au starke kapazitive Belastung vorhanden ist. Auße. die Relaxationszeit dieses Systems noch klein gen eine schnelle Einstellung des Strommessers auf den tigen Wert zu erlauben. Damit durch die zweite R. nicht die Gleichstromverhältnisse der ersten Röhre ändert werden, muß ihr Gitter gegenüber ihrem H faden immer eine negative Vorspannung aufweisen. U die notwendigen Betriebspannungen herbeizuführen, muß in den Gitterkreis der zweiten Röhre eine Batterie gelegt werden, die gerade etwas größer ist als die im Arbeitspunkt an der ersten Röhre herrschende Anodenspannung. In Abb. 2 ist der Koppelungswiderstand unterteilt worden, um verschiedene Meßbereiche zu haben. Mit dem Bereich 4 und 5 kann wegen der Grenze, die durch das Einsetzen der Gitterströme in der ersten Stufe gegeben ist, eine einwandfreie Eichkurve nur erhalten werden, wenn noch höhere Anoden- und Gitterspannungen, als in Abb. 2 angegeben, benutzt werden. In diesem Zusammenhang verdient noch besonders darauf hingewiesen zu werden, daß im Gegensatz zu einigen anderen Röhrenvoltmetern die Kapazität der Gitterbatterie für die zweite Röhre und die Kapazität der mit ihr verbundenen Leitungen hier bedeutungslos sind, wie dies aus dem in diesem Röhrenvoltmeter zur Verwendung kommenden Prinzip unmittelbar klar ist.

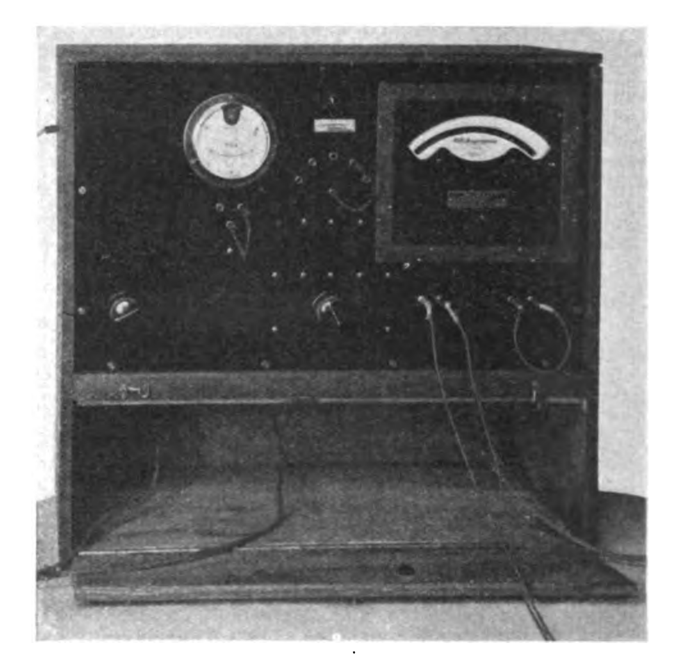


Abb. 3. Vorderansicht des Röhrenvoltmeters Abb. 2.

Nach der Schaltung Abb. 2 wurde ein Röhrenvoltmeter ausgeführt, dessen Vorderansicht in Abb. 3 wiedergegeben und dessen innerer Aufbau aus Abb. 4 zu erkennen ist. Als Gleichrichterröhre diente eine entsockelte Röhre RE 054 von Telefunken. Wie Abb. 4 zeigt, ist die Gitterleitung in möglichst großer Entfernung von den anderen Leitungen verlegt worden. Im Betriebszustand wurde die Kapazität aller mit dem Gitter der Gleichrichterröhre verbundenen Schaltungsteile zu 7,40 cm gegen Erde gemessen[8]. Vor dem Einbau in das Röhrenvoltmeter wurde die Kapazität des Gitters gegen Anode und Heizfaden bei der benutzten Röhre RE 054 zu 4,20 cm festgestellt, so daß demnach durch die Leitungen und Klemmen im Röhrenvoltmeter nur eine zusätzliche Kapazität von

[7] Proc. Inst. Rad. Engs. 1927, Nr. 8.

[8] Mit Hilfe eines Zylinderkondensators nach Th. Wulf und der bekannten Interferenzmethode gemessen.



3,20 cm entsteht. Hiervon entfallen auf den benutzten Loewe-Widerstand mit Kappen nur 0,24 cm und die restliche Kapazität auf die Leitung. Nach diesen Werten könnte die Kapazität des Röhrenvoltmeters noch erheblich durch die Verwendung kapazitätsarmer Röhren verringert werden, doch wird die bei diesem Röhrenvoltmeter vorhandene Kapazität von 7,4 cm für die meisten Hochfrequenzmessungen schon ausreichend klein sein.

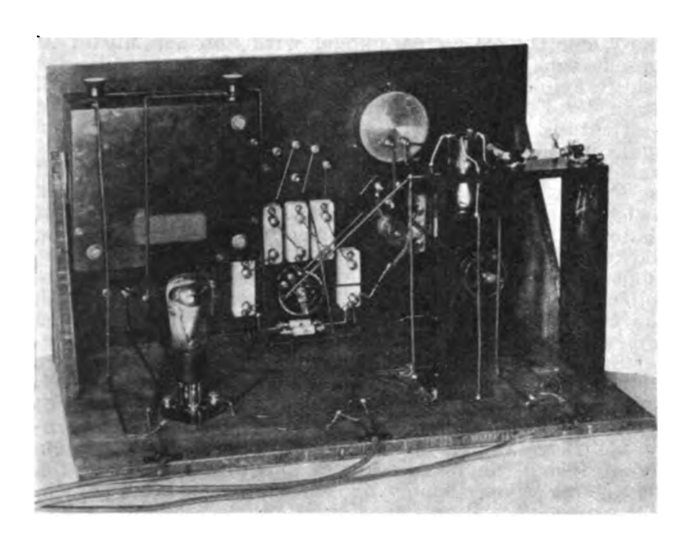
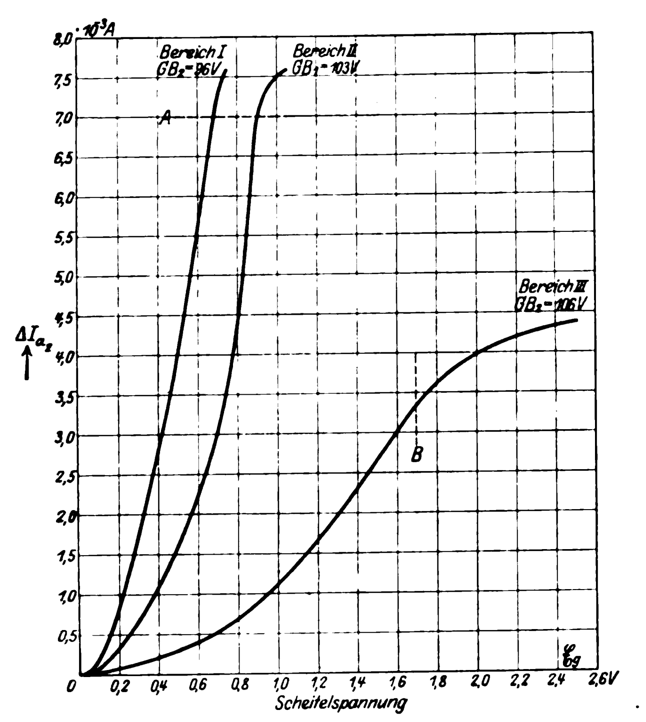


Abb. 4. Innenansicht des Röhrenvoltmeters Abb. 2.

Die Eichkurven des Röhrenvoltmeters, die nach einer schon früher beschriebene Methode[9] aufgenommen wurden, sind in Abb. 5 wiedergegeben. Durch das Potentiometer *P* in Abb. 2 wurde der Arbeitspunkt auf der Cha-



$E_h = 3{,}5$ V $E_a = 117$ V $GB_1 = 3$ V $I_a = 10 \cdot 10^{-3}$ A $C_{sch} = 7{,}40$ cm

Abb. 5. Eichkurven des Röhrenvoltmeters.

rakteristik der ersten Röhre so eingestellt, daß das im Anodenkreis der zweiten Röhre liegende Instrument, dessen Meßbereich 10 mA betrug, gerade seinen größten Ausschlag zeigte. Sobald das Röhrenvoltmeter an eine Wechselspannung gelegt wurde, stellte sich je nach der Größe der Wechselspannung und je nach dem eingeschalteten Meßbereich ein mehr oder weniger kleinerer Stromwert im Anodenkreis der zweiten Röhre ein. Da in dem eingebauten Instrument noch Stromänderungen von 1/50 mA abgelesen werden konnten, war es möglich, mit dem beschriebenen Röhrenvoltmeter noch Wechselspannungen mit dem Scheitelwert 0,03 V zu messen. Auch bei Verwendung der üblichen Anoden-Trockenbatterien war eine vollkommen ausreichende Konstanz der Spannungen und Ströme vorhanden. Eine große Annehmlichkeit bei dem Arbeiten mit diesem Instrument ist, daß bei zu großen Wechselspannungen der Ausschlag des Meßinstrumentes auf Null zurückgeht und daher eine Überlastung kaum möglich ist. Mit Rücksicht auf die Meßgenauigkeit empfiehlt es sich, die Änderungen des Anodenstromes in der zweiten Stufe nie so groß werden zu lassen, daß der Bereich großer Steilheit bei der Endröhre überschritten wird. In Abb. 5 ist die hierdurch gegebene Grenze mit *A* gekennzeichnet. Eine weitere Grenze ergibt sich, wie schon oben erwähnt wurde, durch das Einsetzen der Gitterströme. Diese Grenze ist in Abb. 5 durch *B* angedeutet.

Durch Anwendung einer Kompensation des Anodenstromes der zweiten Röhre (bei *K* in Abb. 2) ist die Möglichkeit gegeben, noch Hochfrequenz-Wechselspannungen mit dem Scheitelwert 0,003 V und weniger zu messen. Die zur Kompensation notwendige Konstanz der Ströme setzt dann allerdings konstantere Stromquellen als Anoden-Trockenbatterien voraus.

Theorie des Röhrenvoltmeters.

Bei jedem der beiden Röhrenvoltmeter kommt es, worauf schon hingewiesen wurde, darauf an, von einer gegebenen Wechselspannung eine möglichst große Änderung der Spannung am Anodenwiderstand bzw. an der ersten Röhre zu erhalten. Durch Anwendung einer schon früher angegebenen allgemeinen Formel[10] für den Gleichrichtereffekt auf den hier vorliegenden Fall ergibt sich nach einfachen Umrechnungen

$$\frac{\delta E_a}{E_g} = \underbrace{\frac{\frac{\partial S}{\partial E_g}}{S}}_{A} \; \frac{\mathfrak{E}_g}{4} \; \underbrace{\frac{1}{D} \; \frac{R_a}{R_a + R_i}}_{B} \,.$$

In diesem Ausdruck gibt S die Steilheit im Arbeitspunkt und $\frac{\partial S}{\partial E_g}$ ihre Ableitung an. Um eine **h o h e E m p f i n d l i c h k e i t** zu erhalten, sollen der in dieser Gleichung mit A gekennzeichnete Quotient, der als **E m p f i n d l i c h k e i t s k o e f f i z i e n t** des Gleichrichters bezeichnet werden kann, und zugleich die durch B gegebene **S p a n n u n g s v e r s t ä r k u n g** für sehr langsame Frequenzen möglichst groß sein. Diese beiden Forderungen sind bei den in Abb. 1 und 2 angegebenen Abmessungen besonders gut erfüllt. Daß die Spannungsverstärkung groß ist, wenn Anodenwiderstände von einigen Millionen Ohm in Verbindung mit Röhren von kleinem Durchgriff benutzt werden, ist wiederholt nachgewiesen worden[11] und darf heute als bekannt angesehen werden. Da gleichzeitig auch der Empfindlichkeitskoeffizient des Gleichrichters, wie vom Verfasser an anderer Stelle[12] nachgewiesen wurde, viel größer sein muß als bei für die Spannungsverstärkung ungünstigen Abmessungen, ist die empirisch festgestellte große Empfindlichkeit auch theoretisch zu erwarten. Bei dem ausführlicher beschriebenen Röhrenvoltmeter mit zwei Röhren ist die Empfindlichkeit noch von der Steilheit der zweiten Röhre (S_2) abhängig, die möglichst groß sein soll. Es ist

$$\frac{\Delta I_{a_2}}{\mathfrak{E}_g} = \frac{\frac{\partial S}{\partial E_g}}{S} \cdot \frac{\mathfrak{E}_g}{4} \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{R_a}{R_a + R_i} \cdot S_2 \,.$$

Mit dem besprochenen Röhrenvoltmeter wurde eine Reihe Hochfrequenzmessungen durchgeführt, über die später berichtet werden soll.

[9] Vgl. Fußnote 6.

[10] M. v. A r d e n n e, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 235.

[11] Vgl. ETZ 1927, S. 36.

[12] Über Anodengleichrichtung II. Jahrb. drahtl. Telegr., Bd. 31, S. 51.

Wickelvorrichtungen für unrunde Spulen aus umsponnenen Drähten.

Von Dr.-Ing. G. **Oehler,** Dresden.

Übersicht. **Es wird die Arbeitsweise einer neuen Vorrichtung für die Wicklung unrunder Spulen unter Zwischenschaltung von Geschwindigkeitsausgleichrollen beschrieben. Ein graphisches Verfahren zur Ermittelung ihrer zweckmäßigen Abmessungen wird am Schlusse gegeben.**

Für die Herstellung der Spulen sind in letzter Zeit eine größere Anzahl neuer Sondermaschinen bekannt geworden. Diese Maschinen sind jedoch fast sämtlich ausschließlich für runde Spulen bestimmt. Ihr Haupterfordernis besteht darin, daß sämtliche bewegten Teile so ausbalanciert sind, daß im Betriebe Erschütterungen und Stöße vor allen Dingen der hin- und hergehenden Teile vollkommen vermieden werden. Es handelt sich also in der Hauptsache hier lediglich um eine Präzisionsfrage. Nur durch Beachtung dieses Gesichtspunktes ist es möglich, den Wickelspindeln derartiger Maschinen bei einer Drahtstärke von 0,07 bis 0,14 mm eine minutliche Umdrehungszahl von 3000 zuzumuten.

Ganz anders verhält es sich bei unrunden Spulen, da die Aufwickelgeschwindigkeit des Drahtes eine periodisch wechselnde ist. Wird vom runden Wickel direkt auf die unrunde Spule gewickelt, so muß die Drehzahl der Wickelspindel bis auf etwa 10 % gegenüber der Wickelspindeldrehzahl bei runden Spulen gemindert werden. Man wird außerdem den Draht durch eine Schleifführung, die zwischen Wickel und Spule angeordnet ist, durchführen, damit durch den periodischen Wechsel der Aufwickelgeschwindigkeit der Draht nicht schneller und in größerer Länge vom Wickel läuft, als er unbedingt gebraucht wird. Dasselbe kann durch andere Konstruktionen erzielt werden, die den Draht durch irgendwelche Bremsvorrichtungen am Wickel schwach gespannt halten. Die Hauptursache, weshalb man die Wickelspindel bei unrunden Spulen viel langsamer laufen lassen muß als bei runden, ist kurz zusammengefaßt die, daß infolge des periodischen Wechsels der Drahtgeschwindigkeit einmal der Draht dadurch selbst höher beansprucht wird, anderseits dem Draht durch die ihm in diesem Falle notwendig zu gebenden Spannungen eine weitere Zusatzbeanspruchung erteilt wird, so daß derselbe deshalb keine allzu hohe Geschwindigkeit mehr verträgt.

Aus diesem Grunde erscheint der Versuch reizvoll, durch irgendwelche Vorrichtungen diesen periodischen Geschwindigkeitswechsel des auf die unrunde Spule auflaufenden Drahtes zu vermeiden oder auf ein so geringes Maß einzuschränken, daß die Drehzahl der Wickelspindel eine bedeutend höhere wird als bisher, wenn sie auch die Drehzahl, wie sie die runde Spulenform gestattet, niemals erreichen wird. Es erscheint deshalb zweckmäßig, diesen Drahtgeschwindigkeitswechsel vom Abwickler nicht direkt auf die Wickelspindel in voller Größe zu übertragen, sondern denselben abzustufen durch Zwischenschaltung von Zwischenrollen. Diese Zwischenrollen müssen zwangsläufig mit der Wickelspindel in ihrem Antriebe verbunden sein, so daß entsprechende Punkte auf ihnen ihr in jeder Stellung zugeordnet bleiben.

In Abb. 1 ist eine derartige Vorrichtung im Schema dargestellt. Vom Abwickler *A* läuft der Draht gemäß der strichpunktierten Linie durch die Führung *E* auf die Zwischenrolle *B*. Nach einer Umschlingung wird er durch zwei weitere feststehende Führungsösen *E* geführt und gelangt so zu der nächsten Zwischenrolle *C*. Nachdem er um diese wiederum durch eine Umschlingung herumgeführt ist, wird er durch zwei weitere feststehende Führungsösen *E* zur Wickelspindel mit der aufgesetzten Spule *D* bewegt. Die Wickelspindel selbst wird mittels der Bewegungspindel *P* in ihrem gabelförmigen Haltebock *Q* hin- und hergeschoben. Nach jedem Rücklauf schlägt der Anschlag *F* des Gabelbockes *Q* gegen das Hebelgetriebe *G*, was die Verdrehung des Sperrades *J* mittels der Sperrklinke *H* um einen Zahn bewirkt. Durch ein Schraubenräder- oder Kegelräderpaar *K* wird hierdurch gleichzeitig mit der Drehung von *J* die Gewindespindel *L* gedreht. Der Gewindeteil der Gewindespindel wird von der Mutter *M* umschlossen, die auf dem Schlitten *N* befestigt ist. Dieser Schlitten, in dem die Zwischenrollen *B* und *C* gelagert sind, ist in der Führung *O* verschieblich angeordnet. Letztere Einrichtung ist deswegen nötig, weil beim Wickeln der Spule dieselbe nach und nach stärker wird. Wenn beispielsweise der Draht vom Abwickler auf die Zwischenrolle *B* im Punkte *1* aufläuft, so muß dieselbe Stelle auf der Zwischenrolle *C* in Punkt *2* und auf der aufgewickelten Spule in Punkt *3* zu liegen kommen. Würde nun die Spule stärker sein, wären die Zwischenrollen *C* und *B* nicht konisch ausgeführt und würde die Lagerung der Zwischenrollen nicht in einem verschieblichen Schlitten, der durch das Hebel- und Sperrgetriebe getätigt wird, vorgesehen sein, so würde beim weiteren Wickeln bei stärker werdender Spule die Stelle *1* bzw. *2* des Drahtes nicht mehr über Stelle *3*, sondern in Punkt *4* zu liegen kommen. Hierdurch wäre natürlich der ganze Vorteil der Zwischenrollen nicht nur aufgehoben, sondern es würde noch eine viel ungünstigere Wirkung erzielt werden, als ohne diese Einrichtungen. Aus diesem Grunde erscheint es außerordentlich wichtig, die hier zu verwendenden Zwischenrollen in ihrer Dimension vorher genau zu bestimmen. Diesem Zwecke dienen die in Abb. 2 und 3 gegebenen Ermittelungen der Abmessungen für die Zwischenrollen.

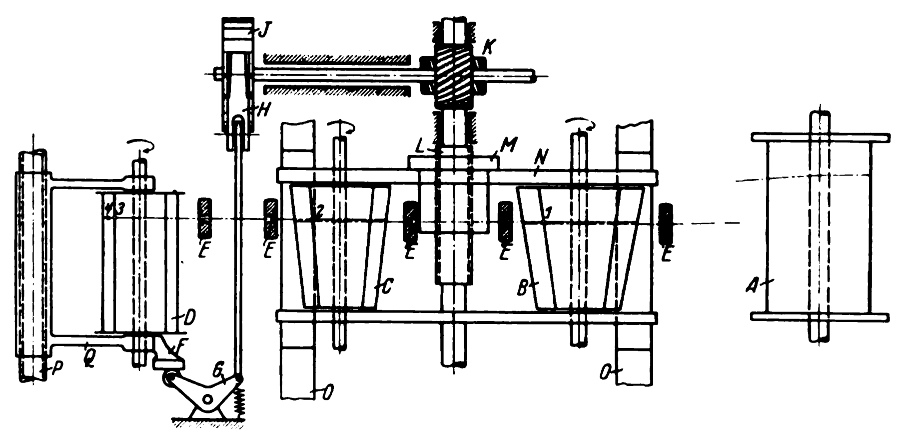


Abb. 1. Schematische Darstellung einer Wickelvorrichtung für unrunde Spulen mit zwei Abstufungs-Zwischenrollen.

In Abb. 2 sieht man rechts untereinander drei Spulenprofile I—III. Profil I ist quadratisch mit einer Seitenlänge von 36 mm. Die Auflaufgeschwindigkeiten des Drahtes an den verschiedenen Stellen des Umfanges von x zu x sind in der links oben gezeichneten Kurve durch die ausgezogene Schaulinie gekennzeichnet. Ermittelt man nun den Durchmesser des Kreises, dessen Umfang gleich dem Umfange der unrunden, profilierten Spule ist, und trägt man diesen Kreis und die ihm entsprechende gleichgroße Geschwindigkeit in das Diagramm ein, so bildet dieses Maß den anderen Grenzwert für die Abstufungen. Man wird also zwischen diesem Kreis und dem endgültigen Spulenprofil in gleichen Abständen voneinander soviel Abstufungskurven eintragen, wie man Abstufungs-Zwischenrollen (in diesem Falle 2) anordnen will. Von den beiden Rollen ist die Ausgleichrolle *1*, die in Abb. 1 der Rolle *C* entsprechen dürfte, sowohl im Profil als auch im Diagramm durch die gestrichelte Kurve, die Ausgleichrolle *2*, die in Abb. 1 der Ausgleichrolle *B* entspricht, durch die strichpunktierte Linie gekennzeichnet. Es ist sehr wichtig, darauf zu achten, daß unter allen Umständen für jede in Frage kommende Stellung die augenblicklichen Umfangslängen der Zwischenrollen und der zu wickelnden Spule einander unbedingt gleich sind. Der Umfang des Abwicklers spielt selbstverständlich hier gar keine Rolle. Ebenso ist es wichtig, daß die Ausgleichrollen untereinander und mit der zu wickelnden Spule unbedingt synchron laufen, was durch eine zwangsläufige Verbindung untereinander bedingt sein muß. In den anderen Bildern der Abb. 2 sieht man zwei weitere schraffierte Spulenprofile. Auch hier sind in jedem

Falle zwei Abstufungszwischenrollen vorgesehen. Auffallend ist besonders, daß die schmale rechtwinklige Form einen periodischen Geschwindigkeitswechsel zeigt, der über 200 % liegt. In solchen Fällen müßten derartige Vorrichtungen mit noch mehr Abstufungsrollen deshalb besonders vorteilhaft und zeitsparend sein.

In Abb. 3 sieht man schließlich diese Verhältnisse theoretisch nochmals in einer anderen Form dargestellt, die

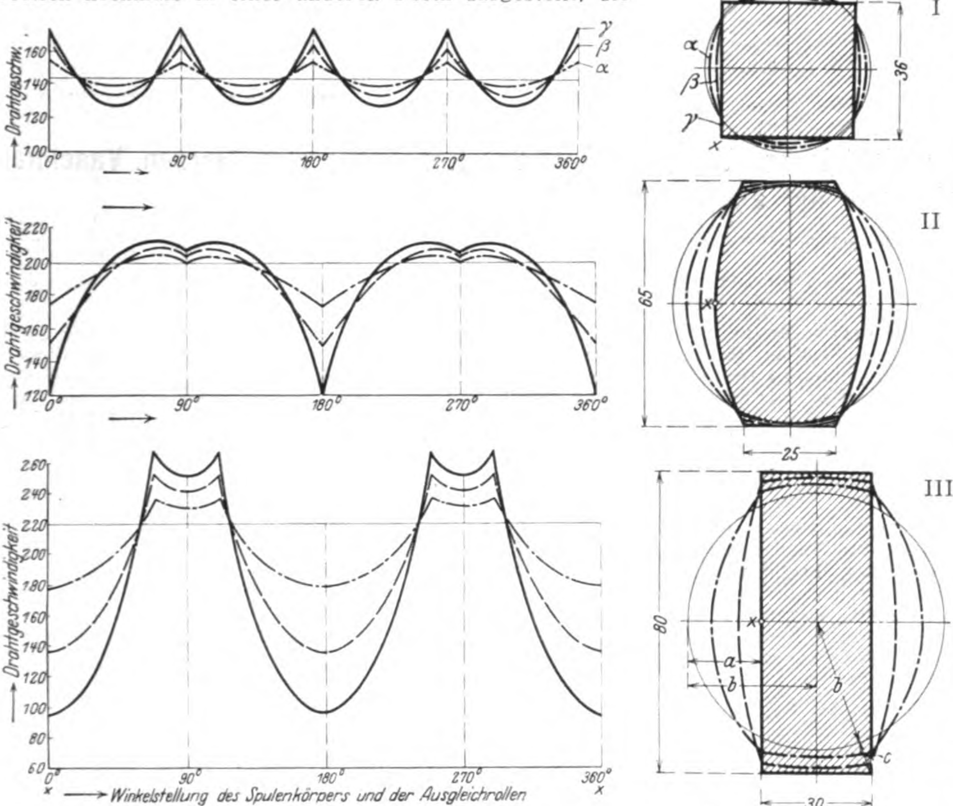


Abb. 2. Die Drahtgeschwindigkeiten an den Zwischenrollen (α und β) und an der Spule (γ) in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Winkelstellung.

jedoch für die Konstruktion und Bemessung derartiger Zwischenrollen außerordentlich wichtig ist. Dem in Abb. 3 abgeleiteten prozentualen Geschwindigkeitsverhältnis liegen die Werte der drei Profile der Abb. 2 zugrunde. Nachdem beispielsweise für Profil III der Durchmesser des Kreises gleichen Umfangs festgestellt wurde, wurde das Verhältnis $a : b$ ermittelt (s. Abb. 2 rechts unten) und im Diagramm der Abb. 3 links aufgetragen. Daraufhin wurde auf der Abszisse der beliebige Punkt O angenommen und seine Entfernung L von der Ordinate in $n + 1$ Teile geteilt, wobei unter n die Anzahl der vorgesehenen Ausgleichrollen verstanden werden soll. In diesem Falle bekommen wir also hier im Abstand von $\frac{1}{3}$ L die vertikalen Kennlinien für die Ausgleichrolle *1* und die Ausgleichrolle *2*. Verbindet man den Wert von a/b der Ordinatenachse mit dem Punkte O, so schneidet diese Verbindungslinie die der dem Punkte O zunächst gelegenen Ausgleichrolle *2* entsprechende Ordinate. Während der Wert a/b das Minimalverhältnis der Drahtgeschwindigkeit kennzeichnet, stellt das Verhältnis c/b das Maximalverhältnis dar, d. h. das Verhältnis der maximalen Abweichung der Spule vom Kreise gleichen Umfanges zu dessen Radius. Die prozentualen Abweichungen der Drahtgeschwindigkeit des Minimums sind in Abb. 1 durch die ausgezogenen, die des Maximums durch die gestrichelten Linien gekennzeichnet.

In gleicher Weise, wie dies durch das Verhältnis a/b und c/b für Profil III hier gezeigt wurde, wurde dies in Abb. 3 auch für die anderen Profile I und II durchgeführt. Für die Bemessung der Abstufungen sind jedoch nicht die Werte an der Ordinatenachse, also an der Spulenlinie wichtig. Wertvoller sind die Schnittpunkte der schrägen Verbindungslinien von den Verhältniswerten (Spule) zu Punkt O mit der Ordinate, die der dem Punkte O am nächsten liegenden Ausgleichrolle zugeordnet ist. In diesem Falle ist diese die der Ausgleichrolle *2* zugeordnete Ordinate. Zieht man durch diese in Abb. 3 durch kleine Kreise gekennzeichneten Schnittpunkte entsprechende horizontale Linien, so geben diese das feste Abstufungsverhältnis an, was die prozentuale Abweichung der Drahtgeschwindigkeit, bezogen auf die Geschwindigkeit der jeweilig vorhergehenden Rolle, darstellt. Dies ist für die Bemessung der Ausgleichrollen ausschlaggebend. (Daß die Kennlinien für die Abweichung des Maximums bei Profil I und III gemäß der Darstellung in Abb. 3 zusammenfallen, ist Zufall.)

Wenn nach den hier gegebenen Gesichtspunkten die Ausgleichrollen konstruiert werden und ihre Konizität aus der jeweiligen Spulenstärke unter Berücksichtigung des jeweiligen Schlittenvorschubs richtig berechnet wird, so wird durch derartige Vorrichtungen die Wickelgeschwindigkeit erheblich erhöht, was eine nicht zu unterschätzende Ersparnis an Arbeitszeit bedeutet. Spulen nicht umsponnenen sondern emaillierten Drahtes können in einer derartigen Vorrichtung nicht gewickelt werden, da infolge des häufigen, wiederholten Biegens der Isolationslack abspringen würde. Auch im anderen Falle ist zuvor zu untersuchen, ob der Draht ein häufiges, periodisches Umbiegen verträgt, was am besten durch die Hin- und Her-Biegeprobe für Drähte festgestellt werden kann. Für die meisten für die Spulenwickelung in Frage kommenden Drahtstärken dürfte die Vorbeanspruchung durch das Umschlingen der Ausgleichrollen nicht allzu groß sein, der Draht kann sie

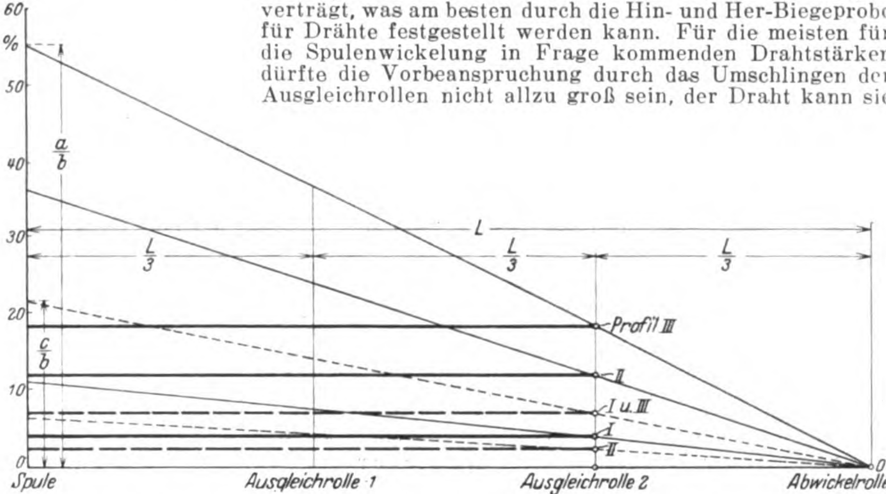


Abb. 3. Prozentuale Abweichung der Drahtgeschwindigkeit

des Maximums, des Minimums } bezogen auf die Geschwindigkeit an der Abwickelrolle,

des Maximums, des Minimums } bezogen auf die Geschwindigkeit der vorhergehenden Rolle,

an den verschiedenen Stellen der Vorrichtung.

in der Regel gut vertragen. Nur bei besonders starken Drähten würde man sich auf eine andere Weise behelfen müssen. In diesem Falle empfiehlt es sich, den Draht nicht um die Ausgleichrolle zu schlingen, sondern ihn zwischen

einer örtlich feststehenden, aber drehbaren runden Reibscheibe und einer gegen diese mittels Federdruck anzupressenden Ausgleichrolle, deren Lager vertikal geführt sind, und deren Abmessungen in gleicher Weise wie die beschriebenen ermittelt werden, durchzuführen. Diese Konstruktion ist allerdings erheblich teurer, da außer dieser Vertikalbewegung der Ausgleichrollen ihre konische Form, ihr Schlittentransport mit dem Klinkentrieb und der zur Erzielung eines zur Spule synchronen Laufes nötige Antrieb in diesem Falle besonders schwierig werden.

Wenn auch die hier gegebene Ableitung stark theoretisch erscheinen dürfte, so liegt doch der Hauptwert und die Gewähr für sicheres Arbeiten nur in einer sorgfältigen Abstufung, deren Ermittelung sich auf graphischem Wege bequemer und übersichtlicher als durch Aufstellung schwieriger mathematischer Formeln durchführen läßt.

Beitrag zur Messung des dielektrischen Verlustwinkels von Kabelisolierölen, Harzen, Vaselinen, Petrolaten und der aus ihnen zusammengesetzten Massen.

(Aus dem Hochspannungslaboratorium der Süddeutschen Kabelwerke, Mannheim.)

Von Dipl.-Ing. **Paul Wiegand**, Mannheim.

Übersicht. Es wird zunächst eine Meßanordnung für die Masseuntersuchungen beschrieben, anschließend an Hand von Kurven auf die Verlustwinkel der untersuchten Stoffe in Abhängigkeit sowohl von der Feldstärke (E_{eff}) als auch von der Temperatur eingegangen. Die chemischen Eigenschaften werden nicht näher erläutert. Am Schluß wird ein Apparat zur Messung des Verlustwinkels von Kabeltränkmassen bei sehr hohen Feldstärken erklärt.

Nachdem bei der Fabrikation von Höchstspannungskabeln den dielektrischen Verlusten eine immer größere Beachtung geschenkt wurde, ist man, während noch bis vor wenigen Jahren hauptsächlich Wert auf die Höhe der Durchschlagfestigkeiten gelegt wurde, allgemein dazu

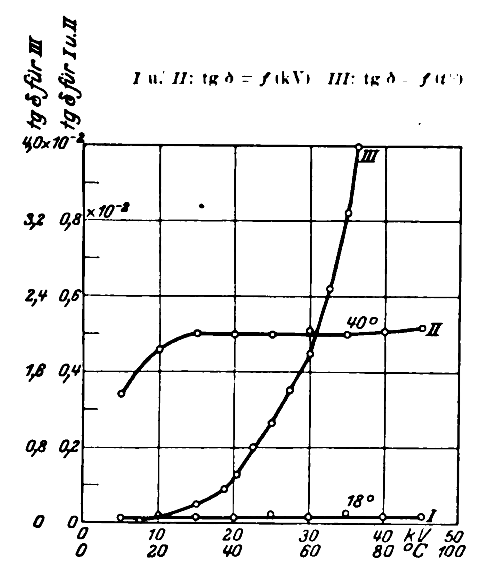


Abb. 1. Gelbes Petrolatum, Durchschlagfestigkeit 25 kV/mm.

übergegangen, sich eingehend auch mit den Verlusten der zum Tränken verwendeten Massen zu beschäftigen[1]. In diesem Aufsatz soll kurz auf solche im Laboratorium der Süddeutschen Kabelwerke gemachten Untersuchungen an Ölen, Harzen, Petrolaten, Vaselinen und den aus ihnen zusammengesetzten Tränkmassen eingegangen werden. Die Messungen wurden nach der Scheringschen Brückenmethode vorgenommen[2]. Als Vergleichskondensator diente ein verlustfreier Luftkondensator nach Petersen von einer Kapazität von 52 cm, der zur Vermeidung störender fremder Felder sowohl nach der Brücke als auch nach den Seiten hin abgeschirmt war. Vor allen im folgenden beschriebenen Messungen wurde der Kondensator sorgfältig von Staub und Feuchtigkeit befreit. Außerdem wurden als Vergleichskondensatoren Minosflaschen von Schott u. Gen., Jena, verwendet[3]. Als Nullinstrument stand ein Vibrationsgalvanometer von Hartmann & Braun für 50 Hz zur Verfügung. Vor dem Schaukasten war zum Zweck der Vergrößerung des Lichtstreifens und der damit verbundenen größeren Genauigkeit der Ablesung eine Lupe angebracht, die dem Lichtband eine etwa fünffache Vergrößerung erteilte. Die Spannungen wurden an der Se-

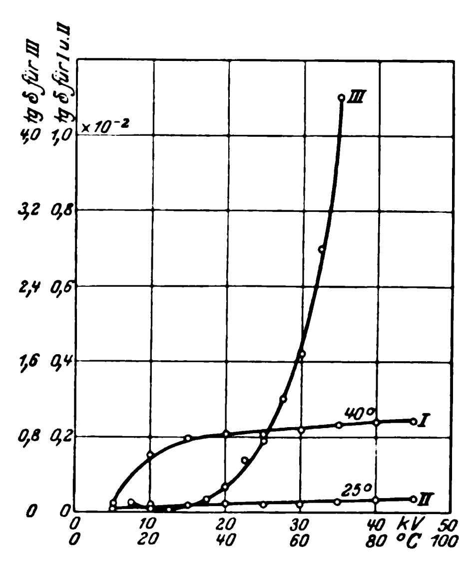


Abb. 2. Braunes Petrolatum, Durchschlagfestigkeit 25 kV/mm.

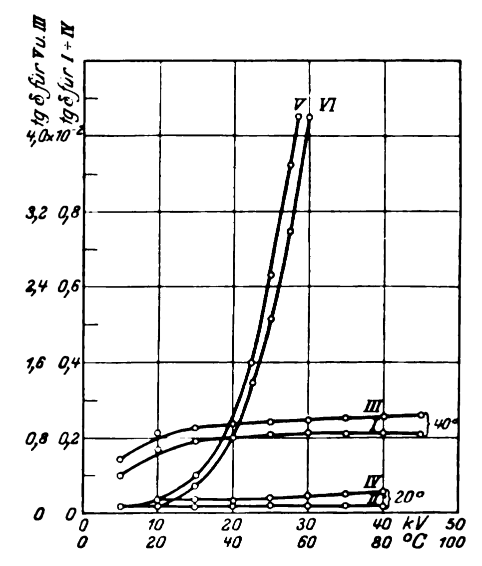


Abb. 3. Gelbe Vaseline, Durchschlagfestigkeit 11,5 kV/mm.

[1] U. a. s. Birnbaum, Dielektrische Verluste von Kabeltränkmassen. ETZ 1924, S. 229.
[2] Schering, Arch. El. Bd. 9, S. 30; Z. Instrumentenk. Bd. 41, S. 139; Isolierstoffe der Elektrotechnik, Verlag Julius Springer, S. 300 u. 371. Möllinger, Arch. El. Bd. 18, S. 450.
[3] Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 18, S. 82.

kundärseite eines 100 kV-Transformators an elektrostatischen Hochspannungsvoltmetern von H & B abgelesen. Alle Niederspannung führenden Teile waren metallisch gut abgeschirmt, um Störungen kapazitiver Art auszuschalten. Als Verlustmeßapparat diente ein Prüfkondensator von Kluge, Berlin. Die Temperatur wurde mit Hilfe eines Thermoelementes, dessen zweite Lötstelle in Eis getaucht war, und eines Millivoltmeters von S & H gemessen. Die Massen wurden unter vermindertem Druck bei einer Temperatur von 140° gekocht und bei einer Temperatur von 80° in den vorher sorgfältig gereinigten und mit einem Föhnapparat getrockneten Prüfkondensator eingefüllt, wobei darauf geachtet wurde, daß Luftblasen nicht auftraten. Danach wurde die Meßreihe aufgenommen, und

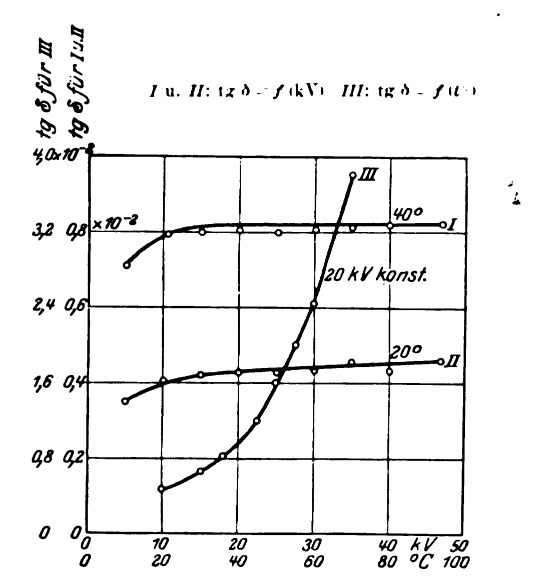


Abb. 4. Kabelisolieröl, Durchschlagfestigkeit 17 kV/mm.

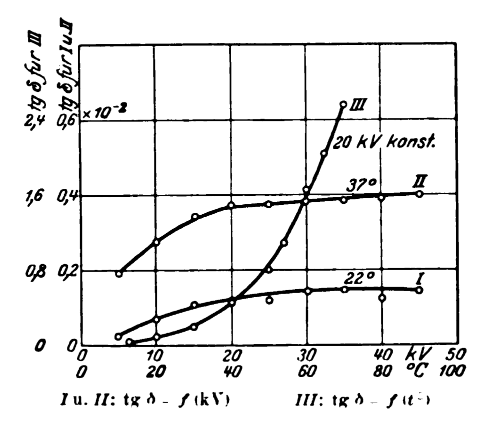


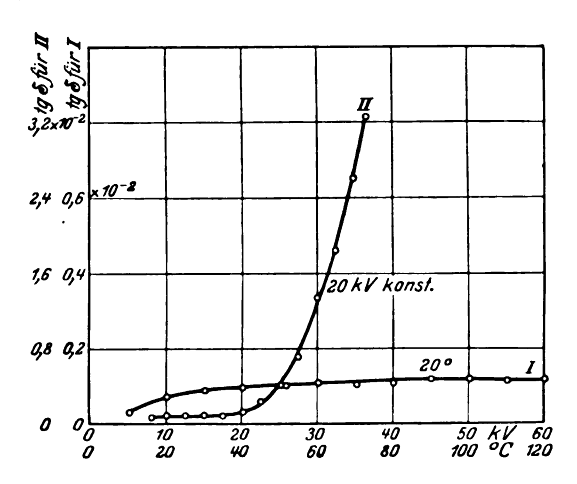
Abb. 5. Kabelisolieröl, Durchschlagfestigkeit 30,5 kV/mm.

zwar bei einer konstant gehaltenen Spannung von 20 kV (E_{eff} = 12 kV/mm) in Stufen von 5° abwärts [$\operatorname{tg} \delta = f(t^\circ)$]. Bei 40° wurde dann $\operatorname{tg} \delta = f$ (kV) aufgenommen. Es wurde die Temperatur von 40° für die Aufnahme der Meßreihe gewählt, weil die Masse, wenn sie sich im Kabel befindet und das Kabel belastet ist, eine Temperatur von 40° erreichen kann. Die nächste Messung $\operatorname{tg} \delta = f$(kV) wurde dann bei 20° bzw. Zimmertemperatur ausgeführt. Die Spannungen wurden in Stufen von 5 kV bis 45 kV (27 kV/mm) aufwärts gesteigert. Besonders bei feuchtem Wetter traten im Klugeschen Apparat an der Oberfläche der zu untersuchenden Massen schon bei 30 kV (E_{eff} = 18 kV/mm) erhebliche Sprüherscheinungen auf, die, wenn sie auch keinen Einfluß auf die Höhe des Verlustwinkels ausübten, das Messen doch sehr erschwerten. Um diese störenden Einwirkungen zu unterdrücken, wurde ein Apparat konstruiert, auf den am Schluß noch näher eingegangen werden soll.

Die Abb. 1 ÷ 8 geben einige Kurven von Ölen und Massen wieder, die für den Kabelfachmann von einigem Interesse sein dürften. Die Abb. 1 und 2 zeigen die Verlustwinkel von gelben und braunen Petrolaten. Die Kurven zeigen, daß bei niedriger Temperatur der Verlustwinkel ein sehr günstiger ist, aber mit zunehmender Erwärmung des Petrolatums schnell zunimmt. Diese starke Abhängigkeit des Verlustwinkels von der Temperatur ist ein großer Nachteil. Die Durchschlagfestigkeiten liegen bei etwa 25 kV/mm und wurden in Durchschlagapparaten mit Kugelkalotten von S & H gemessen.

Weiterhin ist versucht worden, in den Massen einen hohen Prozentsatz von Vaseline zu verwenden, da auch Vaseline die Tränkmassen sehr geschmeidig macht und bei nicht zu langer Kochzeit sehr gute dielektrische Eigenschaften aufweist. Aber auch bei Vaseline ist die Gefahr thermischer Ermüdung sehr groß; sie verträgt noch weniger als Petrolatum eine lange Kochzeit. Man ersieht aus den Kurven der Abb. 3, daß schon eine verhältnismäßig kurze Kochzeit von 48 h ungünstig auf den Verlustwinkel einwirkt.

Der wesentlichste Bestandteil der in den meisten Kabelfabriken verwendeten Tränkmassen ist Kabelisolieröl. Es ist für den Kabelfachmann daher von großer Wichtigkeit, vor neuem Ansetzen der Masse besonders die Öle einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen, da sie sowohl in ihren chemischen als auch in ihren elektrischen Eigenschaften in weitem Maße variieren. Die für die Zusammensetzung der Massen zu verwendenden Öle sollen zunächst folgende äußerlich festzustellende Eigenschaften haben: sie müssen eine möglichst helle Farbe aufweisen, weil der größte Teil der Kabelabnehmer Wert auf hell aussehende Kabel legt: sie dürfen nicht zu dünnflüssig sein, da man sonst einen zu hohen Prozentsatz des im Verhältnis zum Öl teuren Harzes zusetzen müßte, um der Masse die erforderliche Zähigkeit zu verschaffen. Diese Zähigkeit ist nötig, damit in dem erwärmten Kabel die Tränkmasse sich nicht an tiefer liegenden Stellen sammelt, während an den höher liegenden keine Masse mehr vorhanden ist und dadurch Hohlräume im Kabel entstehen. Ferner sind es die elektrischen Eigenschaften, die vor allen Dingen für die Verwendung des Öles maßgebend sind, nämlich die Durchschlagfestigkeit und die dielektri-



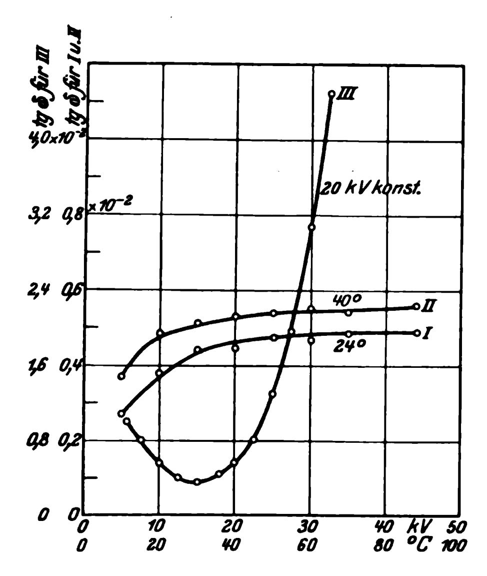
I: tg δ = f (kV), Messung im Apparat der SKW
II: tg δ = f (t°)

Abb. 6. Helles Harz.

schen Verluste. Diese letzteren Eigenschaften müssen noch gut sein nach langem und mehrmaligem Kochen und dürfen auch bei höheren Temperaturen nur wenig von ihrer Güte einbüßen. In den Abb. 4 und 5 sind zwei Beispiele für Öle gegeben. Schließlich zeigt Abb. 6 den Verlustwinkel von hellem Harz. Die Untersuchung mit dem Apparat von Kluge ist in diesem Falle sehr schwierig, weil sich bei niedriger Temperatur im Harze infolge seiner Sprödigkeit Risse zeigen und ein genaues Messen unmöglich ist. Man hat in hohem Maße mit sehr frühen Durchschlägen zu rechnen. Die Messung mit dem Prüfkondensator der Süddeutschen Kabelwerke Mannheim ergibt einwandfreie Meßergebnisse aus Gründen, die später noch angeführt werden.

Nach den Untersuchungen der einzelnen Stoffe wurden nun Massen zusammengesetzt, die zum Tränken der Kabel am geeignetsten erschienen. Die Abb. 7 und 8 zeigen zusammen mit den angegebenen Durchschlagfestigkeiten die dielektrischen Verlustwinkel zweier an Güte sehr verschiedener Massen. Die Tränkmasse der Abb. 8 wird in den Süddeutschen Kabelwerken ausschließlich verwendet, und es sind mit ihr die besten Erfahrungen gemacht worden.

Es sei nun noch eine Beschreibung des in den Süddeutschen Kabelwerken hergestellten Prüfkondensators gegeben (Abb. 9). Es kam darauf an, einen Apparat zu bauen, der gestattet, geringe Mengen (1 ÷ 2 kg) Öl, Harz usw. bei sehr hohen Feldstärken auf dielektrische Verluste zu untersuchen. Der bisher verwendete Apparat von Kluge erlaubt Messungen bis 50 kV ($E_{eff} = 30$ kV), jedoch treten schon von 35 kV an Sprühungen an der Oberfläche der zu untersuchenden Stoffe auf, die das Messen sehr erschweren. Um bei Spannungen von 50 kV und darüber noch einwandfrei messen zu können, wäre ein Klugescher Verlustmeßapparat mit sehr weitem Trichter nötig, und sehr viel Harz, Öl usw. müßten aufgewendet werden. Da von den Öllieferanten im allgemeinen nur Proben von 1÷2 kg geliefert werden, ist leicht verständlich, daß ein solcher Apparat für die Untersuchung der dielektrischen Verluste bei hohen Feldstärken nicht in Frage kommt. Mit dem vorliegenden Apparat ist man in der Lage, geringe Mengen Masse bis zu sehr hohen Feldstärken (weit über 60 kV/mm hinaus) zu prüfen, dadurch, daß man die Masse unter Druck mißt. Zur Vermeidung von Sprüherscheinungen an den Außenteilen des Apparates ist es natürlich erforderlich, den ganzen Apparat in ein Ölbad zu hängen. Der Verlustwinkel wird, wie durch eine ganze Reihe von Versuchen festgestellt worden ist, durch den Druck nicht beeinflußt. Die Durchschlagfestigkeit dagegen steigt bekanntlich mit wachsendem Druck sehr stark an. Mit den bisher vorliegenden Apparaten ist man ferner nicht in der Lage gewesen, einwandfrei zähe, in erkaltendem Zustande spröde Massen, z. B. Harz, zu messen, weil beim Erkalten der Masse im Apparat infolge Schwundes und Festhaftens an den Wandungen Spannungen in der Masse auftreten, die zu Rissen führen; die Folge dieser Risse sind frühe Durchschläge. Diese Schwierigkeit ist beim vorliegenden Apparat dadurch behoben worden, daß man die mit einer Temperatur von etwa 80° eingefüllte Masse unter Druck erkalten ließ und dadurch die Bildung von Rissen verhinderte. Man erkennt also aus dem oben Gesagten die bedeutenden Vorteile des neuen Apparates.



I u. *II*: tg δ = *f*(kV) *III*: tg δ = *f*(t°)

Abb. 7. Kabeltränkmasse, Durchschlagfestigkeit 20,5 kV/mm.

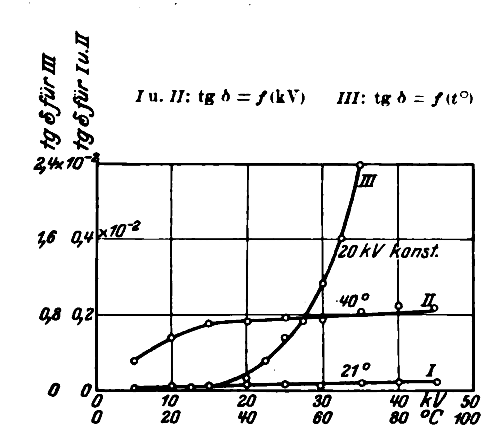
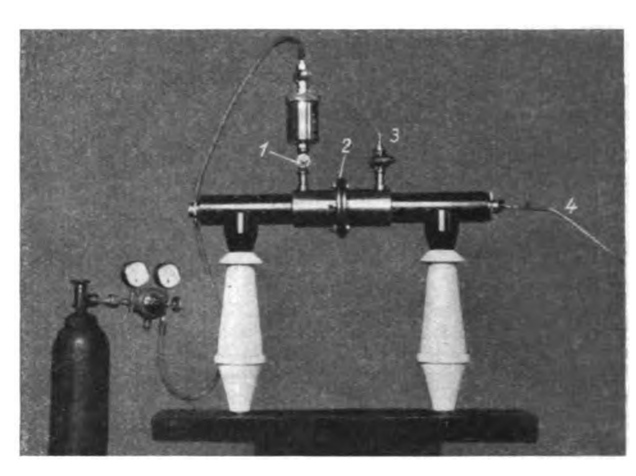


Abb. 8. Kabeltränkmasse, Durchschlagfestigkeit 32,8 kV/mm.



1 Einlaßhahn 2 Hochspannung 3 Auslaßhahn 4 zur Brücke

Abb. 9. Verlustmeßapparat der Süddeutschen Kabelwerke, Mannheim

---

Das Problem des Gütertransports in straßenlosen Ländern.

Auf einer Versammlung der Ingenieur- und Wirtschafts-Abteilungen der „British Association" in Southampton wurde das Problem der straßenlosen Transporte eingehend behandelt. Der Berichterstatter Philip Johnson empfiehlt den britischen Fabrikanten, sich der Herstellung hierfür geeigneter Fahrzeuge zu widmen; denn die energische Entwicklung dieser neuen Industrie wird schnelles Ansteigen der Wohlfahrt und des Gewerbes der straßenlosen Länder, welche die „British Commonwealth of Nations" bilden, zur Folge haben und dem Heimatlande lohnende Beschäftigung bringen. Zwischen den aus Trägern und Lasttieren bestehenden Transportmitteln und den Eisenbahnen oder schiffbaren Flüssen klafft eine Lücke an Fahrzeugen, die Lasten von 1 bis 200 oder 300 t aufnehmen können. Bis zu 1 t Nutzlast sind Kraftwagen mit Pneumatikbereifung verwendbar; über 1 t hinaus müssen aber „Roadless vehicles" benutzt werden. Als solche kommen nach Ansicht des Berichterstatters nur sogenannte Raupenschlepper in Frage, von denen einige ausführlich beschrieben wurden. Der Sentinel-Raupenschlepper entwickelt 6 t am Zughaken und kann 20 t Nutzlast schleppen. Es stehe aber nichts im Wege, auch Fahrzeuge für 100 t Nutzlast herzustellen, wenn nur die Laufketten genügend lang und breit gemacht werden, so daß die spezifische Bodenpressung 1,75 kg/cm² nicht übersteigt. Man kann diesen Angaben insoweit vorbehaltlos zustimmen, als die wirtschaftlichen Erwägungen über den Bedarf an Fahrzeugen für straßenlose Länder in Betracht kommen. Die technischen Lösungsmöglichkeiten des Problems sind indessen allzu einseitig aufgefaßt. Raupenschlepper haben gegenüber Räderfahrzeugen immer den Nachteil geringer Fahrgeschwindigkeit und hohen Brennstoffverbrauchs[1]; auch sind sie — abgesehen von Kriegskonstruktionen, von denen keine Wirtschaftlichkeit verlangt wurde — noch niemals für große Tragfähigkeiten gebaut worden. Dagegen wurde mit der Durchquerung der australischen Staaten Victoria und Neusüdwales mit einem 1913 in Deutschland hergestellten Automobilzuge von 60 t Tragkraft der Nachweis erbracht, daß in der elektrischen Kraftübertragung auf alle Räder eines Wagenzuges ein durchaus brauchbares Mittel zur Lösung des Problems der Gütertransporte in straßenlosen Ländern gegeben ist. (P. Johnson, Engg. Bd. 120, S. 337.) *W. A. Th. M.*

[1] Vgl. Gabriel Becker, Motorschlepper. M. Krayn's Verlag 1926.



Der „Edel-SKA-Motor".

Von **L. Schüler**, Berlin.

Die Firma Heemaf zeigte auf der diesjährigen Leipziger Messe einen Doppelkäfig-Motor, dem sie den schönen Namen „Edel-SKA-Motor" gegeben hat. Der hierüber ausgegebene Prospekt enthält einige Angaben, denen an dieser Stelle widersprochen werden muß, da versucht wird, die Anwendung des Motors durch abwegige Auslegung von Verbandsvorschriften zu fördern.

Der Motor entwickelt beim Anlauf rd. 100 % des Nenndrehmoments bei einem Anlaß-Spitzenstrom von 220 % des Nennstroms. Die Firma behauptet nun, die Anlaufcharakteristik des neuen Motors sei „der eines Schleifringmotors vollkommen gleichwertig". Sie begründet diese Behauptung folgendermaßen: In § 22 der Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern ist für den mittleren Anlaßstrom (I_m) bei Vollastanlauf und Verwendung von Walzenbahn-Anlassern das 1,5fache des Nennstroms zugelassen; aus der in § 20 gegebenen Formel $I_m = \sqrt{I_1 \cdot I_2}$ ergibt sich hieraus die Zulässigkeit des 2,2fachen Anlaß-Spitzenstroms bei Schleifringmotoren. Da nun anderseits für den „Edel-Motor" ebenfalls ein „Walzenbahn-Anlasser" (Kontroller) verwendet wird, so muß auch hier der 2,2fache Anlaß-Spitzenstrom zugelassen werden; hieraus ergibt sich seine Gleichwertigkeit mit dem Schleifringmotor! —

Wenn es auch schwer fällt, diese spitzfindige Beweisführung ernst zu nehmen, so möchte ich sie doch ernst widerlegen, also:

1. Es handelt sich doch offenbar um die Zulassung des Motors zum Anschluß an Elektrizitätswerke; hierfür sind aber nicht die „Regeln für Anlasser" maßgeblich, sondern die „Normalbedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke". In diesen wird durch § 9 für Schleifringmotoren über 5 kW der 1,6fache Anlaß-Spitzenstrom zugelassen.

2. Die Firma scheint vorauszusetzen, daß jeder Motor mit einem beliebigen „verbandsmäßigen" Anlasser ohne weiteres zum Anschluß zugelassen ist. Diese Annahme ist durch nichts begründet.

3. Im Prospekt heißt es: „Der Motor wird durch einen einfachen Anlaßschalter ohne Verwendung von Vorschaltwiderständen, Anlaßtransformatoren u. dgl. in 5 Stufen angelassen." Der zum Beweis herangezogene § 22 der R. E. A. befindet sich aber unter den „Sonderbestimmungen für Anlasser", und „Anlasser" werden in § 3 als Geräte definiert, „mittels deren während des Anlassens Widerstände in den Haupt- oder Läuferkreis von Motoren eingeschaltet werden". Schon aus diesem Grunde ist die Bezugnahme auf § 22 abwegig.

4. Wenn der „Edel-Motor" einen 5stufigen Anlaßschalter ohne Widerstände und Transformatoren verwendet, so ist nicht schwer zu erraten, daß er mit Ab- oder Umschaltung von Wicklungsteilen arbeitet. Dann muß aber beim Übergang von einer Stufe auf die andere der Strom ganz unterbrochen und aufs neue eingeschaltet werden, d. h. der bei der Sterndreieckschaltung besonders unangenehm empfundene Umschalt-Stromstoß tritt nicht nur einmal, sondern viermal auf. Dieses Verfahren erinnert etwas an den Mann, der seinem Hund den Schwanz stückweise abschnitt, weil es ihm auf einmal zu weh tun würde! Auf jeden Fall kann nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden, daß bei diesem Anlaßverfahren dieselben Anlaß-Spitzenströme zulässig sind wie bei Walzenbahn-Anlassern.

5. Wenn ein Schleifringmotor im Augenblick des Anziehens den 1,6fachen Nennstrom aufnimmt, so entwickelt er auch annähernd das 1,6fache Drehmoment. Dies ist für tatsächlichen Vollastanlauf auch notwendig, da die Reibung der Ruhe überwunden werden muß, die bekanntlich fast immer größer ist als die der Bewegung. Ein Motor mit 100 % Anlaufdrehmoment wird zwar in vielen Fällen anlaufen, ein solcher mit 160 % Drehmoment aber in allen Fällen. Der Schleifringmotor gibt 160 % Drehmoment bei 160 % Strom, der „Edel-Motor" 100 % Drehmoment bei 220 % Strom — das ist doch nicht „vollkommen gleichwertig".

Die Konkurrenzfähigkeit von Wasserkraft- und Wärmekraftanlagen.

Von **Norberg Schulz**, Oslo.

Übersicht. Unter Hinweis auf einen in der ETZ 1926, S. 11, erschienenen Aufsatz des Verfassers wird die Frage der wirtschaftlichen Größe des Spitzenbetriebes und die Konkurrenzfähigkeit von Wasserkraft- und Wärmekraftanlagen behandelt.

In der ETZ 1926, S. 11, hat der Verfasser einen empirischen Ausdruck für die Produktionskurve aufgestellt, nach welchem

$$(1 - t_1)^{\frac{1}{B}} = 1 - w_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

ist, wo

t_1 = der Größe des Dauerbetriebes als Teil der jährlichen Höchstbelastung (Werte zwischen 0 und 1),
w_1 = dem Teil der jährlichen Gesamtstromerzeugung in kWh, der vom Dauerbetrieb geliefert wird (Werte zwischen 0 und 1),
B = dem Jahresbelastungsfaktor.

Es ist an derselben Stelle nachgewiesen worden, daß die Produktionskurven norwegischer Werke kleinerer Größe aus der Zeit 1900 bis 1906 mit den Produktionskurven der amerikanischen Superpowersysteme aus dem Jahre 1919 sehr gut übereinstimmen, trotzdem die letzteren mit Millionen kW Höchstbelastung arbeiten.

In Verbindung mit dem oben erwähnten Artikel kann nun mitgeteilt werden, daß die Kurve der mittleren Belastungsfaktoren — die b_m-Kurve — oder der Jahresbelastungsfaktor jedes beliebigen Teils der Produktionskurve diese Übereinstimmung zwischen den norwegischen und den amerikanischen Stromlieferungskurven bestätigt.

In der Zahlentafel 1 sind die b_m-Werte für vier amerikanische Superpowersysteme in den Reihen 2 bis 5 zusammengestellt. Die Reihe 6 gibt die Mittelwerte der Zahlen in den Reihen 2 bis 5 und die Reihe 7 die Werte von b_m an, die aus der Gl. (1) abgeleitet werden können. Aus dieser folgt nämlich[1]:

$$b_m = t_2^{\frac{1}{B} - 1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

wo t_2 = der Größe des Spitzenbetriebes als Teil der jährlichen Höchstbelastung (Werte zwischen 0 und 1) ist.

Zahlentafel 1.

1	2	3	4	5	6	7
	Werte von B und b_m nach den amerikanischen Produktionskurven					
Werte von t_2	Beim gesamten Superpowersystem $B = 0,385$ b_m	Mohawk and Hudson Division $B = 0,369$ b_m	Western New England Division $B = 0,335$ b_m	Eastern New England Division $B = 0,353$ b_m	Mittelwerte von 2 bis 5 $B = 0,36$ b_m	Berechneter Wert von b_m nach der Gleichung (2) bei $B = 0,36$
0,15	—	0,074	—	—	—	—
0,25	0,038	0,111	—	0,069	0,073	0,087
0,35	0,15	0,147	0,1	0,106	0,126	0,155
0,45	0,27	0,258	0,167	0,246	0,235	0,246
0,55	0,42	0,367	0,33	0,387	0,376	0,346
0,65	0,46	0,443	0,453	0,425	0,445	0,468
0,75	0,57	0,59	0,555	0,60	0,579	0,603
0,85	0,88	0,7	0,713	0,705	0,749	0,750
0,95	1,0	0,955	1,0	0,95	0,99	0,91
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Beim Vergleich der in Reihe 7 genannten Zahlen mit denen der Reihen 2 bis 6 findet man eine Übereinstimmung, die für praktische Zwecke vollständig genügt.

Die Werte von b_m haben beispielsweise Bedeutung in Verbindung mit der Bestimmung der wirtschaftlich gün-

[1] Vgl. ETZ 1926, S. 12, Gl. (5).



stigsten Größe des Spitzenbetriebes (t'_2). Diese ergibt sich aus der Gl. (2), wenn man für b_m den folgenden Wert b'_m einsetzt[2]:

$$b'_m = \frac{P_\omega - P_a}{8760\,(p_a - p_\omega)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

wo

P_ω = den festen Ausgaben je 1 kWJahr des Dauerbetriebes,

P_a = den festen Ausgaben je 1 kWJahr des Spitzenbetriebes,

p_a = den beweglichen Ausgaben je 1 kWh, geliefert vom Spitzenbetrieb,

p_ω = den beweglichen Ausgaben je 1 kWh, geliefert vom Dauerbetrieb.

In der Gl. (3) bedeutet b'_m 8760 die Betriebszeit in Stunden, in welchen ein Spitzenbetrieb der Größe t'_2 im Laufe des Jahres eine Belastung erhält. Die wirtschaftlich günstigste Größe des Spitzenbetriebes läßt sich also einfach und schnell aus den Gl. (2) und (3) festlegen, wenn die Betriebskosten des Dauerbetriebes und des Spitzenbetriebes bekannt sind, was gewöhnlich der Fall ist.

Diese Einzelheiten sind hier wiedergegeben, weil eine Untersuchung über die Konkurrenzfähigkeit der modernen Wärmekraftanlagen mit Wasserkraftanlagen für Elektrizitätserzeugung die folgende Betrachtung veranlaßte:

Liegt bei Projektierung eines Elektrizitätswerkes die Möglichkeit vor, entweder Wärmekraftmaschinen oder Wasserkraft zu verwenden, und sucht man die wirtschaftliche Grenze zu finden, wo beide Energiequellen in ökonomischer Beziehung gleichwertig sind, so sollte man nachstehende Überlegung anstellen:

Die gesamten Jahresausgaben eines Wasserkraftbetriebes sind — wenn man die oben erwähnten Bezeichnungen verwendet:

$$P_\omega\,\mathrm{kW_{max}} + 8760\,B\,\mathrm{kW_{max}}\,p_\omega,$$

wo $\mathrm{kW_{max}}$ die Höchstbelastung in kW angibt. In derselben Weise stellen sich die Jahresausgaben bei Wärmekraftmaschinen, wenn man immer nur mit der Stromerzeugung rechnet, zu

$$P_a\,\mathrm{kW_{max}} + 8760\,B\,\mathrm{kW_{max}}\,p_a.$$

Wünscht man jetzt die Größe des Jahresbelastungsfaktors (B_0) zu bestimmen, bei dem die Stromerzeugung nur mit Wärmekraft oder nur mit Wasserkraft gleich wirtschaftlich wird, so kann man diese Größe aus der folgenden Gleichung herleiten:

$$P_w\,\mathrm{kW_{max}} + 8760\,B_0\,\mathrm{kW_{max}}\,p_\omega = P_a\,\mathrm{kW_{max}} + 8760\,B_0\,\mathrm{kW_{max}}\,p_a.$$

Man erhält infolgedessen:

$$B_0 = \frac{P_\omega - P_a}{8760\,(p_a - p_\omega)} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Aus den Gl. (3) und (4) läßt sich schließen, daß

$$b'_m = B_0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

was wörtlich bedeutet, daß der mittlere Belastungsfaktor b'_m oder die jährliche Betriebszeit des Spitzenbetriebes in Stunden b'_m 8760, bei welcher der wirtschaftlich günstigste Stromerzeugungspreis erreicht wird, übereinstimmt mit dem Jahresbelastungsfaktor B_0, bei dem die ganze Energieerzeugung des Jahres entweder mit Dauerbetriebsmaschinen (z. B. Wasserkraft) allein oder mit Spitzenbetriebsmaschinen (z. B. Wärmekraft) allein mit demselben wirtschaftlichen Ergebnis erfolgen kann.

[2] a. a. O. Gl. (7).

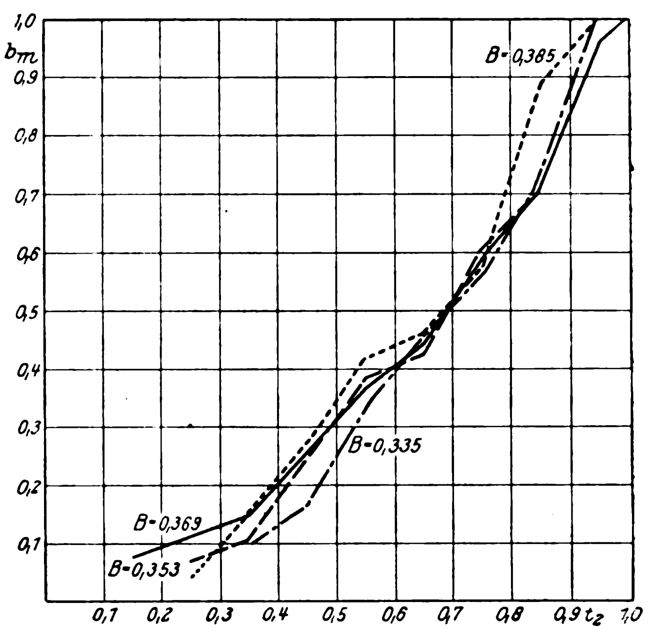


Abb. 1. Belastungskurven amerikanischer Superpowersysteme.

Aus den Gl. (2) und (5) läßt sich die wirtschaftlich günstigste Größe des Spitzenbetriebes (t'_2) als Teil der Höchstbelastung (mit Wert zwischen 0 und 1) wie folgt bestimmen:

Da

$$B_0 = t_2'^{\frac{1}{B} - 1}$$

ist

$$t_2' = B_0^{\frac{B_0}{1 - B_0}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Dieser Wert von t'_2 ist also aus der empirischen Gl. (1) hergeleitet, sollte aber nach den vorliegenden Erfahrungen für praktische Zwecke hinreichend genau sein.

Abb. 1 gibt die b_m-Kurven der amerikanischen Superpowersysteme graphisch wieder (vgl. die Zahlentafel 1); sie sind sämtlich unregelmäßiger als die norwegischen, wahrscheinlich weil sie in anderer Weise konstruiert sind und vielleicht nicht mit derselben Genauigkeit. Trotzdem ist die Übereinstimmung aller b_m-Kurven, wie erwähnt, für praktische Zwecke vollständig genügend.

Neue Gesichtspunkte für die konstruktive Durchbildung von Schaltwänden und Schaltpulten.

Von Oberingenieur **Fr. Lindenstruth**, Frankfurt a. M.

Übersicht. Es werden neuartige Steuerschalter für ferngesteuerte Schaltapparate in größeren Schaltanlagen beschrieben, und es wird gezeigt, wie deren Anwendung zusammen mit geeigneten Instrumenten eine erhebliche Raumersparnis bringen kann. Die Übersichtlichkeit und leichte Bedienung ist dabei dennoch gewahrt.

Die Konstruktion der Schaltwände, Schaltpulte, Kommando- und Signalanlagen, die in der Warte vereinigt gewissermaßen den Kopf der Schaltanlage bilden, stellt an den Konstrukteur nicht geringe Anforderungen, wenn er das anzustrebende Höchstmaß von Übersichtlichkeit und Sicherheit in der Bedienung erreichen will. Neben der vollkommenen Betriebsicherheit, auf die es natürlich in erster Linie ankommt, soll aber auch auf gute Raumwirkung gesehen werden, so daß sich der Elektrotechniker und der Architekt in ihren Arbeiten ergänzen müssen.

Da in den größeren Kraftwerken sämtliche Schaltapparate, also auch die Trennschalter, von der Warte aus ferngesteuert werden, haben die Schaltwände bzw. Schalt-

pulte außer den Meß- und Kontrollinstrumenten die Betätigungs- und Meldeapparate für die Fernsteuerung aufzunehmen. Um eine bequeme Bedienung zu ermöglichen, ist man bei der großen Anzahl von Meßinstrumenten und Steuerapparaten auf eine gedrängte Anordnung angewiesen.

Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit fügt man schon seit einer Reihe von Jahren die Steuerschalter in das Grundschema der Anlage ein. Die bisher gebräuchlichen Steuerapparate, wie Druckknöpfe, Hebelbetätigungschalter und Drehschalter, waren jedoch für die Einbeziehung in das Grundschema wenig oder gar nicht geeignet, da ihre Wirkstellung sich nicht übersichtlich genug in den Leitungszug einfügen ließ. Man war infolgedessen gezwungen, außerdem noch besondere Merklampen und Schaltstellungszeiger vorzusehen.

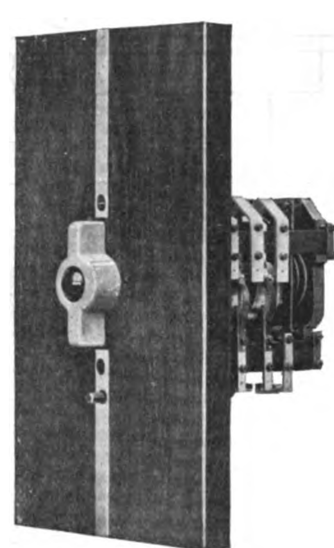


Abb. 1. Steuerschalter.

Ein von der Firma Voigt & Haeffner A. G. durchgebildeter Steuerschalter gewährt neben einer erheblichen Vereinfachung auch eine größere Übersicht, da er die vorerwähnten Merklampen und Schaltstellungszeiger in sich vereinigt. Wie Abb. 1 zeigt, besteht der Steuerschalter im wesentlichen aus einem Knebelgriff mit eingebauter Merklampe und dem hinter der Schaltwand liegenden eigentlichen Kontaktapparat. Der Griff wird zur Betätigung des Apparates um etwa 120° aus der Ruhelage herausgedreht und so lange festgehalten, bis die in demselben eingebaute Merklampe aufleuchtet als Rückmeldezeichen, daß der betreffende Schaltapparat das gegebene Kommando ausgeführt hat. Beim Loslassen geht dann der Griff in die senkrechte oder wagrechte Lage zurück, wobei die Lampe wieder zum Verlöschen kommt. Die Ruhelagen des Schaltgriffes sind so gewählt, daß sie um 90° gegeneinanderstehen. Ändert sich nun, sei es durch Überstromauslösung, Handbetätigung oder dgl., die Schaltstellung des zugehörigen Apparates, so leuchtet die Lampe so lange auf, bis die Griffstellung des Steuerschalters durch Drehen wieder in Übereinstimmung mit dem Schaltapparat gebracht ist. Die Lampe leuchtet hiernach nur auf als Bestätigung der vollzogenen Schaltbewegung. Aus der Stellung des Griffes in der Ruhelage, die einmal im Leitungszug und einmal quer dazu liegt, ist der jeweilige Betriebszustand der Anlage zu erkennen. Für handbetätigte Schalter, wie Trennschalter, lassen sich die mit Merklampen versehenen Schaltgriffe in ähnlicher Weise verwenden. An Stelle des Steuerschalters tritt dann ein Wechselschalter, der mit einem Hilfschalter gleicher Ausführung an den Trennschaltern entsprechend elektrisch verbunden ist, so daß auch die Stellung dieser Schaltapparate aus dem Schaltbild hervorgeht.

Abb. 2 stellt den Abschnitt einer Schaltwand mit besonderem Schaltpult dar, bei der die neuen Steuer- und Rückmeldeschalter Verwendung fanden. Eine derartig ausgebildete Schaltwand mit normalen Instrumenten von etwa 200 mm Dmr. hat für ein größeres Kraftwerk eine ziemliche Ausdehnung und selbst, wenn sie rund oder U-förmig aufgestellt wird, läßt die Übersichtlichkeit zu wünschen übrig. Die häufig zu bedienenden Schaltfelder, wie die der Generatoren, vereinigt man deshalb zweckmäßig auf besonderen Tafeln oder Schaltpulten, während Abzweigkabel, die eine geringere Aufmerksamkeit erfordern, in weiterer Entfernung vom Bedienenden Aufstellung finden können.

Wie aus Abb. 3 hervorgeht, läßt sich eine sehr gedrängte und deshalb gut übersichtliche Anordnung erzielen, wenn man neben den kleinen Steuerapparaten auch

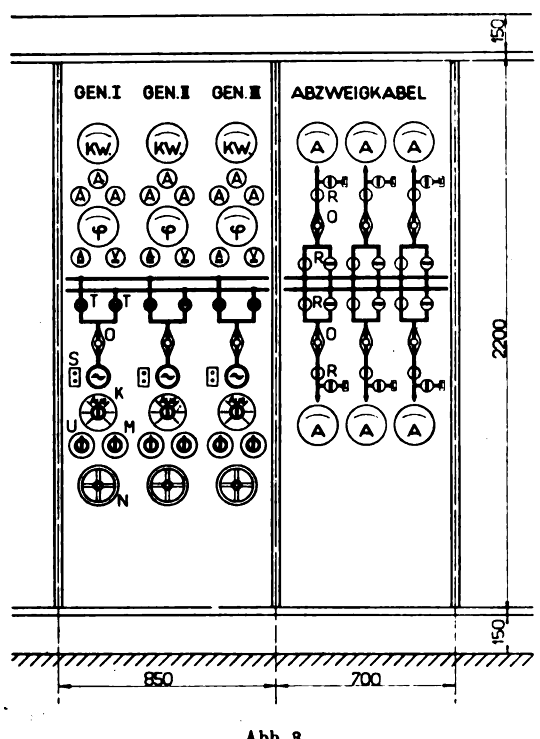
GENERATOR I | GENERATOR II | GENERATOR III | ABZWEIGKABEL | ABZWEIGKABEL

850 | 850 | 850 | 700 | 700

K Kommandoschalter
T Steuerschalter für Trennschalter
O „ „ Ölschalter
U Drehzahl-Verstellvorrichtung
M Magnetregler-Fernsteuerung
N Nebenschlußregler
S Steckelement für Synchronisierung
R Schauzeichen

Abb. 2. Schaltwand mit Schaltpult.





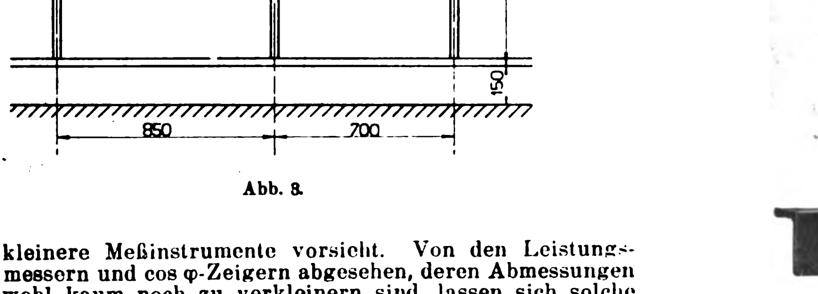


Abb. 3.

kleinere Meßinstrumente vorsieht. Von den Leistungsmessern und cos φ-Zeigern abgesehen, deren Abmessungen wohl kaum noch zu verkleinern sind, lassen sich solche kleinen Meßinstrumente, wie Abb. 4 erkennen läßt, mit Vorteil verwenden. Durch Wegfall der üblichen Frontringe treten im übrigen auch die Skalen und Zeiger besser hervor. Abb. 5 zeigt ein Schaltpult mit den verkleinerten Instrumenten, welches nach den vorher erörterten Grundsätzen gebaut wurde.

Bei der gedrängten Anordnung der verschiedenen Apparate ist die Verwendung von Marmor ausgeschlossen. Es treten an dessen Stelle Metallplatten, die sich dem Schaltraum durch entsprechenden Anstrich übrigens sehr vorteilhaft anpassen lassen. Die bei dem Marmor früher so sehr geschätzte Isolationsfähigkeit ist bei den heutigen Apparaten wenig von Belang.



Abb. 4. Tafel mit kleinen Meßinstrumenten.

Die Verkleinerung der Schaltwände und Schaltpulte bringt nun eine gewisse Erschwerung der Montagearbeiten mit sich, da das Verlegen und der Anschluß der Meßleitungen mehr Zeit in Anspruch nimmt. Durch Verwendung von Mehrfachkabel mit entsprechenden Endverschlüssen und einer besonderen Anordnung der Klemmen können diese Arbeiten indessen erleichtert und auch übersichtlich gestaltet werden. Es empfiehlt sich ferner, unterhalb der Schaltwand und des Schaltpultes einen Raum mit entsprechendem Traggestell für die Anschlußleitungen zu schaffen, was namentlich bei späteren Kontrollen und Ausbauten von großem Vorteil ist. Diese Art der Montage bedingt die Verwendung von Anschlußklemmen, die eine solide Befestigung des Leiters und eindeutige Bezeichnung der einzelnen Stromkreise ermöglichen. Hier haben sich die in Abb. 6 dargestellten Klemmen außerordentlich gut bewährt. Die Leiter werden mit den Klemmstücken ohne jede Biegungsbeanspruchung verbunden und durch zwei kräftige Druckschrauben unter Zwischenfügung eines federnden Stückes angepreßt. Über die Leitungsenden geschobene Hütchen aus keramischem Material in entsprechender Farbe und

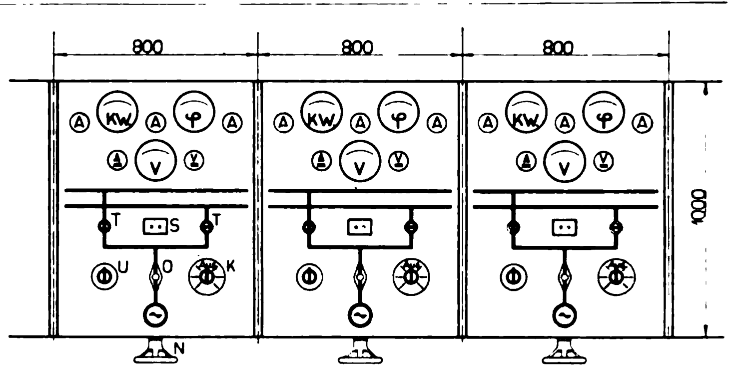


Abb. 5. Schaltpult mit verkleinerten Instrumenten.

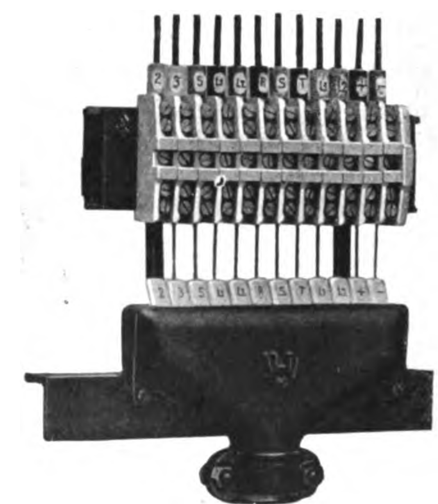


Abb. 6. Anschlußklemmen.

mit Beschriftungsflächen versehen dienen zur besseren Kenntlichmachung der einzelnen Leitungsadern.

Elektrische Automobil-Scheinwerferlampen.

Die polizeilichen Vorschriften für die Automobilbeleuchtung verlangen eine ausreichende Beleuchtung der Fahrbahn, wobei aber anderseits die Blendung so stark herabgesetzt sein muß, daß entgegenkommende Fahrzeuge nicht gefährdet sind. Damit diese Bedingungen nicht nur bei der Abnahme des Scheinwerfers, sondern sicher auch dann vorhanden sind, wenn die Lampe durch eine neue ersetzt wird, muß das Leuchtsystem stets die richtige Lage in dem zweckentsprechend konstruierten Scheinwerfer einnehmen. Beschrieben wird die französische Mazda-Centra-Lampe, welche den französischen Vorschriften genügt. Der Leuchtkörper besteht aus einer in V-Form angeordneten Wolframspirale. Diese muß genau in einer Ebene liegen und der Mittelpunkt des Systems von dem Zapfen des Bajonettverschlusses der Fassung den Abstand 26,2 ± 2 mm besitzen und sich in der Lampenachse befinden, andernfalls bei jedem Lampenersatz eine neue Justierung notwendig wäre. Das bei einer unrichtigen Lage des Leuchtsystems innerhalb des Glaskolbens störende Reflexbild wird durch eine neue Form des Kolbens vermieden, welcher in der oberen Hälfte kugelförmig, auf der Seite der Fassung dagegen konisch verläuft. Die Ebene des Leuchtsystems muß der Straßenfläche parallel sein, was sich durch entsprechende Stellung des Bajonettverschlusses erreichen läßt. Schließlich darf der Kolben keine Spitze besitzen, damit die Lampe für jedes Scheinwerfersystem benutzt werden kann. Jede Lampe wird bei der Fabrikation einer Prüfung unterzogen, indem das Leuchtsystem der brennenden Lampe in zwei zueinander senkrechten Richtungen auf Schirme projiziert wird, so daß auf dem einen Schirm das Leuchtsystem in einer Linie, auf dem anderen als V abgebildet wird. Alle Lampen, bei denen die Bilder hierbei nicht an die vorgeschriebenen Stellen fallen, werden verworfen. Durch die neuen Fabrikations- und Prüfmethoden ist es gelungen, die ursprünglich festgesetzte, oben angegebene Toleranz von 2 mm für die Entfernung zwischen der Mitte des Leuchtsystems und dem Verschlußzapfen auf 0,1 mm herabzudrücken. (R. Grandjean, Rev. Gén. de l'El. Bd. 23, S. 277.) *Schb.*

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Großgeneratoren für Schweizer Wasserkraftwerke. — In dem Schweizer Kraftwerk Vemork wurde von der Maschinenfabrik Oerlikon im letzten Ausbau der in Abb. 1 dargestellte Drehstromgenerator für 18 350 kVA, 10 000/11 000 V, 600 Umdr/min aufgestellt. Auf eine sechsarmige hohle Nabe aus SM-Stahlguß sind 7 nahtlos geschmiedete SM-Stahlringe warm aufgeschrumpft. Die zur Aufnahme der Polklauen notwendige Nutung am äußeren Umfang der Ringe wird an jedem einzelnen Ring vor dem Aufschrumpfen auf die Nabe hergestellt. Hierdurch wird erreicht, daß einerseits die gewünschte Schrumpfspannung erzielt und anderseits eine Veränderung bzw. Verschiebung der Ringbeanspruchung vermieden wird. Nach dem Aufschrumpfen der Ringe werden die Nuten auf genaues Maß ausgerieben und kalibriert. Beachtenswert ist der durch die Rundlochnutung gegebene allmähliche Übergang des kleinsten, somit höchstbeanspruchten Ringquerschnitts in die kleinsten, somit am höchsten beanspruchten Klauenquerschnitte des Ringes. Abb. 2 zeigt die von der Maschinenfabrik Örlikon angewandte Befestigung der Pole durch Klauen und Keile verschiedener Form.

Jede der Magnetspulen setzt sich aus zwei ineinandergeschobenen voneinander unabhängigen Einzelspulen zusammen, die durch Luftschlitze getrennt sind. Dadurch wird die vierfache Mantelfläche der Spule als Kühloberfläche nutzbar. Um ein seitliches Ausbiegen der Spulen, hervorgerufen durch die Fliehkräfte, zu verhüten, sind in den Pollücken je drei Stützkeile aus Bronze eingepaßt und mittels Stahlschrauben an den Rotorringen befestigt. Von einer durchgehenden Welle konnte kein Gebrauch gemacht werden, da die Kranbahnhöhe im bestehenden Krafthaus hierfür nicht ausreichte; um den lästigen Lagerströmen den Durchgang zu verwehren, ist das obere Halslager sowie das Spurlager vom oberen Tragbalken vollkommen isoliert aufgestellt. Die metallenen Abstützungen der Statorwicklung sind über massive Hartpapierzylinder am Gußgehäuse des Stators isoliert befestigt, damit keine Glimmentladungen von den Spulen nach den Abstützungen auftreten können. Das Gesamtgewicht des Generators einschließlich Erregermaschine beträgt 125 t, der Rotor allein wiegt 42 t.

Ein für das Kraftwerk Handeck bestimmter Generator für 28 000/32 000 kW, 11 000 V, 500 Umdr/min, 50 Hz befindet sich zur Zeit bei der vorher genannten Firma im Bau. Die Maschine (Abb. 3) wird vollständig in einem Zwischenboden des Kraftwerks eingebaut, so daß nur noch das Traglager, die Haupt- und die beiden Hilfserreger über den Maschinenhausboden hinausragen. Der Rotor ist nur in zwei Führungslagern, die zum Generator gehören, geführt, während das Turbinenrad am unteren konischen Generatorwellenende fliegend aufgesetzt ist.

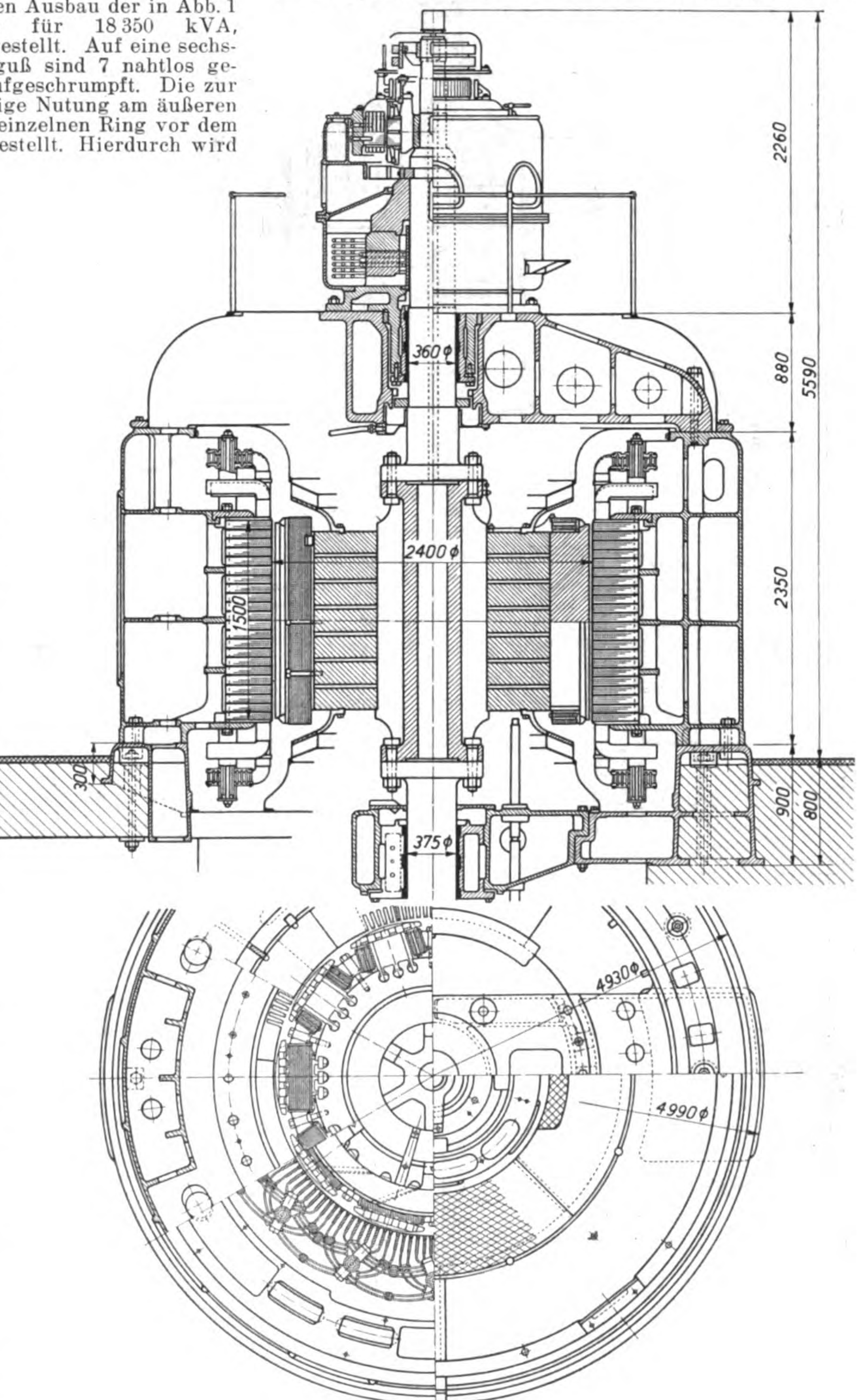


Abb. 1. Generator für Kraftwerk Vemork.

Damit bei einem Defekt der Druckleitung oder der Wasserabschlußorgane sowie bei vollständiger Überschwemmung der Turbinenräume kein Wasser in den Generator eindringen kann, ist der Tragstern des unteren Führungslagers, der in einer Versatzung der untern Ring-

platte ruht, so konstruiert, daß er einen gegen Druckwasser vollständig dichten Abschluß zwischen Generator und Turbine bildet. Die Zweiteilung der Generatorwelle



Abb. 2. Verschiedene Arten der Polbefestigung.

Abb. 3. Generator für Kraftwerk Handeck.

war notwendig, um die warm auf die Welle geschrumpften Rotorringe mit der Welle zusammen nach dem Kraftwerk bringen zu können, ohne das vorgeschriebene Transportgewicht von max 20 t zu überschreiten. (Bull. Oerlikon, 1928, S. 333.) *Ka.*

Leitungsbau.

Die Fundamente der Freileitungstragwerke und ihre Berechnung. — Im Bull. SEV berichtet Ingenieur G. Sulzberger, Bern, über weitere Kontrollversuche der Berechnungsvorschläge von eingespannten Blockfundamenten und bespricht dabei einleitend die Belastungszustände, die sich bei der Drehung von Blockfundamenten im Erdreich ergeben. Diese verschiedenen Belastungszustände sind im allgemeinen den in Frage kommenden Fachkreisen bekannt, interessant sind jedoch die theoretischen Auswertungen derselben, die Sulzberger in dem erwähnten Bericht veröffentlicht und die hier kurz zusammengefaßt besprochen werden sollen.

Die Standsicherheit eines Blockfundamentes ist bedingt:

1. Durch die seitliche Einspannung des Fundamentes in dem Boden.
2. Durch den Widerstand gegenüber einer Drehbewegung, der von der Reibung zwischen dem Fundament und der Grubenwandung bzw. der Fundamentsohle herrührt.
3. Durch den Widerstand des Bodens unter der Fundamentgrundfläche infolge der senkrecht wirkenden Lasten (Gewicht des Fundamentes, des Mastes und der Leitungen).

Diese drei verschiedenen Widerstände sind stets vorhanden; sie tragen jedoch nur entsprechend der Form des Blockfundamentes bedingungsweise zur Standfestigkeit bei. Bei einem schmalen und tiefen Fundament ist die seitliche Einspannung maßgebend, so daß die Widerstände aus der Reibung und aus der Bodenpressung an der Fundamentsohle vernachlässigt werden können. Flache und breite Fundamente hingegen erhalten ihre Standfestigkeit in erster Linie aus der Reibung und dem Bodenwiderstand an der Fundamentsohle, so daß die seitliche Einspannung vernachlässigt werden kann. Aber auch die Reibung an der Fundamentsohle ist bei letzteren Fundamenten unter Umständen von geringem Einfluß auf die Standfestigkeit, wenn der Widerstand der seitlichen Fundamentgrubenwand nur gering ist.

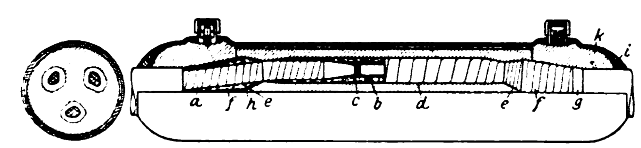
Die bekannten Verfahren zur Berechnung von Blockfundamenten berücksichtigen nun die Widerstände im Boden, die die Standfestigkeit des Fundamentes bedingen,

nur durch getrennte, voneinander unabhängige Methoden, während Sulzberger einen Weg angibt, bei welchem ein innerer Zusammenhang der verschiedenen Einflüsse auf die Standfestigkeit vorhanden ist, indem die verschiedenen Einflüsse durch Funktionen des Fundamentdrehwinkels dargestellt wurden. Bei einer bestimmten Drehung des Fundamentes ist also nach der Berechnungsweise von Sulzberger der jeweilige Anteil der drei verschiedenen Widerstände hinreichend theoretisch erfaßt, wobei auch die Bodenbeschaffenheit und die Gestalt des Fundamentes in seinen Formeln entsprechend beachtet sind.

Für die gebräuchlichsten Fundamentformen faßt Sulzberger die in Frage kommenden Berechnungsformeln in einer Tabelle zusammen. Allerdings muß auch hier eine gewisse praktische Erfahrung für die richtige Anwendung der Formeln, insbesondere für die richtige Bewertung der Baugrundziffern, vorausgesetzt werden.

Am Schlusse der Abhandlung wird an verschiedenen Beispielen die Anwendung des Verfahrens in Verbindung mit ausgeführten Versuchen gezeigt. (G. Sulzberger, Bull. SEV Bd. 18, S. 337.) *Stz.*

Muffen für Hochspannungs-Mehrleiterkabel. — Th. F. Peterson gibt eine ausführliche Darstellung der wesentlichsten, beim Bau von durchschlagsicheren Muffen für Hochspannungs-Mehrleiterkabel zu beachtenden Gesichtspunkte an Hand eines historisch gehaltenen Überblicks. Es handelt sich in der Hauptsache um bekannte Feststellungen; neu dürfte nur der Hinweis auf sehr gute Erfahrungen des Verfassers an Muffen für 27 kV-Dreifachkabel mit Gürtelisolation sein, bei denen eine besondere Behandlung der Spreizstellen der Leiter angewendet wurde. Diese besteht darin, daß jeder der Leiter (Abb. 4)



a, b, e, h getränkter Batist, um jeden Leiter gewunden
c schmales Batistband
d Papierstreifen
f Bleistreifen, um jeden Leiter gewunden und in Kontakt mit der Metallhülle des Leiters
g Bleistreifen, um alle drei Leiter gewunden und in Kontakt mit der Außenarmierung des Kabels
i Lötwulst
k Öl

Abb. 4.

beginnend an dem Trennungspunkt mit getränktem Batist (black varnished cambric) in keulenartig zunehmender Stärke umwickelt wird; darauf werden die Leiter zusammengezogen und mit getränktem Batist zu einem festen Ganzen vereinigt; schließlich wird der Bleimantel durch Metallfolie bis zur Stelle größten Umfangs der so entstandenen Keule fortgeführt. Bei dieser Bauweise werden dünne Ölschichten im Spreizpunkte vermieden und durch ein Dielektrikum von hoher Dielektrizitätskonstante ersetzt. (Th. F. Peterson, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 559.) *Eg.*

Apparatebau.

Zur Theorie des Quecksilberdampfgleichrichters. — Die Schaltungen des Zweiphasen-Quecksilberdampfgleichrichters mit Transformator und den verschiedenen Drosseln — Primärdrossel, Kathodendrossel, ungekoppelten, gleichsinnig oder gegensinnig gekoppelten Anodendrosseln — lassen sich auf eine Normalform des Gleichrichters reduzieren, die durch eine Schaltung, bestehend aus Gleichrichterkolben, Transformator, Primär- und Kathodendrossel, Gegenspannung und Ohmschem Widerstand im Gleichstromkreis gegeben ist. Dabei werden der Magnetisierungsstrom des Transformators sowie die Ohmschen Spannungsabfälle im Transformator und in der Primärdrossel vernachlässigt. Bei diesem Normalgleichrichter tritt im Allgemeinfall eine Übergangsperiode auf, während der der Lichtbogen an beiden Anoden brennt. Ihre Existenz hat das Vorhandensein beider Drosseln zur Voraussetzung. Ist nur eine K.-Drossel vorhanden, so geht der Strom zur Zeit $\Theta = 0, \pi, 2\pi$ zur nächsten Anode momentan bei einem endlichen Augenblickswert des Gleichstromes über. Ist nur eine P.-Drossel vorhanden, so erfolgt der Stromübergang ebenfalls momentan zu einer mit wachsender Drossel wachsenden Zeit Θ_{12}. Dabei wird jedoch der Augenblickswert des Gleichstromes zu Null. Beide Gesetze werden für Drosseln, deren Größen unterhalb gewisser Grenzwerte liegen, ungültig.

Der definierte Normalfall des Gleichrichters ist nur einer graphischen Behandlung zugänglich[1]. Es läßt sich jedoch zeigen, daß außer dem bekannten Fall des Gleichrichters mit Primärdrossel und unendlich großer Kathodendrossel auch noch der Fall des Gleichrichters mit Primärdrossel und fehlender Kathodendrossel gerechnet werden kann. Der Einfluß der hinzugefügten unendlich großen Kathodendrossel auf den Spannungsabfall des Gleichrichters läßt sich so einmal rechnerisch verfolgen. Mehr von physikalischem Interesse ist dabei, daß bei einigen Extremfällen von Primärdrosselgröße und Größe der Gegenspannung der Spannungsabfall im Gleichrichter nicht vergrößert, sondern verkleinert wird. (K. Potthoff, Arch. El. Bd. 19, H. 3, S. 301.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein registrierendes Torsionsdynamometer. — Transmissionsdynamometer dienen zur Messung der von der treibenden auf die getriebene Maschine übertragenen Leistung. Es gibt Dynamometer, die selbst die Leistung aufnehmen, und solche, die nur an dem übertragenden Maschinenteil angebracht werden, ohne selbst Kraft zu übertragen. Das von R. G. Parker und D. N. Jackmann[2] gebaute Dynamometer gehört zu der letzten Klasse, indem es an jede rotierende Welle angesetzt werden kann und die durch die Welle übertragene Leistung aus der Verdrehung der Welle anzeigen und aufzeichnen soll.

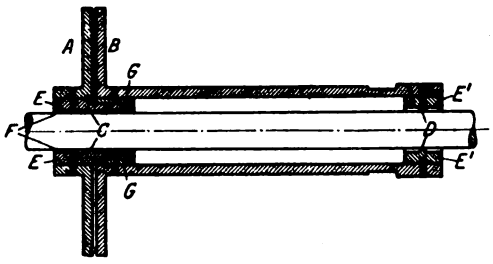


Abb. 5. Skizze des Torsionsdynamometers im Schnitt.

Jede Welle, die eine Maschine antreibt, wird über ihre ganze Länge schwach verdreht; der Betrag der Verdrehung ist proportional der übertragenen Leistung und hängt vom Durchmesser und der Länge der Welle, der Drehzahl und den Eigenschaften (Gleitmodul) des Werkstoffes ab. Nach den bekannten Formeln der Mechanik kann diese Verdrehung berechnet werden; gewöhnlich wird indessen ein derartiges Instrument geeicht, indem auf die Welle Drehmomente bekannter Größe ausgeübt und die erzielten Verdrehungen gemessen werden, so daß die Beziehung zwischen Drehmoment und Verdrehung festliegt. Die Leistung N in PS ergibt sich dann ohne weiteres aus dem gemessenen Drehmoment M_d und der Drehzahl n zu

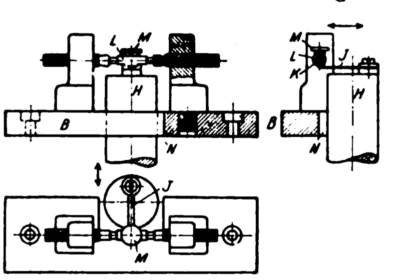


Abb. 6. Anordnung des Spiegels zur Vergrößerung der Wellenverdrehung.

$$N = \frac{n\, M_d}{717}.$$

Das vorliegende Instrument besteht nach Abb. 5 aus zwei Armen A und B, die mit rohrförmigen Ansätzen an den Stellen C und D der Welle mittels der Büchsen E und E' festgeklemmt sind. Bei einer Verdrehung der Welle ergibt sich eine Bewegung der Arme A und B gegeneinander, deren Größe nach Maßgabe von Abb. 6 auf einen Spiegel M übertragen wird. Zu diesem Zwecke ist an dem Arm A der Bolzen H angebracht, der durch eine Lücke N im Arm B hindurchgeht und mit Hilfe der Feder J durch Schneide und Kerbe K die Achse L des Spiegels M verdrehen kann, die in Böckchen am Arm B gelagert ist. Jede Bewegung der Arme gegeneinander verursacht eine Drehung des Spiegels in vergrößertem Maßstab,

[1] Vgl. Pfleiger-Haertel, Wiss. Veröff. Siem.-Konz. Bd. 3, S. 41.
[2] Vortrag auf der Sitzung v. 8. XII. 1926 der Inst. of Chem. Engs., South Kensington.

der noch durch optische Übertragung verstärkt wird. Die Größe der Verdrehung nach Maßgabe des Spiegelausschlages wird in der Weise gemessen, daß ein durch eine Lampe (Abb. 7) auf den Spiegel geworfener Lichtstrahl durch den Lichtschacht Q auf ein in der Kamera C (Abb. 7) ablaufendes lichtempfindliches Papierband trifft und die Ausschläge des Spiegels photographisch aufzeichnet. Die Bewegung des Papierbandes wird durch ein Schneckengetriebe bewirkt, dessen Schnecke beim Laufen der Welle durch ein Bremsband und einen Bourdonzug stillstehend gehalten wird. Die Kamera ist durch besondere Buchsen auf der Welle befestigt, die auch die Schneke mit Zubehör tragen.

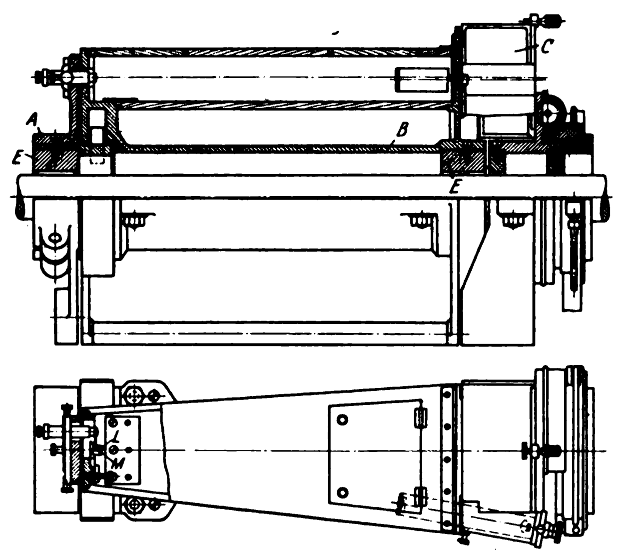


Abb. 7. Zusammenstellung des vollständigen Apparates.

Die praktische Ausführung des Instrumentes zeigt Abb. 7 für Wellendurchmesser von 25 mm bis etwa 90 mm in den Abmessungen $80 \times 40 \times 20$ cm und bei einem Gewicht von etwa 30 kg unverpackt bzw. 43 kg verpackt.

Für die Benutzung des Apparates ist folgendes zu beachten:

1. der Apparat muß so montiert werden, daß die Kamera nach dem treibenden Wellenende zu sitzt, weil sonst die Leistung zum Antrieb des Papierbandes mittels der Schnecke in die Messung eingeht.
2. Der Antrieb des Papierbandes muß sich in richtigem Sinne drehen;
3. zwischen Apparat und zu untersuchender Maschine soll möglichst wenig Abstand sein, weil die Gewichte von Welle und Riemenscheibe Fliehkräfte erzeugen, die die zu messenden Schwankungen in der Leistung dämpfen;
4. die Wellenlager dürfen nicht zu viel Spiel haben;
5. das Dynamometer muß gut befestigt und ausbalanciert sein.

Die Untersuchung geht in folgender Weise vor sich: Für die Welle der zu prüfenden Maschine werden passende Hülsen in den Apparat eingesetzt; die Arme A und B werden lose an der Welle angesetzt und die Feder J wird vorsichtig in Verbindung mit der Spiegelachse gebracht. Dann wird die Kamera nebst Schnecke und Bremse mit ihrer Hülse auf der Welle lose befestigt und so weit gegen die Arme A und B gedreht, bis der Lichtstrahl durch den Spiegel richtig auf das Papier fällt. Nachdem alles gut befestigt und die Bremse im Raume festgelegt ist, setzt man die Welle in Bewegung und nimmt die Aufzeichnung vor, indem die Lampe eingeschaltet wird. Das Papier in der Kamera kann bei Tageslicht, aber nur bei Stillstand der Welle ausgewechselt werden. Abb. 8 zeigt ein aufgenommenes Diagramm. Die Leistung wurde nach etwa 30 Umdr auf 0,75 PS gesteigert, die bei etwa 60 Umdr erreicht wurden. Die Eichung des Apparates ergab die

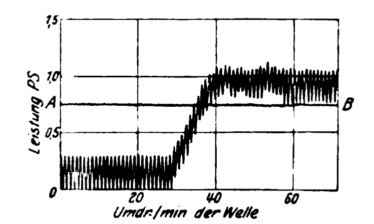


Abb. 8. Leistungsdiagramm.

Linie AB für 0,75 PS. Parker und Jackmann haben die Fehlerquellen und die Fehlergrößen ihres Instrumentes eingehend untersucht. Solche können nach ihren Angaben beruhen:

1. darauf, daß der Ausschlag des Spiegels nicht proportional der Verdrehung der Welle ist, wie vorausgesetzt wird,
2. auf der Voraussetzung, daß die Ablesungen auf dem Papier proportional der Spiegeldrehung sind, was nicht vollständig zutrifft,
3. auf dem Druck der Feder auf die Spiegelachse,
4. auf der Trägheit der Welle selbst,
5. auf der Durchbiegung der Welle,
6. auf dem Unterschiede zwischen der Drehachse des Spiegels und der spiegelnden Fläche.

Nach den Untersuchungen der Autoren soll der größte Gesamtfehler bei dem größten Ausschlag des Apparates etwa 1 % betragen. Obgleich der beschriebene Apparat nur für Wellen bis zu 90 mm Dmr. erprobt worden ist, dürfte es auch möglich sein, größere Leistungen mit derartigen Apparaten in entsprechend vergrößerter Ausführung mit ausreichender Genauigkeit zu messen. *Fk.*

Beleuchtung.

Die Photometrie von Anstrahlungsleuchten. — Da bei scheinwerferartigen Leuchten nicht selten der Leuchtkörper auf dem Photometerschirm abgebildet wird, so können sich erhebliche Meßfehler ergeben. Der Beleuchtungsausschuß der Vereinigung von Eisenbahningenieuren in den V. S. Amerika empfiehlt deshalb die Anwendung einer integrierenden Anordnung nach Art der Ulbrichtschen Kugel, die einen Körperwinkel von 1° umfassen soll. Für einen Meßabstand von 100 Fuß = 30,5 m käme also eine Schale von 53 : 53 cm in Betracht. Die Öffnung ist mit Trübglas bedeckt. Die photometrischen Messungen sollen in mindestens 30,5 m Entfernung von der Lichtquelle an 100 Stellen vorgenommen werden, die über die von dem Strahle getroffene Fläche gleichmäßig zu verteilen sind; außerdem sind noch eine Reihe von Messungen in acht gleichmäßig verteilten Radien, von der Strahlenachse ausgehend, vorzunehmen. Die Ausdehnung des Strahlenbündels wird bis zu der Stelle angenommen, wo ein Abfall um 11 % von der Höchstlichtstärke vorhanden ist. Der Wirkungsgrad der Leuchte ist das Verhältnis der Nutzlumen zu der Gesamtstrahlung der Leuchte. Der Ausschuß hat noch folgende Klassifikation von Anstrahlungsleuchten vorgeschlagen:

1. „Engstrahlige" mit einer Streuung von 15°,
2. „Mittelstrahlige" mit einer Streuung von 15÷30°,
3. „Weitstrahlige" mit einer Streuung über 30°,
4. „Sonderstrahler" mit unsymmetrischer Strahlenverteilung und anderen, die nicht in obige Gruppen fallen.

(J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 47, S. 63 u. 69.) *Lz*

Neuere Leuchtfeuereinrichtungen. — In England wird jetzt darangegangen, die gesamte Küstenbefeuerung durch Gasfüllungslampen zu bewirken, und zwar sowohl in den festen Leuchtfeuern als auch auf den Feuerschiffen. Vor drei bis vier Jahren wurde die General Electric Co., Ltd., vor die Aufgabe gestellt, die bisher benutzten Bogenlampen, die eine dauernde Bedienung erforderten, durch Gasfüllungslampen gleicher Lichtleistung zu ersetzen. Hierbei wurde insbesondere gefordert, daß der Lichtstrahl so weit wie möglich mit seiner vollen Lichtstärke während der ganzen Sichtbarkeitsperiode reichen sollte, worauf dann sofort vollständige Dunkelheit folgen sollte. Gleichzeitig sollte der Leuchtkörper der Lampen so gedrängt sein, daß er genau mit dem Brennpunkte des optischen Systemes zusammenfiele, um jede Streuung des Strahles zu vermeiden. Die Aufgabe wurde mit Osramlampen gelöst, und zwar sind die jetzt in der Küstenbefeuerung benutzten Gasfüllungslampen die größten ihrer Art. Sie nehmen 4 kW auf, die Betriebspannung beträgt 80 V, die Stromzuleitungen haben also 50 A zu befördern. Die luftdichte Verbindung der Elektrodendrähte von 32,25 mm² Querschnitt mit den Glaswandungen hatte ganz außerordentliche Schwierigkeiten bereitet, die nach einer fast einjährigen Zeit des Studiums schließlich aber doch überwunden worden sind.

Die Einführung der Glühlampen gestattete es, den Betrieb fast vollständig von einer dauernden Beaufsichtigung unabhängig zu machen, wozu allerdings die Unterbringung von einer Ersatzlampe und eines Azetylennotbrenners, also von insgesamt drei Lichtquellen innerhalb

des optischen Systemes notwendig wurde. Zu diesem Zweck sind die Lichtquellen auf der Peripherie eines im optischen Systeme exzentrisch aufgestellten Drehtisches so aufgestellt, daß sich eine Lampe gerade im Brennpunkte des Systems befindet und diese Lampe allein leuchtet. Brennt eine Glühlampe durch, so dreht sich der Tisch selbsttätig um 120°, und die Ersatzlampe schaltet sich selbsttätig ein. Brennt auch diese Lampe durch, oder treten Störungen in der Stromzuführung ein, so dreht sich der Tisch so weit, daß der Azetylennotbrenner in den Brennpunkt hineinrückt. Hierbei wird in den gewarteten Leuchttürmen die Azetylenflamme von Hand angezündet, oder sie entzündet sich in den nicht dauernd beaufsichtigten Leuchtfeuern an einer dauernd brennenden Zündflamme, nachdem sich gleichzeitig mit der Einstellung der Azetylenflamme in den Brennpunkt selbsttätig ein Hahn geöffnet hat. Ist die Unterbrechung der Stromzufuhr beseitigt oder sind die durchgebrannten Glühlampen ersetzt worden, so rückt wieder die eine der Glühlampen in den Brennpunkt, und die Azetylenflamme erlischt.

Lichtblitze werden bei dieser Einrichtung in der Weise erzeugt, daß die brennende Lampe in den Brennpunkt ein- und herausgeschwungen wird. Hierbei wird die Stromzufuhr während der Dunkelperiode unterbrochen; in diesem Falle ist aber dafür Vorsorge getroffen, daß sich der Drehtisch nicht weiter dreht.

Bei dem berühmten Lizard-Leuchtfeuer war ein vollständiger Umbau der vorhandenen Anlage erforderlich. Die ursprüngliche Lichtquelle war eine Bogenlampe, die mit 30 V Spannung brannte. Der Strom wurde von Wechselstromgeneratoren geliefert, die sich bereits seit 40 ÷ 50 Jahren im Betrieb befinden, aber noch tadellos imstande sind. Da diese Maschinen nicht ohne weiteres für den Betrieb von 80 V-Glühlampen geeignet sind, werden sie umgebaut, um sie auf einen zufriedenstellenden Wirkungsgrad zu bringen. und es werden Transformatoren für den Betrieb der Glühlampen eingebaut. Die ganze Beleuchtungseinrichtung und auch das Triebwerk für die Linsen wurden für selbsttätigen Betrieb ausgestaltet (El. Review Bd. 102, S. 3). *lx*

Heizung.

Die elektrische Küche. — Direktor Fr. Marti, Langenthal, führt in einem Vortrage „Die elektrische Küche" folgendes aus: Für die Stellungnahme des Abnehmers zur elektrischen Küche ist neben den Strompreisen und Anschaffungskosten die Kochzeit und damit der Stromverbrauch maßgebend. Das Elektrizitätswerk hat bei Propagierung der elektrischen Küche seine eigene Leistungsfähigkeit zu prüfen. Bei den „Effektherden" (Kochtöpfe, Kochplatten, kurz alle direkt beheizten Geräte) ergibt sich der Anschlußwert eines Haushaltes mit durchschnittlich fünf Personen von 2,0 ÷ 3,5 kW, das sind im Mittel 3,0 kW, also ein mittlerer Stromverbrauch von 1 kWh auf einen Tag und Kopf des Haushaltes. Der Belastungsfaktor dürfte nach Erreichung eines gewissen Grades der Elektrisierung der Küche folgenden Wert haben:

a) Belastung in der Hausinstallation und der Zuleitung von den Abzweigungen im Verteilungsnetz an gleich 100 % des Anschlußwertes,
b) in der Transformatorstation und im Ortsnetz etwa 50 ÷ 30 % des Anschlußwertes, je nach der Zahl der Kochstellen,
c) im Werk 40 ÷ 25 % je nach der Zahl der Kochstellen, bei großer Anzahl sinkend bis 0,7 ÷ 0,6 kW auf eine elektrische Kochstelle.

Bei den in der Schweiz üblichen Lebensgewohnheiten, wonach die Hauptmahlzeit mittags eingenommen wird, tritt durch die elektrische Küche um die Mittagstunde eine wesentliche Mehrbelastung auf. Das Bestreben geht nun dahin, diese Spitze abzuschwächen, was mit Hilfe der elektrischen Speicherherde auch möglich ist, welche nach dem Prinzip der Warmwasserspeicher gebaut sind. Die größte Entwicklung hat das elektrische Kochen im kohlenarmen Schweden und Norwegen erreicht, und es kann nur immer wieder auf die dort gemachten Erfahrungen verwiesen werden. Die Verwendung der Speicherherde wurde insbesondere in Skandinavien durch äußerst günstige Strompreise, sogenannte Haushaltungstarife, gefördert.

Von den mannigfachen Ausführungen sind der Sarpsborg- und der Seves-Herd am meisten verbreitet. Nach eingehenden Versuchen weist ein Seves-Speicherherd einen Wirkungsgrad von etwa 62 ÷ 63 % auf, für eine fünfköpfige Familie ergibt sich ein jährlicher Stromverbrauch von etwa 2700 kWh. Zur Zeit stehen die hohen Anschaffungskosten der allgemeinen Einführung von Seves-Herden noch entgegen, doch können bei diesen Leitungen und Apparate der Hausinstallationen und Sekundärzuleitungen für wesentlich kleinere Stromstärken gewählt werden, was auch wieder Verbilligungen zur Folge hat.

Für wirtschaftliche Vergleiche zwischen Gas- und elektrischer Küche ist das Preisäquivalent zwischen Gas und Elektrizität nach den neuesten Erhebungen mit 1 : 3,5 für Küche und separaten Boiler, bei Anwendung eines solchen mit Nachtstromaufladung mit 1 : 3 anzunehmen.

In der dem Vortrag folgenden Erörterung wurde über den von Ing. Seehaus, Zürich, entworfenen Speicherherd näher berichtet, welcher es gestatte, durch Verwendung von regelbarem Heißluftstrom mehrere Heizplatten auf verschiedene Temperaturen zu bringen, wodurch den Gewohnheiten und Forderungen der Hausfrauen besser entsprochen werde. Außerdem ergebe sich bei dieser Konstruktion eine bessere Wärmeausnutzung und somit erhöhte Wirtschaftlichkeit. Die Energieaufnahme des Seehaus-Herdes habe sich als nur um 14 % höher erwiesen als die eines direkt beheizten Herdes mit Heißwasserspeicher. Dafür verteile sich die Leistungsaufnahme auf 20 h am Tag, so daß der Herd während der Belastungspitze des Werkes ausgeschaltet bleiben könne. Um die elektrische Küche jedoch allgemein einzuführen, seien vor allem günstige Anschlußbedingungen, Verzicht auf Sperrzeiten und Einheitstarife von den Werken zuzugestehen. Zu empfehlen sei, billige Sommertarife für Kochstrom auch im Winter für die gleiche Kilowattstundenzahl beizubehalten, es würde hierdurch ein gleichmäßiger ganzjähriger Bezug garantiert und der Abnehmer an der elektrischen Küche interessiert. Richtige Tarifpolitik und wirtschaftliches Arbeiten der Apparate sollen dazu führen, daß die elektrische Küche sich der Gasküche wirtschaftlich überlegen erweist. (Fr. Marti, Bull. SEV Bd. 19, S. 1.) *Ktw.*

Installation.

Konzentrische Steckvorrichtung mit Berührungschutz. — Bei der in Abb. 9 dargestellten Steckvorrichtung der Bergmann-Elektricitäts-Werke ist der Berührungschutz dadurch erreicht, daß die Kontakte a_1 und b_1 innerhalb der Steckdose A angeordnet sind und der Mittelkontakt an sei-

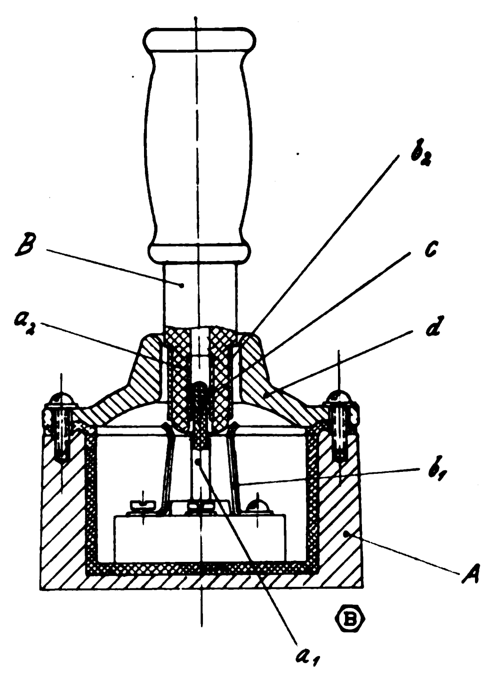


Abb. 9. Steckvorrichtung mit Berührungschutz.

nem vorderen Ende einen isolierenden Ansatz c besitzt, der sich bis in die Einführungsöffnung am Deckel d erstreckt. Durch den Isolieransatz wird verhindert, daß von der Einführungsöffnung aus ungewollt eine Berührung des Steckdosen-Mittelkontaktes a_1 stattfinden kann. Zugleich sperrt dabei der Isolieransatz die Einführungsöffnung in gewissem Umfang überhaupt gegen ein Eingreifen in die Dose ab. In der gezeichneten Stellung des Steckers sind die Kontakte a_2 und b_2 noch nicht mit dem Dosenkontakt a_1, b_1 in Berührung; der hochgeführte Kragen des Deckels d verhindert aber schon die Berührung der Kon-

taktteile. Die Schutzwirkung kann gemäß Abb. 10 noch verbessert werden durch Anordnung einer beweglichen, aus Isoliermaterial bestehenden und mit Öffnung für den Durchtritt der Steckkontakte a_1, b_1 versehenen Platte c. Sie ist durch Bolzen d_1, d_2 geführt und steht dabei unter Wirkung von Federn e_1 und e_2, so daß sie die gezeichnete

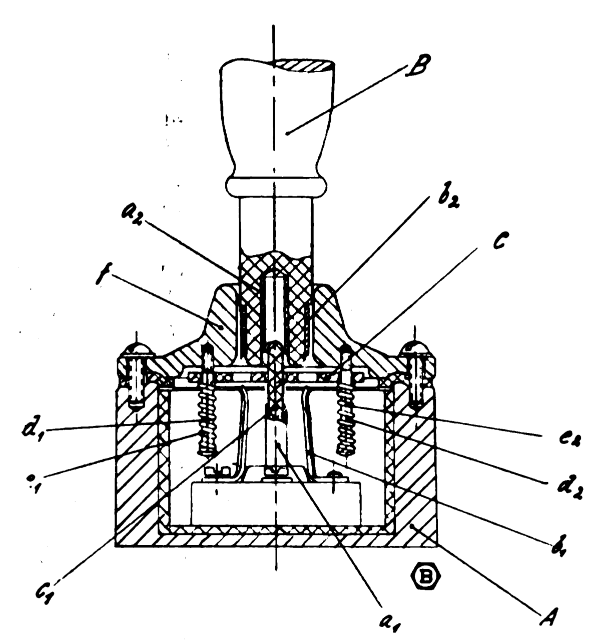


Abb. 10. Steckvorrichtung mit verstärktem Berührungsschutz.

Ruhelage vor den Steckdosenkontakten a_1, b_1 einnimmt. In dieser Lage sind dann die Steckdosenkontakte nach der im Dosendeckel f befindlichen Einführungsöffnung abgedeckt. Zugleich verhindert der am Mittelkontakt a_1 der Dose angebrachte Isolierstift c_1, ähnlich wie in Abb. 9, ein Eingreifen in die Steckdose. Die Steckvorrichtung ist für eine Stromstärke von 6 ÷ 10 A bestimmt. (Bergmann-Mitt. Bd. 5, S. 124.) *Ka.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Nutzbremsung bei Gleichstrom-Lokomotiven. — Beim Entwurf elektrischer Hauptbahnen, bei denen größere Strecken mehr als 6 ‰ Steigung haben, wird man meist elektrische Bremsung mit Stromrückgewinnung vorsehen. Es muß natürlich für jeden Fall zu erwägen sein, ob die bekannten Vorteile[1] der Bremsrückgewinnung nicht durch höheres Gewicht, Preis und Unterhaltungsarbeiten aufgewogen werden. A. Bredenberg jr.[2] untersucht die Unterschiede zwischen verschiedenen erfolgreich ausgeführten Bremsrückgewinnungsmethoden bei Gleichstrom-Hauptbahnlokomotiven. Entsprechend den verschiedenen Verfahren zur Erzielung einer Nebenschluß-Charakteristik der als Generatoren arbeitenden Antriebsmotoren lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden, von denen jede wieder in zwei Untergruppen zerfällt:

1. Erregung durch besonderen Erregergenerator, der
   a) von einem eigenen Antriebsmotor,
   b) von einer Lokomotivachse angetrieben wird.
2. Verwendung eines der Triebmotoren als Erregergenerator für die übrigen Motoren, wobei
   a) das Erregerfeld durch besondere Bremsschützen, Widerstände usw. gesteuert wird,
   b) die Fahrschützen und Widerstände hierzu verwendet werden.

Weiterhin unterscheiden sich die verschiedenen Verfahren durch Art und Weise, wie die nötige Elastizität gegen plötzliche Spannungs- und Gefälländerungen erreicht wird.

Als Beispiele für 1 a) werden die Güterzuglokomotiven der Chicago Milwaukee- und St. Paul-Bahn und die Lokomotive der Mexikanischen Eisenbahn angeführt. Sie unterscheiden sich dadurch, daß bei ersterer[3] der Strom im Erregeranker gleich der Summe der Ströme im Anker und Feld der Motoren ist, und zur Stabilisierung der Erregergenerator eine vom Strom der Hauptmotoren durchflossene Gegenkompoundwicklung trägt (Abb. 11), während bei den Mexiko-Lokomotiven im Erregeranker derselbe Strom fließt, wie in den Motorankern, und die nötige Elastizität im Betriebe durch einen von der Summe der Erreger- und Ankerströme durchflossenen Widerstand erreicht wird (Abb. 12). Trotz des geringeren Wirkungsgrades infolge des Spannungsabfalles im Stabilisierungswiderstand hat diese Anordnung den Vorzug, daß der Erregergenerator kleiner ausfällt und die Regelung einfacher wird.

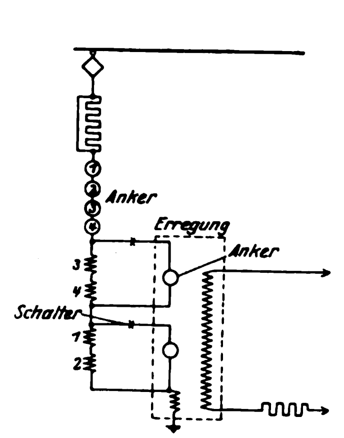


Abb. 11. Schema der Ch. M. u. St. P.-Güterzuglokomotiven.

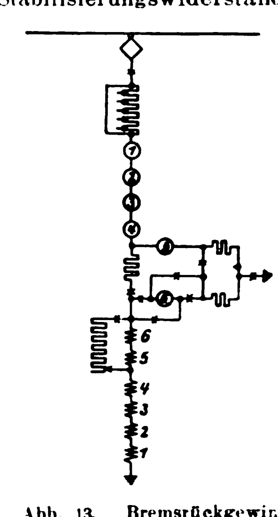


Abb. 13. Bremsrückgewinnungschaltung der getriebelosen Ch. M. u. St. P.-Personenzuglokomotiven.

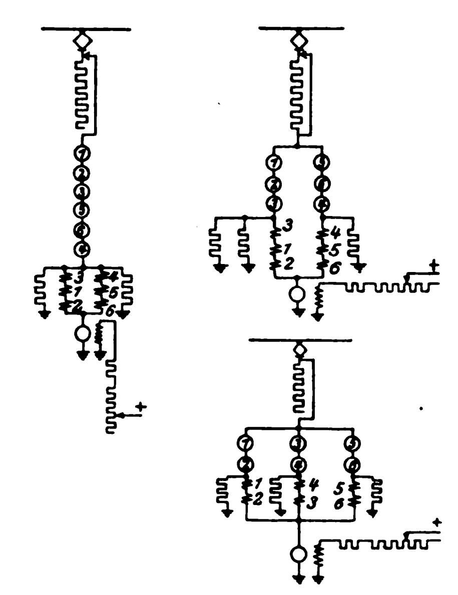


Abb. 12. Schema der Mexiko-Lokomotiven.

Wird der Erregergenerator von einer Lokomotivachse angetrieben (Anordnung 1 b), so fällt er, als langsam laufende Maschine, schwerer aus, und die Betriebscharakteristik der Bremsschaltung wird dadurch, daß die Drehzahl des Erregergenerators sich mit der Zuggeschwindigkeit ändert und sein Antriebsmoment als Bremsmoment hinzukommt, starrer. Der Vorteil, den diese Anordnung vielleicht bei Güterzuglokomotiven bieten könnte, kann im allgemeinen nicht ausgenutzt werden, da gerade bei diesen meist alle Achsen Treibachsen sind.

Als Beispiele für die Anordnung 2 a) dienen die Personenzuglokomotiven der Ch. M. und St. P.-Eisenbahn (Abb. 13), für die Anordnung 2 b) die Paulista-Lokomotiven[1] und die der Spanischen Nordbahn (Abb. 14). Zur Erreichung der nötigen Elastizität verwenden diese beiden Stabilisierungswiderstände, ähnlich wie die Mexiko-Lokomotiven.

Um die beiden Hauptgruppen der Rückgewinnungsverfahren in bezug auf Drehzahlbereich, Zuggewichte, Geschwindigkeitsbereich, innerhalb dessen Energie zurückgewonnen wird, und die Betriebsicherheit vergleichen zu können, werden für eine Anordnung, ähnlich der der Spanischen Nordbahn (6 Motoren. 3000 V, 86 t) die Bremskur-

[1] ETZ 1927, S. 1576.
[2] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 45, S. 613.
[3] ETZ 1927, S. 1488, Abb. 7.

[1] ETZ 1927, S. 1483 Abb. 8.



von aufgestellt, und zwar einmal für Verwendung des einen der 6 Motoren als Erregergenerator, das andere Mal unter Annahme eines besonderen Erregergenerators und Schaltung der 6 Fahrmotoren in Reihe oder in zwei parallelen Gruppen zu je 3 in Reihe.

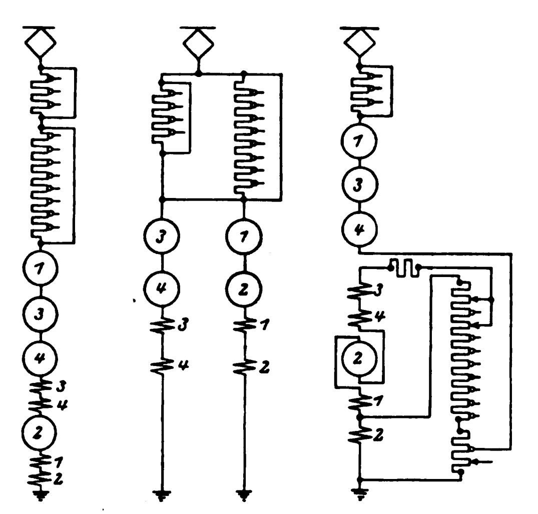


Abb. 14. Schaltung der Paulista-Güter- und Personenzuglokomotive.

Es zeigt sich, daß die Motorerregung vorzugsweise bei kleinen Gefällen (1⅓ % und darunter) anzuwenden ist, bei größeren Gefällen nur dann, wenn die Gefällestrecken kurz sind. Das Anwendungsgebiet der getrennten Erregermaschine liegt dagegen bei Gefällen von 2 % und darüber, vorausgesetzt, daß die Gefällestrecken verhältnismäßig lang sind. Ein Vorzug der Anordnung mit besonderer Erregermaschine ist es ferner, daß beim Fahren und Bremsen die gleiche Motorgruppierung beibehalten werden kann; dagegen sind die zusätzlichen Kosten der Bremseinrichtung geringer bei Verwendung eines Motors zur Erregung. (A. Bredenberg jr., J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 45, S. 613.) *Ro.*

Bergbau und Hütte.

Regelung elektrischer Widerstands- und Lichtbogenöfen. — M. Mathieu berichtet über Regelverfahren an elektrischen Öfen zum Schmelzen von Metallen.

Erster Teil: Temperaturregelung für Widerstandsöfen.

Es werden zwei Hauptgruppen der Regelung unterschieden:

1. Ein- und Ausschalten der ganzen Leistung,
2. stetige Veränderung derselben (Einteilung nach Reglern, die die Aufnahme verändern und solche, die die Zeit, während der der Ofen ausgeschaltet ist, verändern, entsprechend den beiden Faktoren: kW × Zeit, wäre übersichtlicher).

Als Fühlorgane können alle zur Temperaturanzeige verwendeten Geräte dienen, so z. B. auf Ausdehnung von Gasen und Flüssigkeiten (Luft oder Toluol), Ausdehnung von festen Körpern, Thermostrom und Widerstandsänderung beruhende Geräte. Stetige Änderung der Stromstärke kann durch Vorschaltwiderstände erzielt werden, die durch Spezialmotoren oder durch Thuryregler gesteuert werden. Zur Konstanthaltung des Stromes können Eisenwiderstände in Wasserstoff verwendet werden. (Diese Widerstände sind gewöhnlich nur für geringe Leistungen in Verwendung; die Regelung industrieller Öfen auf diese Weise wäre sehr unwirtschaftlich und würde also nur für Laboratoriumsöfen in Frage kommen.) Es werden die verschiedenen Möglichkeiten, die Spannung zu verändern, aufgezählt.

Hierauf folgt eine Beschreibung verschiedener Systeme: Luftthermometer (erreichte Genauigkeit 1°), Toluol-Thermometer; bei der von Reinders und Hamburger[1] beschriebenen Einrichtung wird das Toluol von einem im Nebenschluß liegenden Heizwiderstand erwärmt. (Hier fehlt eine Erläuterung, ob und inwieweit bei dieser Anordnung der bekannte Nachteil der Temperaturnacheilung vermieden ist. Die Anordnung ist zudem nur verwendbar, wenn der Wärmeverbrauch völlig gleichmäßig ist; denn zur Anzeige dient der Strom, nicht die Temperatur.) Die Differenz der Ausdehnung fester Körper ist auch bei den günstigsten Kombinationen zweier Materialien so klein, daß eine wesentliche Verstärkung nötig ist, um sie zur Anzeige auszunutzen. Das Material darf natürlich in dem Gebiet der zu regelnden Temperatur keine Umwandlung erfahren. Als Materialien geringer Ausdehnung werden genannt: Invarstahl, Pyrometall (eine Nickel-Chrom-Wolframlegierung ohne Umwandlungspunkt zwischen 200 und 1000°), Porzellan und geschmolzenes Silizium. Als Materialien starker Ausdehnungsnutzung kommen in Frage: Hartgummi, Messing, Monelmetall, Bronze, Nickel, Stahl, Chromnickelstahl, Chromnickel und Rotkupfer. Für Temperaturen bis 700° kommt die Verwendung eines Stahlrohres mit einem Innenstab aus Silizium in Betracht. Für höhere Temperaturen eignet sich ein Chromnickelrohr, das jedoch mit dem Siliziumstab nicht in Berührung stehen darf. Angeblich ist für reduzierende Atmosphäre Chromnickel nicht zu empfehlen. (Das steht im Widerspruch zu deutschen und amerikanischen Erfahrungen, wo in Blankglühöfen vielfach Chromnickel verwendet wird.)

Als Beispiel eines Reglers, der auf der Differenz der Längendehnung zweier fester Körper beruht, wird der Arcaregler sehr ausführlich beschrieben: Die Nutzbarmachung der Längendehnung für die Schaltung erfolgt durch eine Membran, die mit Druckwasser in Verbindung steht. (Andere Regler nach ähnlichem Prinzip werden nicht einmal erwähnt, es fehlen weiter Angaben über Regler mit anderen Übertragungsmitteln.)

Ferner werden verschiedene Anordnungen von Thermoelementen für Regelzwecke besprochen; besonders hervorgehoben zu werden verdienen eine Anordnung von Oyana[1], bei der das Kontaktinstrument den Gitterkreis eines Verstärkers steuert und eine Anordnung von Barfield[2], bei der der Instrumentenzeiger ein kleines Thermoelement trägt, das auf die Temperatur einer Heizspule anspricht, deren Lage der zu regelnden Temperatur entspricht.

In Laboratorien[3] wurden zur Steuerung von Öfen Wattmeterrelais verwendet, die den mittleren Verbrauch der Öfen durch Aus- und Einschalten des Heizstromes in vorgeschriebenen Zeitabständen konstant erhalten. Die Verwendung des Thury-Reglers und der Wheatestone-Brücke werden kurz gestreift; auch mit Wasserstoff gefüllte Eisenwiderstände, die die Stromstärke annähernd konstant erhalten, können für Regelzwecke gebraucht werden. Im Anschluß wird auf die Mittel zur Spannungsveränderung hingewiesen. Als Schluß des ersten Abschnittes werden ganz abseitsliegende Regelmethoden erwähnt; der auf der Änderung der magnetischen Eigenschaften beruhende Indikator von **Wild-Barfield**, die Veränderung des Druckes auf Graphitringe von Kohlegrießöfen und schließlich die Momentschalter, die bei elektrischen Widerstandschweißmaschinen verwendet werden.

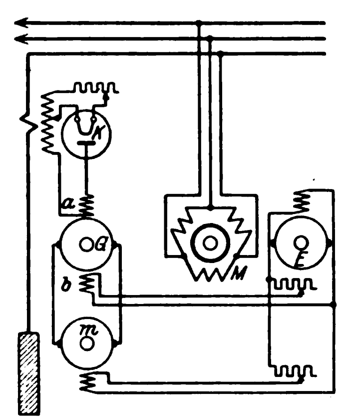


Abb. 15. Schaltung für Leistungsregelung, System GEC.

Zweiter Teil: Leistungsregelung von Lichtbogenöfen.

Es kommt nicht eine Temperaturregelung in Frage, sondern eine Regelung der Elektrodenstellung, abhängig von dem sie durchfließenden Strom. Es werden eingehend die verschiedenen Regelsysteme besprochen: Thury-Regler, der über einen Stromwandler vom Elektrodenstrom beeinflußt wird. Der eigentliche Regler, dessen Konstruktion nicht besprochen wird, ändert mit Hilfe eines Umschalters den Drehsinn des Elektrodenantriebsmotors (Kurzschlußmotor, gebremst durch einen Ölkatarakt). Für kleine Öfen mit Elektrodengewichten unter 50 kg kann die Zwischenschaltung des Motors entfallen. Der Regler arbeitet direkt auf die Elektroden.

---

[1] Fours électriques et chimie (Direction de Paul Lebeau) S. 70.

[1] Proc. phys. math. Soc., Japan, 1926. Journ. Phys. 1927, S. 75 D.
[2] The Electrician Bd. 97, S. 614.
[3] Bull. de la Soc. Franç. de Phys. 1925, Nr. 219.

Von den Systemen mit Schützen werden erwähnt: Der AEG-Regler[1], SSW-Regler[2] und Skovill-Regler[3]. Auch der Tirill-Regler kann zur Steuerung der Elektroden verwendet werden.

Ausführlicher wird ein Verfahren der General Electric Co. besprochen (Abb. 15). Vom Netz wird der Hauptantriebsmotor *M* gespeist, der die beiden Generatoren *E* und *G* antreibt. Der Generator *E* dient als Erregermaschine für den Elektrodenantriebsmotor *m* und den Generator *G*. *G* hat noch eine zweite Erregerspule, die vom Gleichrichter *K* gespeist wird, der wechselstromseitig an einem Stromwandler liegt, welcher vom Elektrodenstrom durchflossen ist.

Hydraulisch wirkende Regler: Ein Regler der Arca-Gesellschaft steuert die Elektroden durch einen Kolben. Die Flüssigkeitströmung im Kolben wird über ein Relais und einen dem Temperaturregler-System Arca ähnlichen Apparat vom elektrischen Strom beeinflußt. Beim BBC-Regler werden die Elektroden ebenfalls durch Kolben bewegt, wobei die Flüssigkeit im Zylinder unmittelbar vom Relais (ohne Zwischenschaltung eines Membranstückes wie beim Arca-Regler) gesteuert wird. Zum Schluß werden die für einen Vergleich verschiedener Regler wesentlichen Punkte hervorgehoben. Der Vergleich kann sich erstrecken auf

1. Betriebsicherheit,
2. Geschwindigkeit der Regelung,
3. Proportionalität zwischen Bewegung des Reglers und Stromabweichung,
4. Anschaffungskosten.

Bezüglich der Betriebsicherheit sind die hydraulischen Regler am günstigsten. Die Geschwindigkeit der Regelung hängt von der Eigenträgheit der Regler ab. Auch in dieser Beziehung sind die hydraulischen Regler mit Rücksicht auf die Unzusammendrückbarkeit des Wassers den Reglern mit Elektromotoren überlegen. Das GEC-System mit Gleichrichter wird als günstiger bezeichnet als die elektromagnetischen Systeme mit Schützen. Die Proportionalität zwischen Bewegung des Reglers und Stromabweichung ist bei den Reglern mit Gleichrichtern und bei den hydraulischen Reglern in weit höherem Maße vorhanden als bei anderen Systemen, bei denen die Motoren mit gleicher Drehzahl laufen, unabhängig von der Größe der Stromänderung. Die Anschaffungskosten für die Regeleinrichtung sind im Verhältnis zu den Gesamtanschaffungskosten eines Ofens vernachlässigbar klein.

Es erscheint nicht gerechtfertigt, die beiden voneinander unabhängigen Aufgaben, Temperaturregelung bei Widerstandsöfen und Leistungsregelung bei Lichtbogenöfen, in Parallele zu setzen. Die Arbeit von Mathieu bringt aber eine dankenswerte Zusammenstellung verschiedener in der Literatur verstreuter Angaben. Es fehlt aber, was die Widerstandsöfen betrifft, jegliche Gliederung der Regler, sei es nach ihrem Aufbau, ihrer Verwendung oder ihrer wirtschaftlichen Auswirkung. Ferner vermißt man eine Besprechung der Theorie der Regelung. (M. Mathieu, Bull. Soc. Franç. des El. Bd. 7, S. 1007). *Pk.*

Der elektrische Betrieb im Steinkohlenbergbau. — Im Ausschuß für Bergtechnik und Wärmewirtschaft berichtet Dr. A. Gärtner über die Anwendbarkeit elektrischen Antriebes im Steinkohlenbergbau. Er weist insbesondere darauf hin, daß sich die Förderleistung durch Verbesserung der Beleuchtung unter Tage wesentlich steigern läßt und fordert für Arbeitstätten als geringste Helligkeit 15—30 Lux. Eine weitere Verbesserung könne dann noch in der Weise vorgenommen werden, daß man Decken und Bergeversatzmauern mit Kalk bespritzt, um auf diese Weise einen Lichtgewinn durch die reflektierenden Strahlen zu erhalten. Er rechnet damit, daß man bei diesem Verfahren mit $^1/_{20}$ der sonst erforderlichen Lichtmenge auskommen kann. In einem Pfeiler von 120 m Länge, in welchem 3 Felder offen stehen, würde man alle 4 m eine Lampe von 200 HK unterzubringen haben. Es wären einschließlich jährlicher Tilgung und Verzinsung der Beleuchtungsanlage höchstens 10 Pf/t für eine Beleuchtung von 30 Lux auszugeben, die gegen die heutige von 0,01 Lux (Kosten 3 Pf/t) um das 3000fache heller ist.

Bezüglich des Antriebs von hammer- und hackenartigen, also schlagenden Werkzeugen, steht Gärtner auf dem Standpunkt, daß die Druckluft heute, und zwar auch über Tage noch, mit Recht das Feld behaupten. — Es werden auch Betrachtungen angestellt über Schleppkabel, die zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher dienen. Die in Abb. 16a dargestellte Kabelbauart läßt erkennen, daß bei wiederholten Biegungen die sich berührende Sonderisolierung der vier Litzen (*a* ist eine Erdungslitze) beschädigt werden und dadurch Schluß eintreten kann. Auch in der Ausführung nach Abb. 16b, bei der die isolierten Leiter jeder für sich in die Füllmasse mit gegenseitigem Abstand gebettet sind, kann infolge eines Steinfalles das ohne ausreichenden Durchhang verlegte Kabel zerreißen und ein Funke auftreten. Die dritte Bauart (Abb. 16c) wird als die beste hingestellt. Inmitten der vier Litzen liegt der dünne Draht *a* und nahe dem äußeren Umfang das Kupfergeflecht *b*. Zwischen diesen fließt über ein Relais ein Ruhestrom als Steuerstrom. Beim Eintreten einer Störung zerreißt zuerst der innere Draht, während die mit Drall verlegten Litzen nachgeben. Bis auch sie zerreißen, ist der Schalter längst herausgeworfen: eine Funkenbildung ist also auch bei plötzlichem Bruch nicht zu befürchten. Man kann auch durch ein besonderes Relais jedes Einschalten unmöglich machen bzw. die Ausschaltung bewirken, wenn die Erdung eine Verschlechterung oder Unterbrechung erleidet oder wenn eine Phase überlastet wird.

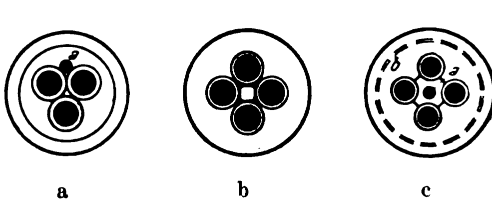


Abb. 16. Querschnitte durch Leitungen für ortsveränderliche Stromverbraucher.

Man geht heute schließlich dazu über, in den Abbauen die Schalter an den Maschinen fortzulassen und die außerhalb der Gefahrzone aufgestellten Schalter über Relais mittels Druckknopf zu betätigen.

Als reine Kraftkosten kann man bei Druckluftbetrieb für 1 PSe, an der Arbeitswelle vor Ort gemessen, das 5fache des elektrischen Betriebes rechnen. Die Anlagekosten bei Druckluft- und elektrischem Betrieb, auf 1 PS bezogen, veranschaulicht Abb. 17.

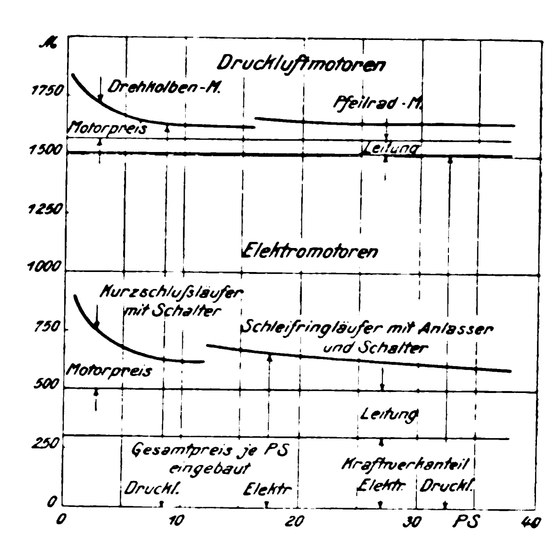


Abb. 17. Anlagekosten bei Druckluft- und elektrischem Betrieb.

Die Stromerzeugung kann in Grubenkraftwerken und in Großkraftwerken erfolgen. Immer mehr, besonders in England, bricht sich der Gedanke Bahn, daß ein elektrisch betriebener Grubenbetrieb am zweckmäßigsten an ein Großkraftwerk angeschlossen wird. Damit bietet sich die Möglichkeit, die viel billigere Asynchron-Fördermaschine zu entwickeln; außerdem ist die Ausgleichs- und Speicherungsmöglichkeit einer der größten Vorzüge von parallel miteinander arbeitenden Großkraftwerken. Es kommt ferner hinzu die Möglichkeit des Einsatzes der für jede Belastung geeignetsten Kessel- und Maschinenart.

[1] Druckschrift der AEG: Elektrizität im Eisenhüttenwerk S. 198.
[2] Kerpely, Zentralbl. d. Hütten- u. Walzwerke v. 12. 5. 1926.
[3] Engl. Patent 140 789.



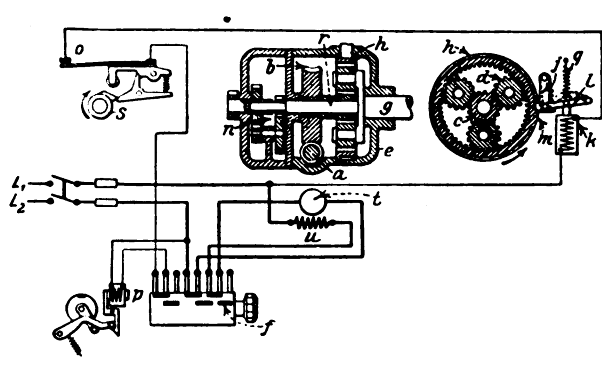
In der Diskussion kam Dipl.-Ing. H. Müller auf Grund von Betriebszahlen der Zeche Zentrum-Morgensonne zu dem Ergebnis, daß die Kraftkosten die Verwendung der Elektrizität zwar nahe legen, die Gesamtrechnung aber zugunsten der Preßluft ausfällt. Er glaubte folgern zu dürfen, daß es auch im günstigsten Falle nicht möglich sein wird, durch Einführung des elektrischen Antriebes 40—50 % zu sparen, wie es vielfach angegeben wird. Er weist besonders auf den hohen Betrag für das Kabelnetz hin und bemerkt dazu, daß die Kabel als solche bei den größeren Abmessungen gegenüber den Preßluftleitungen für den lfd. Meter billiger, dagegen die Schalter und sonstigen Sicherungseinrichtungen ganz erheblich teurer seien als die Luftventile und Schieber. Ein weiterer Umstand, der gegen die Einführung der Elektrizität spricht, liege darin, daß die bergmännischen Verhältnisse fast nirgends eine volle Ausnutzung der eingesetzten Maschinen entsprechend ihrer Größe und Leistungsfähigkeit zulassen. Endlich betonte H. Müller, daß im Ruhrbezirk von 113 000 Kleinarbeitsmaschinen etwa 75 000 Schlagwerkzeuge sind, die man nach den heutigen Erfahrungen noch nicht elektrisch betreiben könne.

Gegen Müller wendet sich Bergassessor Bruch mit dem Einwand, daß Vorredner die Belastungen auf der elektrischen Seite und damit die Kabelquerschnitte zu groß gewählt habe, infolgedessen gingen die Anlagekosten der Kabel bis fast auf die Hälfte zurück; desgleichen sei die Anzahl der Transformatoren zu hoch eingesetzt, ebenso wie einiges Installationsmaterial. Ferner seien die Tilgungssätze stark zu ungunsten der elektrischen Anlage gewählt. Bruch kommt zu dem Ergebnis, daß die Belastung der geförderten Kohle nur 0,67 RM beim elektrischen Antrieb gegenüber 0,79 RM bei Preßluftantrieb beträgt.

In einer im „Glückauf", Bd 6, S. 525, veröffentlichten Arbeit von Bruch, die als eine Erweiterung der Aussprache anzusehen ist, gibt der Genannte das Ergebnis des Elektrisierungsversuches auf der Zechenanlage Minister Stein bekannt. Es zeigt sich eine weitgehende Überlegenheit des elektrischen Betriebes. Die Kraftersparnis betrug bei den Rutschenmotoren 79,3 %, bei den Gebläsen 70,4 %, bei den Bohrmaschinen 84,0 %; der durchschnittliche Gesamtwirkungsgrad sei bei den elektrischen Maschinen um 74 % besser. Durch eine ortsfeste elektrische Beleuchtung erreichte man, daß die Kohle um 2 % reiner geliefert wurde. Bei den Versuchen stellte sich allerdings heraus, daß das elektrische Bohrwerkzeug den Anforderungen nicht genügte und den Preßluftgeräten unterlegen war. Überaus schwierig wurden die Arbeiten beim Bohren im Nebengestein. Die Heranziehung schwerer Säulenbohrmaschinen für diesen Zweck ist in den Strecken nicht möglich, weil erstere unhandlich sind und ihre Aufstellung soviel Zeit beanspruchen würde, daß sich währenddessen mit dem Preßlufthammer bereits die entsprechende Anzahl von Bohrlöchern herstellen läßt. Bruch ist also der Ansicht, daß man Preßluft für den Abbau noch beibehalten muß. Die wirtschaftlichen Untersuchungen ergaben, daß die Tonne Kohle bei reinem Preßluftbetrieb mit 0,64 RM, bei gemischtem Betrieb mit 0,42 RM belastet ist, wobei man beachten muß, daß die Gestehungskosten für den Preßluft- und Kilowattstundenpreis ohne Tilgung und Verzinsung eingestellt sind, damit sich einheitliche Tilgungs- und Verzinsungssätze für das Anlagekapital ergeben. Die Elektrizität arbeitet mit einem größeren Wirtschaftlichkeitsgrad und ist daher bei allen Maschinen am Platze, die sich elektrisch betreiben lassen, abgesehen von Schlagwerkzeugen. Der gemischte elektrische und Preßluftbetrieb ist die geeignete Betriebsform. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung hat für die Zeche Minister Stein eine Ersparnis an Selbstkosten von 22 Pf/t ergeben. Die Abbaubeleuchtung ergab sogar einen Gewinn von 8 Pf/t, so daß eine Selbstkostenverminderung von insgesamt 30 Pf/t eintritt. (A. Gärtner, Glückauf, Bd. 63, S. 477, 513, u. Bruch, S. 525.) *Ka.*

Elektrische Antriebe.

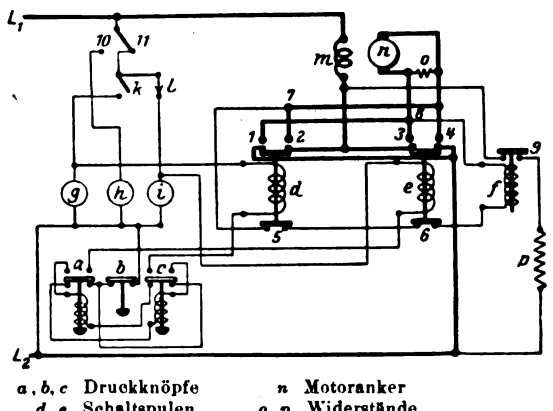
Elektrischer Antrieb von Ventilen. — Bei elektrisch betätigten Ventilen muß darauf geachtet werden, daß der Ventilschluß so rasch als möglich, absolut dicht erfolgt, und daß die Antriebskraft zur rechten Zeit abgeschaltet wird. Der Motor muß ein hohes Drehmoment und Seriencharakteristik besitzen. Die Geschwindigkeit des Ventilschlusses wird von K. M. White zu 31 ÷ 47 cm/min für Wasserventile und zu 47 ÷ 62 cm/min für Dampfventile angegeben. Die Wirkungsweise der von der Cutler-Hammer Manufacturing Co. gebauten elektrisch betätigten Ventile geht aus Abb. 18 hervor. Der Motor treibt mittels Schneckenrad und Planetengetriebe die Welle *g* an, welche einerseits mit den Achsen der Planetenräder *d*, anderseits mit der Ventilspindel verbunden ist. Bei Drehung des Zentralrades *c* wird sich durch Vermittlung der Räder *d* das Außenrad *h* so lange drehen, bis es mit seinem Anschlag *m* auf den Nocken der am Gehäuse *e* befestigten Sperrklinke *i* trifft. In diesem Augenblick erfolgt eine schlagartige Wirkung auf die Ventilspindel und das Ventil wird gedreht. Die Sperrstellung des Nockens wird dadurch bewirkt, daß beim Anlassen des Motors das Solenoid *k* Strom erhält und den Kniehebel *l* streckt. Wird der



a	Schnecke	*k*	Solenoid
b	Schneckenrad	*l*	Kniehebel
c	Zentralrad	*m*	Anschlag
d	Planetenräder	*n*	Zahnradübersetzung
e	Gehäuse	*o*	Grenzschalterkontakt
f	Öffnungskontakte	*p*	Relais
g	Wellen	*s*	Nockenwelle
h	Rad mit Innenverzahnung	*t*	Anker
i	Sperrklinke	*u*	Feld

Abb. 18. Elektrischer Ventilantrieb.

Solenoidstrom unterbrochen, so knickt der Kniehebel unter der Wirkung einer Feder ein und zieht den Nocken von *i* zurück, so daß kein Eingriff mit *m* mehr möglich ist. Die Ausschaltung erfolgt durch einen Endausschalter, der durch eine Nockenwelle *s* betätigt wird. Die letztere wird von der Welle *r* durch Zahnradübersetzung angetrieben. Nach Öffnung des Kontaktes *o* durch die Nockenwelle gibt das Relais *p* eine Sperrklinke in der Kontrollstation frei, so daß sich ein Walzenschalter um einen bestimmten Betrag drehen und damit den Motor ausschalten kann. Der Nocken der Sperrklinke *i* ist etwas abgeschrägt, so daß auch bei Bruch der Feder des Kniehebels *l* der remanente Magnetismus den Eingriff nicht aufrechterhalten kann. Signallampen sind angebracht, um die jeweilige Betriebstellung erkennen zu können. Das Ventil kann auch jederzeit von Hand betätigt werden; in diesem Falle wird der motorische Antrieb durch das Drehen des Handrades selbsttätig entkuppelt.



a, b, c	Druckknöpfe	*n*	Motoranker
d, e	Schaltspulen	*o, p*	Widerstände
f	Bremsspule	*10*	Kontakt für Betätigung von Hand
g, h, i	Signallampen	*11*	Kontakt für selbsttätigen Betrieb
k, l	Grenzschalter		
m	Motorfeld		

Abb. 19. Elektrischer Ventilantrieb mit dynamischer Motorbremsung.

Die Amerikaner arbeiten auch, um den Motor nach dem Abschalten rasch zum Stillstand zu bringen, mit dynamischer Motorbremsung, wie aus dem System Abb. 19 der Chas. Cory & Son, Inc., hervorgeht. Wenn das Ventil offen ist, ist der Endausschalter *l* geschlossen und die

Lampe *i* leuchtet. Beim Schließen des Druckknopfes *a* wird ein Stromkreis hergestellt von L_1 über den Kontakt *11*, den geschlossenen Endausschalter *l*, die kontaktgebende Spule *e*, die oberen Kontakte des geschlossenen Druckknopfes *c*, den „Halt"-Druckknopf *b* nach L_2. Dann hält die Haltespule ihren Druckknopf so lange geschlossen, bis *b* gedrückt oder *l* ausgeschaltet wird. Die Spule *e* betätigt die voneinander isolierten Kontakte 3 und 4, wodurch der Motor ans Netz gelegt wird und anläuft. Sein Stromkreis geht von L_1 durch das Serienfeld *m*, Kontakt *3* und Anker *n*, über Kontakt *4* nach L_2. Die Öffnungsoperation bei geschlossenem *k* und offenem *l* geht in derselben Weise vor sich, nur wird dann Spule *d* betätigt, und durch Schließen der Kontakte *1* und *2* geht der Strom in entgegengesetzter Richtung durch den Anker. Der Motor läuft nun so lange, bis der Grenzschalter *k* den Stromkreis unterbricht und damit die Spule *e* zum Öffnen des Motorkreises veranlaßt; gleichzeitig werden die Kontakte *6* geschlossen, so daß nun der Motoranker über *5* und *6* auf die Bremsspule *f* arbeitet. Die Spule *f* schließt dann Kontakt *9*, und das Motorfeld wird über den Widerstand *p* direkt an die Sammelschienen L_1 und L_2 gelegt. Es tritt dann eine dynamische Bremsung ein, der Motor arbeitet als Generator, fällt rasch ab und kommt zum Stillstand. Da sich eine Nebenschlußwicklung bei der dynamischen Bremsung nicht gut verwenden läßt, ohne die Anlage sehr zu komplizieren, liegt dauernd ein Widerstand *o* parallel zum Anker; wenn der Motor läuft, verhindert *o*, daß der ganze Feldstrom durch den Anker geht. Auf diese Weise wird jederzeit ein Mindestmaß von Erregung erreicht und eine überhandnehmende Geschwindigkeit bei geringen Belastungen verhindert. (K. M. White, Power Bd. 66, S. 518.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Messung der Übertragungsgüte von Telegraphenleitungen. — Hört ein geübter Telegraphenbeamter die Zeichen einer Klopferverbindung am Empfangsrelais ab, so kann er sich wohl ein Urteil über die Güte der Zeichen bilden, wenn auch seine Angabe ungenau und individuell verschieden ist. Wird aber auf einer Leitung mit höheren Geschwindigkeiten gearbeitet, so kommt man mit dieser Prüfungsmethode nicht mehr aus. Man läßt sich in diesem Fall vom Gegenamt einige Zeit ein sich immer wiederholendes Zeichen senden und beobachtet dabei den Zeiger des Empfangsinstrumentes. Um aber zahlenmäßig greifbare Daten zu erhalten, ist man in letzter Zeit bestrebt, neue Meßmethoden zu entwickeln. So haben Nyquist, Shanck und Cory Meßanordnungen ausgearbeitet, mit denen sich der Unterschied in der Länge der empfangenen Zeichen von den gesandten gleich in Prozenten ermitteln läßt. Sie unterscheiden folgende Verzerrungen der Zeichenlänge:

1. Die charakteristische Verzerrung, welche durch die elektrischen Daten des Stromkreises gegeben ist insofern, als durch die schlechte Form der Empfangskurve das Empfangsrelais Trenn- und Zeichenstrom nicht im ursprünglichen Längenverhältnis wiedergeben kann.
2. Die unsymmetrische Verzerrung. Diese wird verursacht durch unsymmetrische Batterie oder schlechte Einstellung der Relais und ist daran kenntlich, daß die Zeichen durchschnittlich länger oder kürzer sind als die Trennpausen.

Diese beiden Arten der Verzerrungen werden als systematische bezeichnet, im Gegensatz zu den zufälligen, auf die in der Abhandlung nicht näher eingegangen wird. Im allgemeinen sind beide Arten der Verzerrung gleichzeitig vorhanden. Wird bei normaler Schaltung festgestellt, daß *a* % Verzerrung vorhanden sind und daß dieser Betrag bei Umpolung der Batterie am Sende-Ende den Wert *b* erhält, so errechnet sich die charakteristische Verzerrung zu $\frac{a+b}{2}$ und die unsymmetrische zu $\frac{a-b}{2}$; denn bei Umpolung der Sendebatterie werden im Fall der unsymmetrischen Verzerrung die Zeichen länger, wenn sie vorher zu kurz waren, und umgekehrt. Die unsymmetrische Verzerrung kann aber auch für sich allein gemessen werden. Von den 4 Widerständen einer Wheatstoneschen Brücke sind 2 derselben vernachlässigbar klein gegenüber den anderen beiden. An den Eckpunkten der beiden kleinen Widertände liegt ein Instrument in der Diagonale. Die Verbindung zu einem der großen Widerstände kann durch den Anker des Empfangsrelais unterbrochen werden. Dieser Widerstand ist veränderlich, und zwar so, daß bei offenem Kontakt der Strom im Instrument gleiche Größe, aber entgegengesetzte Richtung hat wie bei geschlossenem Kontakt. Hat nun der Zeichenstrom genau dieselbe Länge wie der Trennstrom, so zeigt das träge Instrument keinen Ausschlag an. Ist es aber nicht der Fall, so weicht die Nadel von der Nullstellung ab. Durch Nachstellung des veränderlichen Widerstandes läßt sich der Zeiger wieder auf Null bringen. Die prozentuale Widerstandsänderung entspricht dann der prozentualen Unsymmetrie der Zeichen.

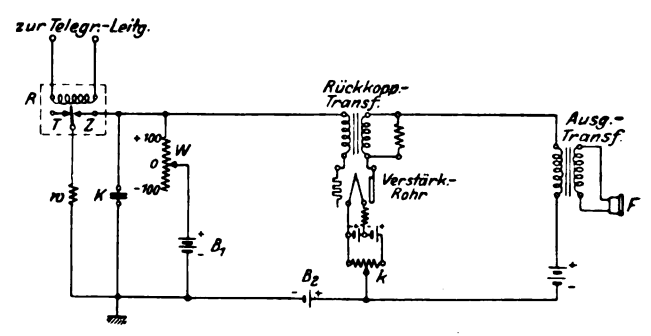


Abb. 20. Verzerrungsmeßeinrichtung für Telegraphierzeichen.

Zur Ermittlung der gesamten Verzerrung wird die in Abb. 20 gezeigte Meßanordnung benutzt. Liegt der Anker des Empfangsrelais *R* am Trennkontakt *T*, so wird der Kondensator *K* von der Batterie B_1 über den Widerstand *W* aufgeladen. Wird der Anker auf den Zeichenkontakt *Z* umgelegt, so kann sich der Kondensator über den Widerstand *w* entladen. Während nun *w* so klein ist, daß der Kondensator auch beim kürzesten Zeichen vollständig entladen wird, ist der Widerstand *W* so bemessen, daß der Kondensator sich in den Pausen nicht voll aufladen kann. Durch den Schleifkontakt *k* wird die Gittervorspannung so eingestellt, daß im Fernhörer *F* bei normalen Zeichen nichts zu hören ist. Dauert aber ein Zeichen länger, so steigt die Gittervorspannung infolge der höheren Aufladung des Kondensators *K* noch weiter an. Durch die Rückkoppelung des Anodenstromes ist jetzt die Anordnung in der Lage zu schwingen, und in *F* wird ein Ton hörbar. Durch Veränderung des Widerstandes *W* kann man den Ton wieder zum Verschwinden bringen. Die Widerstandsänderung gibt wieder die prozentuale Verzerrung an. Für genauere Laboratoriumsmessungen ist diese Anordnung noch weiter verfeinert worden.

Erhöht man in einer Telegraphierverbindung stetig die Sendegeschwindigkeit, so erreicht man schließlich einen Wert, bei dem einzelne Zeichen vom Relais nicht mehr weitergegeben werden. Da diese Geschwindigkeit über der Betriebsgeschwindigkeit liegen muß, so ist ihre Feststellung auch wichtig. Dies wird einfach dadurch erreicht, daß ein Kondensator, der am Anker des Empfangsrelais liegt, am Zeichenkontakt aufgeladen und am Trennkontakt über ein Instrument entladen wird. Der Ausschlag des Instrumentes ist direkt proportional der Geschwindigkeit. Wird die Geschwindigkeit erreicht, bei der das Relais nicht mehr sämtliche Zeichen wiedergibt, so fällt der Ausschlag des Instrumentes ab.

Soll der Gleichlauf der beiden Apparate einer Telegraphierverbindung festgestellt werden, so benutzt man eine Wheatstonesche Brücke aus 4 gleichgroßen Widerständen. An zwei gegenüberliegenden Punkten liegen die beiden Anker von Relais. Das eine nimmt den Empfangstrom auf, während das andere vom eigenen Apparat betrieben wird. Die beiden Trennkontakte sind mit dem einen Eckpunkt, die beiden Zeichenkontakte mit dem anderen Eckpunkt der Brücke über je einen Widerstand verbunden. Diese 4 Widerstände sind ebenfalls unter sich gleich. In der einen Diagonale liegt die Stromquelle und in der anderen ein Instrument. Dieses Instrument zeigt keinen Strom an, wenn beide Apparate genau gleiche Zeichen geben.

Ferner ist es bei Duplex-Verbindungen und den mit Entzerrungschaltungen ausgerüsteten langen Seekabeln wichtig, die Übertragungsgüte mit stark einseitigen Zeichen zu prüfen. Auch hierfür ist eine Brückenanordnung ausgearbeitet worden. Die Batterie liegt am Anker des Empfangsrelais und wird bald an den einen, bald an den anderen Brückenarm gelegt. Es wird der Anker an den einen Kontakt 4 Zeichenschritte lang angelegt, wobei durch das Brückeninstrument ein bestimmter Strom fließt. Hierauf wird der Anker nur eine Schrittdauer auf den anderen Kontakt gelegt. Die Brücke ist so bemessen, daß jetzt der Strom im Instrument den vierfachen Betrag hat. Bei rascher Wiederholung dieses

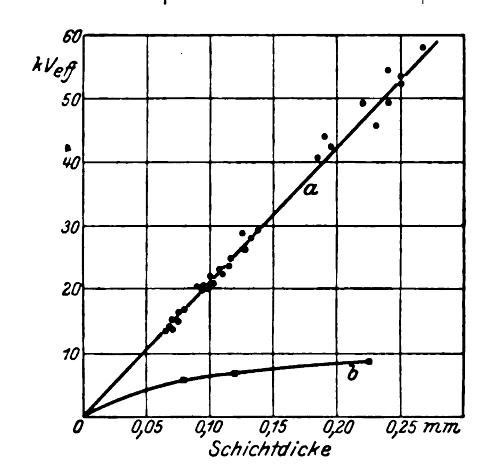
Zeichens kann das Instrument den einzelnen Stromstößen nicht folgen und die Nadel vibriert um Null, wenn die Zeichen genau im Verhältnis 1 : 4 ankommen. (H. Nyquist, R. B. Shanck u. S. I. Cory, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 231.)

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Durchschlag von festen Isolatoren in homogenen und nichthomogenen elektrischen Feldern. — Wird Glas in Plattenform in verschiedenen flüssigen Isolierstoffen bei Wechselspannug durchschlagen, so zeigt sich eine bedeutende Abhängigkeit der Werte der Durchschlagspannungen von der Art des Dielektrikums, wie aus Zahlentafel 1 zu sehen ist.

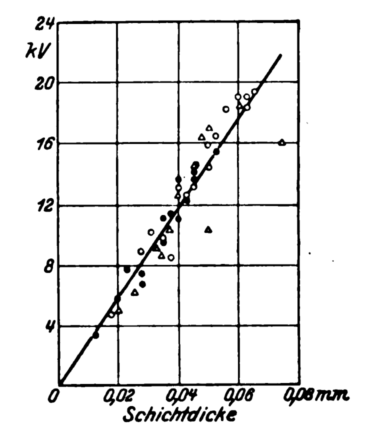
Zahlentafel 1.

Dielektrikum	ε	spez. Widerst.	Durchschlagspannung in kV Gleich-spannung	Wechsel-spannung	Stoß-spannung
Pentan	1,8	$7{,}5 \cdot 10^{18}$	12,8	6,65	7,7
Transformatoröl	2,2	$2{,}4 \cdot 10^{13}$	16,9	7,4	7,9
Rizinusöl	4,4	$2{,}3 \cdot 10^{11}$	18,4	7,4	7,4
Xylol	2,4	$9{,}1 \cdot 10^{10}$	18,7	12,8	7,9
Xylol + 12% Azeton	3,1	$0{,}9 \cdot 10^{8}$	21,3	20,7	9,0



a Xylol mit Azeton   *b* Öl

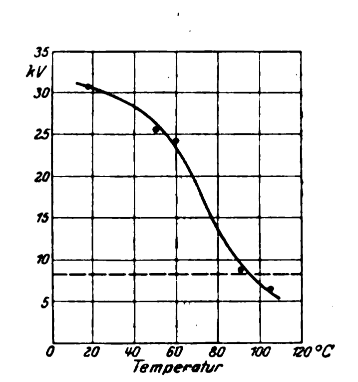
Abb. 21. Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Schichtdicke bei Deckgläsern (Wechselspannung 50 Hz, Temperatur 20°).





• Gleichspannung   ○ Wechselspannung 50 Hz   △ Stoßspannung 10^{-6} s

Abb. 22. Durchschlagsspannung von Glaskugeln aus Geräteglas (Temp. 20°).



Schichtdicke 0,1 mm • Gleichspannung — — — Stoßspannung 10^{-6} s

Abb. 23. Durchschlagsspannung von Deckgläsern in Xylol bei verschiedenen Temperaturen.

Die Durchschlagsspannungen liegen um so höher, je größer die Leitfähigkeit der Flüssigkeit ist. Auch die Art des Durchschlages selbst ändert sich. Während bei schlecht leitenden Flüssigkeiten der Durchschlag immer am Orte der größten Inhomogenität des elektrischen Feldes an den Rändern der Elektroden geschieht, liegt in der Lösung von Xylol und Azeton die durchgeschlagene Stelle bei Gleich- und Wechselspannung meist in der Mitte zwischen den Elektroden. Diese Erscheinung kann dadurch erklärt werden, daß die Flüssigkeit dank ihrer großen Leitfähigkeit die Inhomogenitäten des elektrischen Feldes entweder gänzlich aufhebt oder jedenfalls bedeutend schwächt.

Diese Beseitigung der Inhomogenität des Feldes erfordert augenscheinlich einige Zeit, da bei Stoßspannungen, die durch eine große Schnelligkeit des Anwuchses der Spannung charakterisiert werden, die Durchschlagspannungen bei allen, selbst gut leitenden flüssigen Dielektrika gleich niedrig liegen. Die eben beschriebene Methode, nämlich eine Einbettung in ein halbleitendes Medium, gibt uns die Möglichkeit, in vielen Fällen das Verhalten der festen Isolatoren im homogenen elektrischen Felde zu studieren, ohne daß eine vorläufige, oft mühsame mechanische Bearbeitung der Prüflinge erforderlich ist.

Weiterhin wurde die Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Schichtdicke untersucht. Sie erwies sich bei geschwächtem Randeffekt für Glasplatten der Dicke proportional (vgl. Abb. 21, Kurve *a*). Gleichspannung und Wechselspannung von 50 Hz gaben ungefähr dieselben (maximalen) Werte, nämlich $3 \cdot 10^6$ V_{max}/cm. Wurde die Inhomogenität des Feldes an den Elektroden ungeschwächt gelassen, so lagen die Werte der Durchschlagspannungen bedeutend niedriger und waren der Schichtdicke nicht mehr proportional (Abb. 21, Kurve *b*). Ähnliche an Glimmer ausgeführte Messungen führten zu denselben Resultaten. Falls der Randeffekt auf eine andere Weise, etwa durch eine entsprechende Gestaltung des Prüflings aufgehoben war[1], so ergab sich bei Glas wiederum eine Proportionalität zwischen Durchschlagspannung und Schichtdicke. Stoßspannungen gaben ungefähr dieselben (maximalen) Werte wie Gleich- und Wechselspannung (Abb. 22).

Die Temperaturabhängigkeit der Durchschlagspannungen erwies sich als folgende: Im Fall eines scharf ausgeprägten Randeffektes war bei Wechsel- und Stoßspannungen kein Temperaturgang zu merken. Im homogenen Felde dagegen erwies sich von Zimmertemperatur an der Einfluß der Temperatur als sehr bedeutend. Die Resultate einer der an Deckgläsern ausgeführten Messungen sind in Abb. 23 angeführt.

Es sind bis jetzt drei Theorien des Durchschlages vorgeschlagen worden: Die Wärmetheorie, die den Durchschlag als ein Labilwerden des thermischen Gleichgewichts des Isolators betrachtet; die rein elektrische Theorie, die den Durchschlag auf ein Labilwerden des elektrischen Gleichgewichts der Ladungen zurückführt, aus denen der Isolator aufgebaut ist (Zerreißen des Kristallgitters oder innere Stoßionisation); endlich die wärmeelektrische Theorie, die die beiden vorhergehenden zusammenfaßt und annimmt, daß der Durchschlag durch einen rein elektrischen Prozeß eingeleitet wird, der die Wärmeverluste im Isolator so weit vergrößert, daß weiterhin der Wärmemechanismus ins Spiel treten kann. Je nach der Art der angelegten Spannung, der Form des elektrischen Feldes und der Temperatur kann jeder von diesen drei Mechanismen dem Durchschlag zugrunde liegen. Bei hohen Temperaturen und homogenen elektrischen Feldern (Kurventeil *a*) geht der Durchschlag genau nach der reinen Wärmetheorie vor sich. Im nicht homogenen elektrischen Feld, in dem örtliche hohe Feldstärken vorhanden sind, fügt sich besonders bei Stoßspannungen der Durchschlag am besten in den Rahmen der rein elektrischen Theorie. Bei Zimmertemperatur und homogenen Feldern haben wir es am ehesten mit einem wärmeelektrischen Mechanismus zu tun. (L. Inge u. A. Walther, Arch. El. Bd. 19, H. 3, S. 257.)

Über Resonanzkurven von Siebketten (Anwendungen). — In einer früheren Arbeit von H. Goering[2] waren zur Diskussion von Resonanzkurven der zwischen Verbraucher und Erzeuger eingeschalteten Vierpole, insbesondere der Siebketten, die meistenteils bedeutend einfacheren Begriffe „Fortpflanzungsmaß" und „Wellenwiderstand" benutzt worden. Die hierbei gefundenen Zusammenhänge zwischen Fortpflanzungsmaß, Wellenwiderständen und Endwiderständen einerseits und den Resonanzkurven anderseits werden in einer neueren Arbeit desselben Verfassers an bestimmten Schaltungen gezeigt. Dabei werden nur die einfachsten Siebgebilde untersucht, da dieselben naturgemäß am häufigsten zur

[1] Am einfachsten ist es für solche Versuche, Glasröhren kugelig aufzublasen und in Quecksilber zu tauchen, so daß die Ränder der Elektroden an die dicken Teile der Röhre zu liegen kommen.

[2] Arch. El. Bd. 17. H. 3, S. 316.

Anwendung kommen. Außerdem zeigt sich, daß von diesen einfachen Schaltungen zum größten Teil auch auf das Verhalten der komplizierteren Schaltungsanordnungen geschlossen werden kann, wodurch eine besondere Behandlung der letzteren sich als unnötig erweist.

Zunächst werden für Fortpflanzungsmaß und Wellenwiderstand abgestimmter und verlustfreier symmetrischer Siebketten Formeln angegeben, in denen eine mittlere Frequenz im Spalt, der Wellenwiderstandswert bei dieser Frequenz und die relative Spaltbreite als Parameter vorkommen. Hierauf werden mit Hilfe dieser Parameter auch allgemeine Beziehungen für die Schaltelemente aufgestellt, was sich bei der Konstruktion der betreffenden Siebgebilde als sehr nützlich erweist. Zuletzt wird die Resonanzkurve des Verbraucherstromes bei Abschluß derselben (verlustfreien) Siebe durch beiderseits gleiche Ohmsche Widerstände in aller Strenge abgeleitet. Es zeigt sich, daß im allgemeinen nur für zwei bestimmte Wellenwiderstandsformen günstige Resonanzkurven bei geringstmöglichem Aufwand an Schaltungsmaterial zu erzielen sind. Die behandelten Schaltungen sind dabei so ausgewählt, daß ihre Resonanzkurven außerhalb des Spaltes Höchstkurven für alle Resonanzkurven mit denselben End- und Wellenwiderständen bilden, was sehr allgemeine Diskussionen zuläßt. Im Gegensatz hierzu werden innerhalb des Spaltes Mindestkurven der Resonanzkurven angegeben, die nur noch von den End- und Wellenwiderständen allein abhängen und infolgedessen auch ohne Hinzuziehung besonderer Schaltungsformen weitestgehende Schlüsse zu ziehen erlauben. (H. Goering, Arch. El. Bd. 19, H. 3, S. 312.)

Hochspannung.

Abschaltüberspannungen an leerlaufenden Transformatoren. — J. Kopeliovitch teilt die Ergebnisse zahlreicher Versuche mit, die sich eine möglichst vielseitige Untersuchung der durch Schaltvorgänge an leerlaufenden Transformatoren verursachten Überspannungen zum Ziel gesetzt hatten. Er gibt zuerst eine kurze Einführung in die Theorie der Entstehung von Schaltüberspannungen und schildert dann den Versuchsaufbau. Zur Verfügung standen Einphasentransformatoren von 3000 kVA, 15/60 kV, 50 Hz bzw. 1750 kVA, 1,33/15 kV, 16,6 Hz, schließlich ein Drehstromtransformator 6000 kVA, 12/34,65 kV, ΔY, 50 Hz. Zur Messung dienten Kugelfunkenstrecken, die mit Quecksilberlicht bestrahlt wurden. Der Meßfehler war kleiner als 10 %. Die Spannung wurde in Stufen von 10 % gesteigert und bei jeder Spannung 30 ÷ 40 Schaltungen vorgenommen. Die Transformatorenkerne lagen an Erde; als

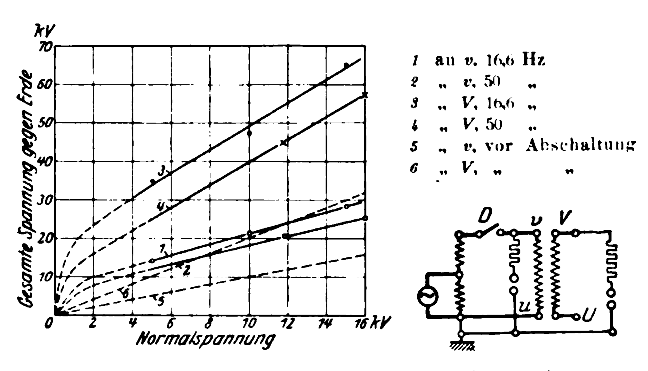
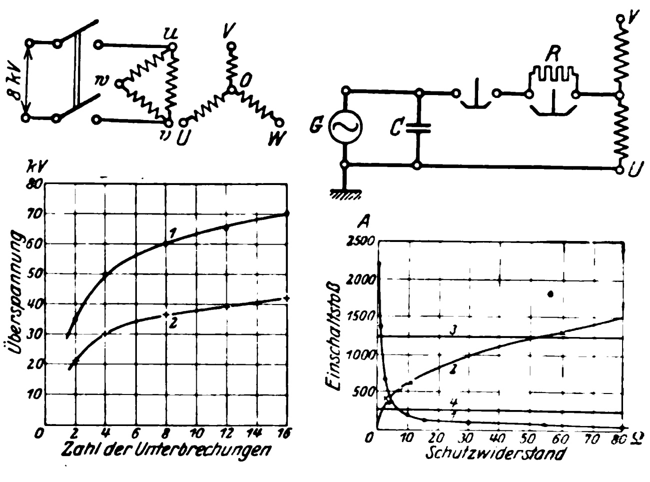


Abb. 24. Abschaltüberspannungen eines 3000 kVA-Einphasentransformators.

Überspannung wurde jeweils die gesamte Spannung gegen Erde gemessen, an einem ΛΛ-Transformator von 6000 kVA, 8,4/57 kV, 50 Hz jedoch auch die Spannungsverteilung längs der Wicklung. Die sehr ausführlich durchgeführten Versuche berücksichtigen verschiedene Schaltungen und geben zahlreiche Einzelwerte in Form von Zahlentafeln: hier können jedoch nur die Gesamtergebnisse mitgeteilt werden.

Für alle Versuche ergeben sich Kurven entsprechend Abb. 24, aus denen hervorgeht, daß die Überspannungen zuerst schnell, dann nahezu proportional der Normalspannung ansteigen. Das erklärt sich daraus, daß zuerst der Magnetisierungstrom verhältnismäßig gering ist und infolgedessen der Lichtbogen weniger stabil, die Unterbrechung plötzlicher ist; schließlich ist auch die durch die Bewegung der Schaltkontakte bewirkte Verlängerung des Bogens bei niedrigen Spannungen relativ größer, was wieder auf eine schroffe Unterbrechung hinwirkt. Die Kurven zeigen ferner bezüglich der Frequenz, daß bei 16,6 Hz höhere Überspannungen auftreten als bei 50 Hz. Der nach dem ersten Nulldurchgang wiederzündende Bogen ist am Ende der Halbperiode bei 16,6 Hz schon bedeutend unstabiler, als dies bei 50 Hz der Fall ist; die Unterbrechung geschieht schroffer und die Überspannung ist höher. Eine ähnliche Überlegung erklärt den Befund, daß die Überspannungen beim Schalten auf der Niederspannungseite höher sind als beim Schalten hochspannungseitig, eine im Betrieb wohlbekannte Tatsache. Der Bogen ist bei Niederspannung an sich kürzer, seine relative Verlängerung in jeder Periode ist viel größer und die schnellere Stromänderung bedingt die höhere Überspannung. Die Messungen zeigten ferner, daß auf demselben Schenkel befindliche Hoch- und Niederspannungswicklungen dieselbe relative Überspannung liefern. Also sind die Schwankungen des gemeinsamen, mit beiden Wicklungen verketteten Flusses die Überspannungserreger. Ein weiterer Versuch, bei dem die nicht abgeschalteten Phasen eines Drehstromtransformators vertauscht werden, beweist dies ebenfalls.



1 an Phase v
2 zwischen u u. v

Abb. 25. Einfluß der Zahl der Unterbrechungen (Drehstromtransformator 6000 kVA, 50 Hz).

1 Vorkontakt-Spitze
2 Hauptkontakt-Spitze
3 Normalstrom
4 Magnetis.-Strom

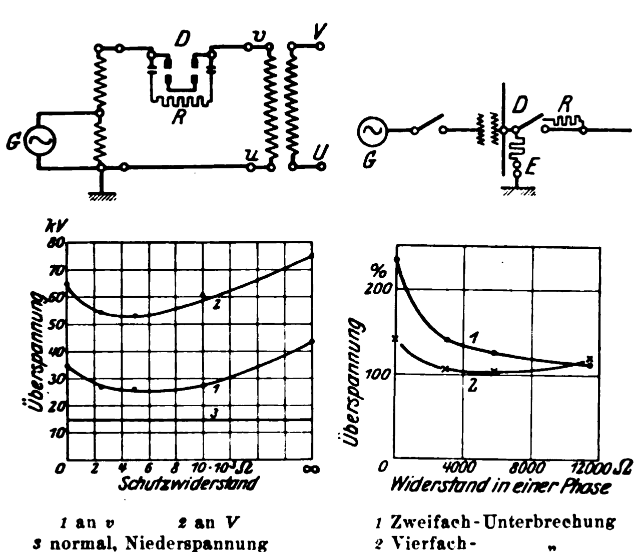
Abb. 26. Stromstoß b. Einschalten mit verschiedenen Schutzwiderständen (Transformator 1730 kVA, 16,6 Hz).

Um den Einfluß der Vielfachunterbrechung zu klären, wurde mit 2 ÷ 16facher Unterbrechung in zweiphasiger Anordnung zweiphasig abgeschaltet. Abb. 25 zeigt das Ergebnis: Die Überspannungen wachsen zuerst schnell, dann langsamer mit der Zahl der in Reihe geschalteten Lichtbogen. — Die Vergrößerung der Schaltgeschwindigkeit, die von 0,8 auf 3 m/s gesteigert werden konnte, bedingt sehr starkes Anwachsen der Überspannungshöhe. Es wurden schließlich den Transformatoren Kapazitäten parallel geschaltet, die die leerlaufende Leitung nachahmen sollten. Diese Versuche sind noch nicht abgeschlossen und haben bis jetzt keine unerwarteten Erscheinungen ergeben. Die Spannungsverteilung längs der Wicklung wurde in allen Fällen gleichmäßig gefunden. Bei den Einschaltversuchen lagen die Überspannungen immer tiefer als bei Abschaltungen.

Oszillographische Untersuchungen ließen erkennen, daß zwischen zwei Arten von Überspannungen zu unterscheiden ist. Die gefährlichere entsteht durch die plötzliche Unterbrechung des Stromes kurz vor seinem Nulldurchgang; eine zweite Art ist durch die Rückzündungen bedingt. Einige Oszillogramme werden mitgeteilt. Der Verfasser hat schließlich noch den Einfluß von Schutzwiderständen im Schalter untersucht und erhält für einen bestimmten Transformator die Abb. 26, nach der die Wirkung des Schutzwiderstandes auf den Einschaltstromstoß hoch zu bewerten ist. Die Ausschaltüberspannungen werden jedoch nur unvollkommen gemildert (Abb. 27). Will man beide Wirkungen möglichst günstig kombinieren, so muß man die Größe des Widerstandes nach der Formel $R = K \cdot E / J_{\mu}$ mit $K = 0{,}9 \div 1$ berechnen. Im allgemeinen hält jedoch der Verfasser den Schutzwiderstand nicht für zweckmäßig.

Zum Schluß werden noch Abschaltversuche an leerlaufenden Leitungen mitgeteilt unter Voranstellung theoretischer Erläuterungen über das nicht gleichzeitige

Schalten der drei Phasen. Einige Werte der an zwei 45 kV-Leitungen von 41 bzw. 94 km Länge bei 30 kV angestellten Versuche zeigt Abb. 28. Die vierfache Unterbrechung ist danach günstiger als die zweifache. Sind mehrere Leitungen an die betr. Sammelschiene angeschlossen, so



1 an *v* *2* an *V*
3 normal, Niederspannung

Abb. 27. Abschaltüberspannung mit Schutzschalter (Transformator 3000 kVA, 16,6 Hz).

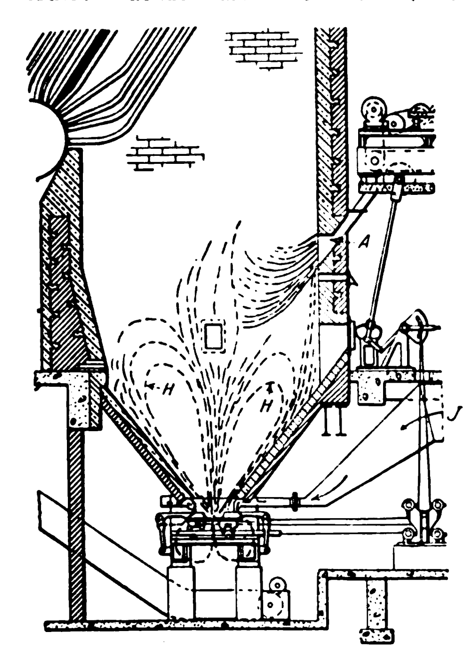
1 Zweifach-Unterbrechung
2 Vierfach- „

Abb. 28. Abschaltüberspannung einer leerlaufenden Leitung 45 kV, 100 km.

werden die Überspannungen geringer infolge weiterer Verteilung der durch das ungleichzeitige Schalten entstehenden Ladungen. (J. Kopeliovitch, Bull. SEV Bd. 18, S. 513.) *Wi.*

Allgemeiner Maschinenbau.

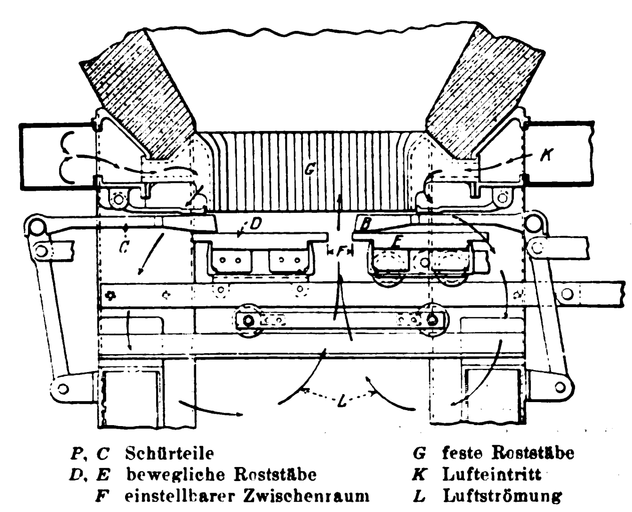
Feuerung für Grießkohle. — Um Grießkohle von einer Korngröße bis zu 10 mm wirtschaftlich verbrennen zu können, hat die Stratton Furnace Co., Chicago, eine Feuerung konstruiert, bei der die Kohlenteilchen durch den Luftstrom aufgewirbelt und in der Flamme schwebend verbrannt werden. Nachdem die Kohle bei *A* (Abb. 29), mit



A Eintritt der Kohle *H* Wirbelbahnen der Kohle *J* Luftstrom

Abb. 29. Feuerung für Grießkohle.

25 % der erforderlichen Verbrennungsluft gemischt, in die Feuerung eingetreten ist, fallen die größeren Kohleteilchen auf den geneigten Boden der Feuerung. Dort ist eine ungestörte Anhäufung auf den Roststäben *D* und *E* nicht möglich, weil die Stäbe *C* und *B* sich in dauernder, hin- und hergehender Bewegung (ungefähr 3 Hin- und Hergänge/min) befinden, so daß die Kohleteilchen nach der zwischen den beiden Stäben *D* und *E* befindlichen Öffnung *F* geschoben werden, wo ihnen von unten her ein Luftstrom entgegenkommt, der sie nach oben reißt; nur die Schlackenteilchen fallen infolge ihres höheren Gewichtes durch die Öffnung in den Aschenfang. Die hochgewirbelten Teile gelangen, wie aus Abb. 30 ersichtlich, wieder in die



P, C Schürteile *G* feste Roststäbe
D, E bewegliche Roststäbe *K* Lufteintritt
F einstellbarer Zwischenraum *L* Luftströmung

Abb. 30. Schnitt durch den Rost.

Verbrennungszone, fallen abermals herab, um wieder emporgerissen zu werden; der Vorgang wiederholt sich solange, bis die Teilchen vollständig verbrannt sind. Der größte Teil (75 %) der Verbrennungsluft (Abb. 29) tritt bei *K* ein, wird durch die Roststäbe *G*, an denen er vorbeistreicht, vorgewärmt und tritt, wie schon vorher erwähnt, von unten in den Verbrennungsraum. Die Geschwindigkeit muß natürlich genügend hoch bemessen sein, um die Kohleteilchen bis an die erforderlichen Stellen zu befördern. Der statische Druck unterhalb des Rostes beträgt 5 ÷ 12,5 mm Wassersäule. Zur Bewegung der Glieder *B* und *C* ist ein Mechanismus erforderlich, der auch eine Verstellung der Öffnung *F* ermöglicht, damit man die letztere dem Brennwert der Kohle und den verschiedenen Kesselbelastungen anpassen kann. Die Feuerung soll sich bei minderwertiger Kohle gut bewährt haben. Es wird von Überlastungen bis 250 % berichtet; rauchloser Betrieb und rd. 14 % CO_2 sollen bei allen Belastungen eingehalten werden können. (Power Bd. 65, S. 718.) *Ka.*

Verschiedenes.

Die Windmühlen im Lichte neuerer Forschungen. — Nach allgemeinen Bemerkungen über die Windmühlen, ihren Betrieb und ihre Verwendung wendet sich der Verfasser zu dem Mechanismus, der dazu dient, dem Winde seine Energie zu entziehen. Zunächst wird gezeigt, wie der Wind, indem er rechtwinklig gegen die ebene Fläche *F* eines Körpers strömt, der sich in der Windrichtung bewegt, auf diese Fläche einen von der Bewegung des Körpers abhängenden, in der Windrichtung wirkenden Druck *P* ausübt und damit auf den Körper Energie überträgt, und daß die sekundlich auf den Körper übertragene Energie höchstens ein Drittel der dazu abgegebenen Windenergie ausmacht, also zwei Drittel von dieser in Wirbeln verlorengehen. Solche Verluste sind zu vermeiden durch Anwendung geeignet geformter, Flügel oder Tragflügel genannter Körper, die so eingestellt werden, daß die erzeugte Kraft *P* nicht die Richtung der relativen Geschwindigkeit *c* des Windes hat, sondern (Abb. 2 der Quelle) diese unter einem spitzen Winkel schneidet. Die zur Richtung *c* rechtwinklige Komponente von *P* ist der Auftrieb *A*, die in die Richtung *c* fallende Komponente *W* umfaßt die zur Erzeugung von Wirbeln verbrauchte Energie, den eigentlichen Verlust. Das Verhältnis $\frac{W}{A} = \varepsilon$ ist die Gleitzahl des betreffenden Flügels. Wie beim reinen Widerstandskörper ist $A = c_a \frac{\varrho}{2} F c^2$, $W = c_w \frac{\varrho}{2} F c^2$, wo ϱ die Masse eines Kubikmeters Luft, *F* die in Betracht zu ziehende Fläche ist; c_a und c_w sind Proportionalitätsfaktoren. Am folgenden Beispiel wird die Anwendung gezeigt: „Der Wind weht mit

der Geschwindigkeit v, der Flügel bewegt sich mit der Geschwindigkeit u rechtwinklig zur Windrichtung." Die relative Windgeschwindigkeit ist also $c = \sqrt{v^2 + u^2}$ und bildet mit der Richtung von v den Winkel β, wo $\operatorname{tg}\beta = \frac{u}{v}$ (Abb. 3 der Quelle).

Durch Zerlegen von P und W in die Richtungen der Geschwindigkeiten u und v erhält man die Kräfte, aus denen die Nutzleistung L_N, sowie die ganze vom Winde abgegebene Leistung L_W und ihre Beziehungen zueinander folgen, nämlich $L_N = L_W \dfrac{1 - \varepsilon \frac{u}{v}}{1 + \varepsilon \frac{v}{u}}$. Aus diesem Ausdrucke sieht man, daß es möglich ist, durch Anwendung geeigneter Werte von ε und $\frac{u}{v}$ Verluste an Energie zu ersparen und nahe an $L_N = L_W$ heranzukommen. Die zur Erzeugung der Nutzleistung L_N dieses Flügels erforderliche Fläche F folgt aus

$$L_N = c_a \frac{\varrho}{2} F v^3 \left(\frac{u}{v}\right)^2 \sqrt{1 + \left(\frac{v}{u}\right)^2} \left(1 + \varepsilon \frac{u}{v}\right).$$

Auch hieraus geht der große Vorteil hervor, den die Ausnutzung des Auftriebes anstatt des Widerstandes bietet.

Im weiteren wird gezeigt, daß sich die Leistung eines Windrades nicht beliebig durch Vergrößerung der Flügelfläche erhöhen läßt, daß die Flügelfläche, für die es günstige Werte gibt, um so kleiner sein soll, je schneller das Rad läuft, und daß für die Schnelläufigkeit Grenzen bestehen, welche hauptsächlich durch die mit zunehmender Schnelligkeit wachsenden Energieverluste bedingt sind. Zum Schluß werden einige Versuchsergebnisse mitgeteilt. (Betz, Naturwissensch. Bd. 15, S. 905.)

Boedecker.

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Der Hauptausschuß des preußischen Landtags hat, wie die „Elgawe" berichten, einen Antrag angenommen, der das Staatsministerium ersucht, angesichts der hohen volkswirtschaftlichen Bedeutung der Gasfernversorgung, elektrischer Fernleitungen, Fernwasserleitungen usw. den Unternehmungen unter Wahrung der öffentlichen Interessen die Enteignungsbefugnis im Rahmen des geltenden Rechts zu verleihen und nötigenfalls beschleunigt einen Gesetzentwurf vorzulegen, durch den das Genehmigungsrecht und angemessener Einfluß des Staates sowie die Durchführung derartiger Fernleitungen gesichert werden. Die Begründung des wohl hauptsächlich durch das Fortschreiten der Gasfernversorgungspläne veranlaßten Antrags nimmt auf das Bestreben von Gemeinden, Kreisen und Provinzialbehörden Bezug, sich für die Mitbenutzung ihrer Wege usw. hohe Gebühren zu schaffen und ausschließliche Wegerechte zu verleihen. Was letztere betrifft, so ist den Provinzen nach einer Äußerung des Handelsministers empfohlen worden, solche nicht zu erteilen, um auch Konkurrenten die Leitungsverlegung zu ermöglichen.

Nach der genannten Korrespondenz konnte der Minister in einer Pressebesprechung weiter mitteilen, daß die Verhandlungen mit dem RWE bezüglich des Saargebiets[2] zu einer Einigung geführt hätten, so daß auch dort der Friede zwischen diesem Unternehmen und Preußen gesichert erscheint.

Der Kreistag des Landkreises Aachen hat nach der Köln. Volkszg. der geplanten Zusammenlegung mehrerer elektrischer Unternehmungen und für diesen Zweck der Gründung einer Aktiengesellschaft zur Verteilung von elektrischer Arbeit und Gas unter der Firma Licht- und Kraftwerke Westmark A. G. zugestimmt. Es handelt sich um die Vereinigung des Elektrizitätswerks des Kreises Düren, der Rheinischen Licht- und Kraftwerke G. m. b. H., Brand, an der der Landkreis zur Hälfte beteiligt ist, sodann des von dieser Gesellschaft bisher bewirtschafteten elektrowirtschaftlichen Vermögens des Landkreises Aachen und schließlich der Licht- und Kraftwerke Eschweiler-Stolberg G. m. b. H. Das Aktienkapital des neuen Unternehmens, dem beizutreten weiteren Städten und Kreisen ausdrücklich vorbehalten bleibt und dessen Stromabgabe voraussichtlich schon im ersten Jahr rd. 70 Mill. kWh ausmachen dürfte, soll 10,5 Mill. RM betragen.

Zur Elektrisierung Polens. — In einer kürzlich abgehaltenen Konferenz von Vertretern des polnischen Innen- und Arbeitsministerium, des Verbandes der Städte und von Leitern kommunaler Elektrizitätswerke, die die Frage der Zusammenarbeit letzterer mit den Regierungsfaktoren behandelte, ist festgestellt worden, daß die Tätigkeit der kommunalen Elektrizitätswerke hinsichtlich des staatlichen Elektrisierungsplanes keine Einheitlichkeit und Koordinierung aufweise. Da in Polen 60 % kommunale Elektrizitätswerke beständen, falle ihnen die wichtigste Rolle bei der Durchführung des genannten Planes zu. Die Konferenz hat nun eine besondere Kommission ins Leben gerufen, um die Grundlagen für ein enges Zusammenarbeiten auf diesem Gebiet auszuarbeiten. — Das Pommerellische Landeselektrizitätswerk „Grodek" A. G., Thorn, eine vom Staat konzessionierte Aktiengesellschaft mit staatlichen Vollmachten bis 1984, erhöhte sein Kapital von 2 auf 3 Mill. Zl. Seit Ende 1925 vornehmlich die Stadt Thorn beliefernd, hat es nunmehr seinen Wirkungskreis auf deren Umgebung ausgedehnt und wird in Kürze auch die Elektrizitätsversorgung des polnischen Hafens Gdingen übernehmen. — Bei dem Warschauer Elektrizitätswerk ist die Zahl der Abnehmer in der Hauptstadt 1927 um 9000 auf 99 650 gestiegen. Das Warschauer Straßenbahnnetz soll um 60 km Schienenlänge bis zu den Vorstädten erweitert werden, welch letzteren die Warschauer Vorortbahnen A. G. im Zusammenhang mit der Elektrisierung ihrer Linien im Bereich dieser elektrische Arbeit zuzuführen beabsichtigt. — Von der Elektrizitätskommission der Stadt Opalenitza (südwestlich Posen) ist mit Rücksicht auf den wachsenden Stromverbrauch beschlossen worden, die Maschinen- und Akkumulatorenanlage des städtischen Kraftwerks zu vergrößern. — Für die Elektrisierung der Stadt Hela (Pommerellen) hat die staatliche Wirtschaftsbank 30 000 Zl und für die der Stadt Bohorodczany (Wojwodschaft Stanislau in Südpolen) 50 000 Zl zur Verfügung gestellt. — Seitens des Kreisausschusses von Löbau ist beschlossen worden, einen Verband für die Elektrisierung der Kreise Praschnitz (Brodnica), Soldau (Dzialdowo), Löbau (Lubawa) und Briesen (Wombrzezno) zu gründen, dessen Aufgabe der Bau von Wasserkraftwerken in Elgischewo und Koladz, die Errichtung von Unterstationen innerhalb der vier Kreise, der Ausbau eines entsprechenden Leitungsnetzes sowie die Stromversorgung dieses Gebietes sein soll. — Die Stadt Krzemieniec (Wojwodschaft Lemberg) plant den Bau eines Elektrizitätswerks, die Stadt Berent (Koscierzyna) in Pommerellen den eines Wasserkraftwerks. *Dr. P.*

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 555.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 399.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hat auf Grund zahlreicher Wünsche aus dem Kreise der Rundfunkteilnehmer die Aufgabe übernommen, Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten aufzustellen. Der Entwurf 1 dieser Regeln wird nachstehend bekanntgegeben.

In diesen Regeln handelt § 12 von der Behebung der durch die Heilgeräte hervorgerufenen Störungen des Funkempfanges. Verfahren zur Messung dieser Störungen werden z. Z. ausgearbeitet. Nach Abschluß dieser Arbeiten wird dieser Paragraph genauere Angaben enthalten und die Regeln sollen dann zu Vorschriften erhoben werden.

Einsprüche gegen diesen Entwurf werden in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Mai 1928 an die Geschäftstelle des VDE erbeten.

Entwurf 1.

Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungstermin.

Diese Regeln treten am 1. Juli 1928 in Kraft[1]. Sie sind Angaben, die wie Vorschriften zu erfüllen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

II. Verwendungsbereich.

§ 2.

Hochfrequenz-Heilgeräte im Sinne dieser Regeln sind Geräte, die an Starkstrom-Niederspannungsanlagen (gemäß § 2 a der Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen) angeschlossen werden und einen Unterbrecher sowie einen Hochfrequenztransformator enthalten, dessen Hochspannungspol mit einem Anschluß zur Behandlung des menschlichen Körpers versehen ist.

III. Bau- und Prüfregeln.

§ 3.

Normale Nennspannungen für Heilgeräte sind 110 und 220 V. Die Nennspannung soll auf den Geräten sichtbar und haltbar angebracht sein.

Jedes Gerät soll am Hauptteil ein Ursprungzeichen sowie das Prüfzeichen des VDE, soweit die Prüfstelle des VDE die Genehmigung hierzu erteilt hat, tragen.

§ 4.

Die Geräte sollen den im Betriebe vorkommenden elektrischen und mechanischen Beanspruchungen standhalten und den Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen entsprechen.

§ 5.

Kein mit dem Netz leitend verbundener Teil des Gerätes darf der zufälligen Berührung zugänglich sein.

Falls zwischen einem der Berührung zugänglichen Metallteile und dem Netz ein Kondensator liegt, darf seine Kapazität 0,005 µF nicht überschreiten. Dieser Kondensator ist auf Isolation nach § 17 zu prüfen. Die Prüfspannung wird verdoppelt, wenn der Metallteil bei der Benutzung des Gerätes mit der Hand umfaßt wird.

§ 6.

Die kürzeste Kriech- oder Luftstrecke zwischen den mit dem Netz leitend verbundenen Teilen und

1. den der Berührung zugänglichen Metallteilen,
2. der Sekundärspule des Hochfrequenztransformators

soll 3 mm nicht unterschreiten.

§ 7.

Durch das Gehäuse hervorragende Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen u. dgl. sind gegen die Netzspannung zu isolieren. Sie selbst und die mit ihnen leitend verbundenen Metallteile (z. B. Madenschrauben) dürfen der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

§ 8.

Der Kontakt zwischen stromführenden Teilen soll so ausgeführt sein, daß er sich durch die betriebsmäßige Erwärmung, die unvermeidliche Veränderung der Isolierstoffe sowie durch die betriebsmäßigen Erschütterungen nicht lockert. Der Kontaktdruck darf nicht über eine Zwischenlage aus Isolierstoff übertragen werden. Die Anschluß- und Verbindungsstellen sollen so angeordnet sein, daß sie Beschädigungen entzogen sind.

§ 9.

Die inneren Verbindungsleitungen sollen so geführt und befestigt sein, daß sie durch Erwärmung oder Erschütterungen nicht gelockert werden und mit den Gehäuseteilen nicht in leitende Berührung kommen können.

§ 10.

Sofern nicht andere Vorkehrungen getroffen sind, soll bei Einführung der Zuleitungen in das Gerät durch Metallteile eine isolierende Buchse verwendet werden, die im Gerät gesichert befestigt ist.

§ 11.

Die Geräte sollen einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang" unterworfen werden. Unmittelbar nach dieser sollen die Geräte eine Prüfung auf Isolation aushalten, und zwar zwischen:

1. den mit Stanniol umwickelten Oberflächen des Gerätes und dem Netzanschluß,
2. den vom Netz isolierten, der Berührung zugänglichen Metallteilen und dem Netzanschluß.

§ 12.

Zwischen der Hochfrequenzwicklung und der Außenseite des Gerätes soll eine Hochspannungsisolation liegen, die aus einer fugenlosen Schicht eines feuchtigkeitsicheren Isolierstoffes besteht, dessen Durchschlagsfestigkeit mindestens 150 kV/cm und dessen Stärke 1/10 der größten Schlagweite des Gerätes, zwischen Spitzen gemessen, beträgt.

§ 13.

Zwischen dem äußeren Hochspannungsanschluß und der primären Wicklung des Hochfrequenztransformators darf keine leitende Verbindung bestehen. Die Isolation soll eine der Kapazität zwischen dem Hochspannungsanschluß und der primären Wicklung entsprechende Durchschlagsfestigkeit haben, so daß sie bei geerdetem Hochspannungspol einen Betrieb von ½ h, ohne Schaden zu nehmen, aushält.

§ 14.

Die Geräte sollen so gebaut sein, daß sie während ½ h an Gleichstrom angeschaltet werden können, ohne — auch bei Kurzschluß des Unterbrechers — Schaden zu leiden. Die Übertemperatur an frei zugänglichen Außenteilen darf dabei 50 ° C nicht überschreiten. Für die Erwärmung der Innenteile bei Kurzschluß gelten die „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren", Ziffer 6. Die Erwärmung kann entweder durch entsprechende Bemessung der Wicklung oder durch Einbau einer Thermosicherung begrenzt werden.

§ 15.

Alle verwendeten Baustoffe dürfen, sofern sie als Schutz verwendet werden, bei 70 ° C und, sofern sie als Träger spannungsführender Teile verwendet werden, bei 100 ° C keine den Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleiden.

§ 16.

Biegsame Verbindungsleitungen zwischen dem Netz und dem Gerät oder zwischen abgeschlossenen Teilen des Gerätes sollen mit diesem fest verbunden und beiderseits von Zug entlastet sein. Als biegsame Verbindungsleitungen sind nur runde Zimmerschnüre (NSA), leichte Anschlußleitungen (NHH) oder leichte Gummischlauchleitungen (NLHG) nach den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L./1928" zulässig.

§ 17.

Unter „Isolation" im Sinne dieser Regeln ist eine solche zu verstehen, die eine langsam gesteigerte Wechselspannung von 2000 V bei 50 Per/s 1 min lang aushält. Kriech- oder Luftstrecken unter 3 mm gelten nicht als Isolation.

§ 18.

Maßnahmen sollen getroffen werden, um die beim Betriebe der Heilgeräte auftretenden hoch- und niederfrequenten Wanderwellen abzuschwächen, damit benachbarte Funkempfänger nicht gestört werden.

[1] Angenommen durch die Jahresversammlung 1928.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Der Entwurf für Abänderungen an den seit 1. Januar 1923 geltenden „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen" sowie der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren" ist in der Form, die er in der letzten Lesung der Gesamtkommission im April 1928 erhalten hat, nunmehr in Druck gelegt und kann als Sonderdruck der beabsichtigten

„Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929"

sowie der

„Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929"

bei der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, kostenfrei bezogen werden.



Einsprüche gegen den Entwurf, an dessen Aufstellung die Herren Adler, Bergmeister, Dettmar, Encke, Fahrmbacher, Fleischmann, Fuhrmann, Goerges, Grauert, Hammerer, Hartwagner, Hillebrand, Kade, Klewe, Kloss, Kögler, Köpchen, Kurda, Lipken, Maier, Mattersdorf, Müller, Passavant, Prüß, Richter, Roebel, Rüdenberg, Schoene, Schreiber, Schüler, Seifert, Stern, Ullmann, Vogel, Warrelmann beteiligt waren, sind in doppelter Ausfertigung bis spätestens zum 16. Mai 1928 an die Geschäftstelle des VDE zu richten, damit nach Erledigung evt. Einwände der Entwurf zur Beschlußfassung der Jahresversammlung 1928 in Berlin vorgelegt werden kann.

Kommission für Hochspannungsschaltgeräte.

Die Kommission beantragt, den Gültigkeitstermin für die

„Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen"

um 1 Jahr auf den 1. VII. 1929 zu verschieben. Die R.E.H. sind durch die Jahresversammlung 1927 angenommen und in der ETZ 1927, S. 816, 853 und 1089 veröffentlicht.

Begründet wird dieser Antrag der Kommission damit, daß die früheren Normen für Porzellan-Stützer und -Durchführungen Serie V für Innenräume ungültig erklärt sind. Somit entsteht ein Vakuum, das besser vermieden würde. Solange die alten R. E. H.-Vorschriften gelten, werden die früher üblichen Stützer und Durchführungen weiter benutzt werden. Die neue Normung der Stützer und Durchführungen, entsprechend den neuen R.E.H., ist so weit fortgeschritten, daß sie aller Voraussicht nach zugleich mit den neuen R.E.H. an dem jetzt vorgeschlagenen Termin, dem 1. VII. 1929, in Kraft treten kann.

Einsprüche gegen die Hinausschiebung des Gültigkeitstermins sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 20. April 1928 an die Geschäftstelle zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Ordentliche Sitzung

am 27. III. 1928 in der Technischen Hochschule zu Berlin.

Vorsitz: Herr Ministerialdirigent Arendt.

Nach Eröffnung der Sitzung berichtet der Vorsitzende, daß 19 Herren ihren Beitritt zum Elektrotechnischen Verein erklärt haben. Nach einigen geschäftlichen Mitteilungen hält Regierungs- u. Baurat Reinhardt seinen Vortrag über: „Anwendung von Druckluftsteuerungen an elektrisch angetriebenen Schienenfahrzeugen", im Anschluß daran Dr.-Ing. Oppenheimer über: „Celos-Druckluftantriebe für Hochspannungs-Ölschalter". Beiden Vorträgen, die lebhaften Beifall ernten, schließt sich eine längere Diskussion an, die demnächst veröffentlicht werden wird.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Andermann, Josef, Dipl.-Ing., Berlin-Hermsdorf
Asch, Erich, Dr.-Ing., Berlin-Südende
Bolt, Jan Cornelis, Dipl.-Ing., Berlin
Dehn, Nikolai, Leningrad
Ernst, Carl, Fabrikant, Berlin
Gärtner, Willi, Obering., Eberswalde
Glaser, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg
Heidemann, Otto, Elektrotechniker, Berlin
Jacobsen, Einar, Ingenieur, Berlin-Charlottenburg
Jansen, Wilhelm, Ingenieur, Berlin-Friedenau
Kochanke, Karl, Ingenieur, Berlin
Litterscheidt, Josef, Dipl.-Ing., Berlin
Meiners, Gustav, Dipl.-Ing., Berlin-Plötzensee
Onneken, Bernhard, cand. electr., Braunschweig
Pfennig, Paul, Elektroinstallateurmeister, Frankfurt a. O.
Signalbau-Aktiengesellschaft Dr. Erich Franz Huth, Berlin
Szarzynski, Wilhelm, Elektrotechniker, Berlin-Tempelhof
Scheithauer, Wilhelm, Dipl.-Ing., Berlin-Siemensstadt
Schwenk, Albert, Elektroingenieur, Leipheim.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Herausgabe geschichtlicher Einzeldarstellungen.

Der Elektrotechnische Verein beabsichtigt, geschichtliche Arbeiten aus der Elektrotechnik in zwangloser Folge herauszugeben. Er hat sich mit der „Historischen Kommission der Elektrotechnik" zu innigem Zusammenwirken in Verbindung gesetzt, derart, daß diese Kommission die Geschichte der Elektrotechnik zusammenfassend bearbeitet, während der Elektrotechnische Verein die geschichtlichen Einzeldarstellungen veröffentlicht. Die nächste Aufgabe für den Verein wird sein, das Material zu beschaffen bzw. die Quellen über die Entwicklung der einzelnen elektrotechnischen Zweige zu erschließen.

Zunächst werden bereits vorhandene literarische Veröffentlichungen nach dem Stande der heutigen Forschung zu prüfen und erforderlichenfalls umzuarbeiten sein.

Im weiteren werden die Fachgenossen gebeten, diese der Wissenschaft und dem Ansehen der Technik dienenden Bestrebungen zu unterstützen. Hierbei wird es dankbar begrüßt werden, wenn namentlich die älteren Fachgenossen, die an der Entwicklung der Elektrotechnik tätigen und einflußreichen Anteil genommen haben, ihre persönlichen Erfahrungen und Erlebnisse schildern. Wenn hierbei vorhandene handschriftliche Aufzeichnungen oder Korrespondenzen, Protokolle und ähnliches verwendet werden können, würde das der Sache besonders dienen. Wir bitten, diejenigen geschichtlichen Arbeiten, die zur Veröffentlichung reif sind, an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins einzusenden. Derartige Arbeiten werden im Benehmen mit den Herren Verfassern einer Prüfung unterzogen und gegebenenfalls honoriert werden. Die Beifügung von Bildnissen angesehener Elektrotechniker und auch des Verfassers ist zweckmäßig; die Bildnisse werden in die Arbeiten mit aufgenommen werden.

Außer diesen fertigen Arbeiten sind Niederschriften — auch einzelne Episoden, Ereignisse, Erinnerungen aus der Praxis und aus Verhandlungen, ja selbst interessante Anekdoten — erwünscht, die sich aus irgendwelchen Gründen noch nicht zur Veröffentlichung eignen. Derartige in loser Form gegebene Niederschriften würde der Elektrotechnische Verein gern in Verwahrung, d. h. in sein Archiv für geschichtliche Arbeiten nehmen, um sie der technischen Nachwelt als geschichtliche Quellen zu erhalten und einer späteren Verarbeitung unter Wahrung des Namens und der Interessen der Einsender zuzuführen.

Schließlich werden Hinweise, wo geeignetes geschichtliches Material vorhanden ist, oder wer zu den geschichtlichen Arbeiten beitragen könnte, dankbar begrüßt werden.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrot. Verein Trier. 12. IV. 1928, abends 8¼ h, Familienzimmer des Kath. Bürgervereins, Viehmarktplatz: Vortrag Dr. Piloty, „Das Großkraftwerk Klingenberg" (El. Teil).

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 13. IV. 1928, abds. 8 h, SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Dipl.-Ing. Besag, „Erden, Nullen und Schutzschalten".

Elektrotechn. Verein an der Saar, Saarbrücken. 13. IV. 1928, abds. 8 h, Aula des Reformgymnasiums, Ottostraße: Vortrag Dr. Piloty, „Das Großkraftwerk Klingenberg".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 18. IV. 1928, abds. 8 h, gr. Hörsaal des Elektrot. Inst., Militärstr. 3: Vortrag Dipl.-Ing. Rücklin, „Eindringen hochfrequenter Sinusschwingungen in einlagige Spulen (m. Versuchen)".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 20. IV. 1928, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Dr.-Ing. Schmitz, „Theorie und Praxis des Wärmeschutzes für el. Leitungen, Maschinen und Transformatoren" (m. Lichtb. u. Modellschaltungen).

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Gleiwitz. 12. IV. 1928, 17½ h, Donnersmarckhütte, Hindenburg (gemeins. mit VDI): Vortrag Dr. O. Goebel, „Reiseeindrücke eines Volkswirts aus Brasilien und Argentinien".

American Electrochemical Society, New York. 26. bis 28. IV. 1928, Frühjahrsversammlung in Bridgeport, Hotel Strafield, mit Vorträgen über Elektrothermie, neue Batte-

rien, neue Gleichrichter, Einfluß von Radiumemanation auf Gase, Materialuntersuchungen mit Röntgenstrahlen, Galvanostegie.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläen. — Am 14. IV. d. J. sieht Dr. Robert Hartmann-Kempf auf eine 25jährige Tätigkeit in der Hartmann & Braun A. G. in Frankfurt a. M. zurück. Nach Beendigung seiner Studien und ausbildenden Auslandsreisen trat er in die von Eugen Hartmann gegründete Firma Hartmann & Braun ein, deren Vorstand er seit etwa 20 Jahren zunächst zusammen mit Dr. Eugen Hartmann und Dr. Franz Braun angehört und deren technische Oberleitung seit dem frühen Ableben seiner beiden Mitarbeiter in seinen Händen ruht. Wenn auch die allgemeinen Aufgaben an der Spitze seiner Gesellschaft ihn in wachsendem Maße in Anspruch nehmen, betrachtet er es nach wie vor als eine besonders erfreuliche Tätigkeit, immer wieder an Neuschöpfungen seiner Firma aktiv mitzuwirken, so wie auch seit einer Reihe von Jahren das wärmetechnische Meßwesen seine besondere Förderung findet. Die allgemein beachteten Großanzeigegeräte mit Lichtzeigern (Profilux), mit denen die bisherigen Bahnen der Konstruktion von Meßinstrumenten vollkommen verlassen wurden, um die von der neuzeitlichen Entwicklung des Großanlagebaues gestellten besonderen Aufgaben zu lösen, sind unter seiner ständigen tätigen Mitwirkung und Leitung entstanden.

Nicht allein als Organisator, sondern auch als Wissenschaftler hat sich Hartmann-Kempf einen guten Namen gemacht. Von besonderer Bedeutung für die Meßtechnik war die Schaffung des nach ihm benannten Zungenfrequenzmessers (1900), eine Erfindung, die zahlreiche Patente auf diesem Gebiet herbeiführte. Neben seiner Dissertation, Würzburg 1902, über „Elektro-akustische Untersuchungen" finden sich eine Anzahl besonders beachtlicher wissenschaftlicher Veröffentlichungen des gleichen Gebietes in den „Annalen der Physik", der „Elektrotechnischen Zeitschrift", der „Physikalischen Zeitschrift" u. a. Mitarbeiter an der grundlegenden Entwicklung des Quecksilberdampf-Gleichrichters, war er Mitbegründer der im Jahre 1913 in Frankfurt ins Leben gerufenen Gleichrichter G. m. b. H., die alsdann in die Gleichrichter-Aktiengesellschaft in Glarus überging. —

Am 17. III. d. J. beging Herr Oberwerkmeister Franz Zahradnik das Jubiläum seiner 40jährigen Tätigkeit in der Kabelbranche und gleichzeitig das Jubiläum der 40jährigen Tätigkeit im Rahmen des Konzerns der Kabelfabrik A. G. Bratislava.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Aluminium für die Schmelzsicherungen der Triebfahrzeuge.

Zu der in der ETZ 1928, S. 144, erschienenen Notiz über die Verwendung von Aluminium für die Schmelzsicherungen der Triebfahrzeuge dürfte nachstehende Feststellung von Interesse sein. Im Jahre 1899 sind bei der Einführung des elektrischen Betriebes auf dem Liniennetz der Grazer Tramway alle 40 Motorwagen mit einer von Herrn Ing. P. POSCHENRIEDER der Firma Siemens & Halske konstruierten Stecksicherung versehen worden,

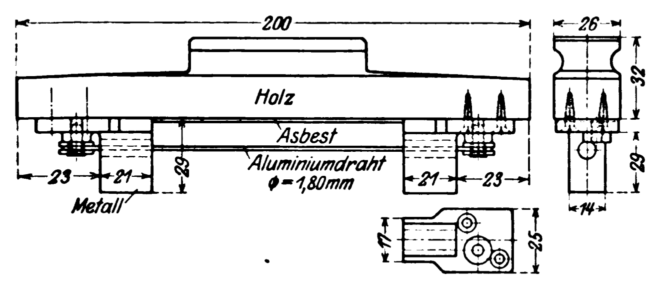


Abb. 1. Stecksicherung für die Motorwagen.

bei welcher ein 1,8 mm starker Aluminiumdraht als Schmelzsicherung dient. Diese Sicherung hat sich durchaus bewährt und ist heute noch bei 49 von unseren 102 Motorwagen in Verwendung. Eine Skizze des Stecksicherungseinsatzes zeigt Abb. 1.

Graz, 16. II. 1928.

Grazer Tramway-Gesellschaft.

LITERATUR.

Besprechungen.

Siemens-Jahrbuch 1927. Herausg. v. der Siemens & Halske A. G. und den Siemens-Schuckertwerken G. m. b. H. Mit 1 Bildnis, zahlr. Textabb., XVI u. 472 S. in 8°.

Die S & H und SSW beabsichtigen, jährlich diejenigen technischen Werke, die voraussichtlich von grundlegender Bedeutung bleiben werden, in Jahrbüchern zusammenzufassen, deren erster Band (für 1927) vorliegt. A. Franke und C. Köttgen haben in einem kurzen Vorwort die Probleme auf dem Gebiet der Fernmeldung und Meßtechnik einerseits und der Starkstromelektrotechnik anderseits dargelegt. Dann folgt eine kleine Auslese von Briefen Werner v. Siemens', die ein Bild vom Stand der Elektrotechnik vor 50 Jahren geben. Die Reihe der nun folgenden Arbeiten wird von R. Werner mit einem interessanten Bericht über Hohlseile eröffnet, die bekanntlich für Übertragungen mit Spannungen über 110 kV von außerordentlicher Bedeutung sind. Auf dem Gebiet der Fernmeldung und Meßtechnik sind die Berichte über Pupinleitungen, Schnelltelegraphie, über volkswirtschaftliche Fragen des Fernsprechwesens, über Fernsprechnetze, klanggetreue Schallübertragung, Großfernsprecher und neue Meßgeräte zu erwähnen, auf dem Gebiet der Starkstromtechnik die Berichte über die Elektrisierung Irlands, über Umformerwerke, über Kommutierung, ferner die Mitteilungen über die Anwendung des Elektromotors in der Industrie, über Wasserkraftwerke und endlich über Beleuchtungstechnik. Wie weit gesteckt das Arbeitsgebiet der beiden Firmen ist, zeigen die Aufsätze über die Entdeckung zweier neuer Elemente, über neue Verfahren der Oberflächenveredlung von Metallen, die Mitteilungen über Tantal und über das Graphitierungsproblem. Endlich sind noch die Arbeiten auf dem Gebiet der Fabrikorganisation (Fließarbeit) zu erwähnen. — Die Elektrotechnik ist heute so umfassend und das Tempo des Fortschrittes so rasch, daß der einzelne nicht mehr das ganze Gebiet beherrschen kann. Es ist deshalb für den „Spezialisten" wichtig, von Zeit zu Zeit die wichtigsten Probleme und Fortschritte auf den anderen Gebieten kennenzulernen. Die im Betriebe zweier Großfirmen stehenden Ingenieure haben nun sozusagen durch Momentaufnahmen das Wichtige und Wesentliche ihres Arbeitsgebietes, die grundlegenden und bleibenden Fortschritte dargestellt, um es dem interessierten Leser in Wort und Bild vorzuführen. Ich möchte dieses Buch als eine Sonntagslektüre bezeichnen, es wird bei jedem Leser Freude und Stolz über die Erfolge deutscher Großfirmen und deutscher Arbeit erwecken. Die Ausstattung und der Bildschmuck des Buches sind so vortrefflich, daß der Freund eines schönen Buches dieses Werk als besonderen Schmuck in seine Bücherei aufnehmen wird.

Schwaiger.

Dielectric Phenomena. Electrical discharges in gases. Von S. Whitehead. Mit Vorw. v. E. B. Wedmore. Mit zahlr. Textabb. u. 176 S. in 8°. Verlag von Ernest Benn Ltd., London 1927. Preis geb. 12/6 s.

Withehead hat dies Buch geschrieben für „The British Electrical and Allied Industries Research Assosiation"; er wollte also offenbar in erster Linie den in der Industrie tätigen Physikern und Ingenieuren eine für die Bedürfnisse der Praxis zugeschnittene Übersicht über das ausgedehnte theoretische und experimentelle Material an die Hand geben. Dadurch sind bereits im allgemeinen die Vorzüge, aber auch gewisse Mängel gekennzeichnet: Es gibt in straffer Disposition, durchweg nicht schwer verständlich geschrieben und unterstützt durch viele graphische Veranschaulichungen, eine Darstellung der für den Anfänger so verwirrend wirkenden, fast erdrückend vielen Einzelergebnisse, die von physikalischer und technischer Seite im Lauf der Zeit zusammengetragen worden sind; es gibt auch gewisse zusammenfassende Gesichtspunkte für das Verständnis der beobachteten Erscheinungen im Rahmen der Townsendschen Theorie und insbesondere im Sinn der namentlich von amerikanischen Forschern bevorzugten halbempirischen Ansätze und

formelmäßigen Erfassung der Beobachtungsergebnisse. So kommt eine niemals ermüdende, so weit dies auf diesem Gebiet möglich ist stets anschauliche und durch einen ausgeprägten Sinn für das Wesentliche ausgezeichnete Darsteilung zustande, wie sie ja überhaupt für die englischen Lehrbücher kennzeichnend ist. Aber auf der anderen Seite wird der Kenner dieses Sondergebietes doch recht oft die tieferschürfende theoretische Analyse und wohl auch die Herausarbeitung umfassenderer Gesichtspunkte vermissen. So z. B. sind der Unterschied zwischen der Funkenentladung und der Korona, die Beziehungen dieser Entladungsformen zu anderen Formen, wie Bogen- und Glimmentladung, die Entwicklung der einzelnen Formen auseinander, die dominierende Rolle der Raumladungsfelder bzw. das Fehlen von Raumladungswirkungen und der ganze Komplex von Fragen und Untersuchungen, die mit den Bemühungen nach einer physikalisch begründeten Klassifikation und gegenseitigen Abgrenzung der verschiedenen Entladungsformen zusammenhängen, nur recht kurz behandelt. Es sind das Dinge, die der Verfasser als „lediglich von akademischem Interesse" in ihrer Bedeutung wohl unterschätzt. Aber das Buch enthält, um dies nochmals zu betonen, sonst soviel Schönes und Nützliches, daß es ohne Zweifel eine beachtenswerte Bereicherung der physikalischen und technischen Literatur darstellt und den Praktikern, die mit diesem Gebiet zu tun haben, nur wärmstens empfohlen werden kann. Im einzelnen zerfällt das Buch in drei Hauptabschnitte und einen Anhang, wozu jedoch gleich hier bemerkt sei, daß der Untertitel „Elektrische Entladungen in Gasen" vielleicht zu weit gefaßt ist und falsche Vorstellungen von dem Inhalt erwecken könnte. Denn es handelt sich nicht um eine Wiedergabe des Gesamtgebietes der Gasentladungsphysik, sondern nur um die eines Teilgebietes, nämlich des Gebietes der Funken- und Sprüh- (Korona-) entladungen, die man sonst wohl auch als Townsendentladungen oder raumladungsfreie Entladungen bezeichnet. Im ersten einleitenden Abschnitt werden kurz einige für das Verständnis des Folgenden unentbehrliche Grundbegriffe aus der Ionentheorie der Gasentladungen besprochen, der zweite Abschnitt ist den Funkenentladungen, der dritte der Korona gewidmet und im Anhang endlich sind einige mathematische und rein theoretische Ergänzungen zusammengefaßt. Mit einer zum Schluß noch gegebenen Zusammenstellung von Literaturnachweisen dürfte, in dieser Form wenigstens, nur für jemanden etwas anzufangen sein, der die genannten Arbeiten bereits selbst genau kennt.

Die beiden Hauptabschnitte, nämlich der zweite und dritte, sind wiederum unterteilt in die folgenden Kapitel, deren Überschriften zu nennen zu einer Orientierung über den Inhalt genügen wird. Funkenentladung: 1. Allgemeine Grundlagen, 2. Gleichförmige Felder, 3. Ungleichförmige Felder. — Korona: 1. Experimentelle Gesetze für die Koronaentladung, 2. Theorien der Korona, 3. Einfluß der Versuchsbedingungen, 4. Sekundäre Vorgänge bei der Korona, 5. Beziehungen der Korona zu anderen Entladungen.

Die Ausstattung ist recht gut. Nur bei den Abbildungen, von denen meist drei bis vier auf jeweils einer „Diagrammtafel" vereinigt sind und die zugleich alle quantitativen Daten, wie sie sonst auch in Zahlentabellen gegeben werden, ersetzen, wäre oft ein größeres Format und in einigen Fällen wohl auch die Benutzung von durchgezogener Koordinateneinteilung angebracht gewesen.

R. Seeliger.

Nahtransport. Ein umfassend. Überbl. üb. d. wichtigsten Nahtransportmittel. Von Dipl.-Ing. H. Schulze-Manitius. Bd. 1 mit 451 Textabb., XXIV u. 366 S. in 8°. Verlag von A. Ziemsen, Wittenberg 1927. Preis geh. 15 RM, geb. 17,50 RM.

Bei der heute doch schon recht reichhaltigen Literatur über das Transportwesen, auch der für Nichtfachleute bestimmten, liegt ein Bedürfnis für eine weitere Bereicherung höchstens dann vor, wenn die Neuerscheinung entweder wirklich Neues oder wenigstens das Alte besser bietet, als es bereits geboten ist. Bei dieser Voraussetzung kann das vorliegende Buch einen Anspruch darauf, einem Mangel abgeholfen zu haben, leider nicht erheben. Aber auch in seiner sonstigen Durchführung erscheint es mir keineswegs als eine begrüßenswerte Erscheinung. Denn weder mit der Sprache noch mit den Bildern wird das Buch selbst die „Allgemeinheit" befriedigen können. Die Ausdrucksweise dürfte — soweit nicht sprachliche Schwülstigkeiten oder gar Fehler vorliegen — oft selbst für Laien (gemeint sind doch wohl nur Laien auf dem Gebiete der Transporttechnik) allzu nichtssagend sein oder zu lehrhaft anmuten. Auch unrichtiger Ausdrucksweise begegnet man häufig: z. B. „das stetige Nahtransportwesen", „Abb. x der Firma y zeigt...", „die oberste Kante der Rolle", „Drahtseilanlage" (statt -seilbahn). Aber auch sachlichen Unrichtigkeiten begegnet man wiederholt: z. B. steht bei den Förderrohren nicht „die Schnecke selbst fest, während sich das wagerechte oder schwach geneigte Rohr dreht" (S. 13), sondern der rohrförmige Trog und die (daran befestigten) Spiralgänge drehen sich! Seitliche Führungsbretter werden nicht angeordnet, um das Fassungsvermögen flacher Gurte zu erhöhen (S. 37), sondern um das Herunterfallen von Fördergut zu verhindern! u. a. m. Was die illustrative Seite anlangt, so steht mit der Feststellung im Vorwort — „Ein gutes Bildmaterial, das alles Besprochene dem Auge gut sichtbar macht, ist zumeist wesentlich wertvoller als seitenlange Berichte. Es ist deshalb auch keine Mühe gescheut worden, das geschriebene Wort mit entsprechenden guten Abbildungen zu belegen" — die tatsächliche Befolgung sehr vielfach leider in krassem Gegensatz. Bildmaterial ist wohl in Menge vorhanden, doch lassen Güte und Auswahl leider viel zu wünschen übrig. Wenn schon für einen Laienleserkreis photographische Ansichten der Transportmittel als verständlicher bevorzugt werden, so sollten sie auch wirklich gut, d. h. erkenntlich sein. Statt dessen sind überwiegend durch den Katalogdruck der Firmen schon stark abgenutzte Autotypien verwendet worden, die als „augezeichnete Abbildungen", wie im Vorwort behauptet, unmöglich gelten können. Auch die verhältnismäßig wenigen Strichätzungen sind infolge zu starker Verkleinerung der Zeichnung oft verschmiert und unkenntlich. Als Unika, für deren Vorhandensein wohl nur die wahllose Bereitwilligkeit, von den Firmen gelieferte Druckstöcke zu verwenden, eine Erklärung gibt, figurieren Abb. 339 als Holzschnitt u. Abb. 309/10 als einzige, gefaltete Tafel. Die vom Verfasser im Vorwort ausgedrückte Unmöglichkeit, alle in Betracht kommenden Nahtransportmittel in einem Buche zusammenzufassen, ist von ihm selbst erst dadurch geschaffen, daß er eine große Anzahl, teils recht großer Bilder bringt, die nichtoder doch nichts wesentlich Neues im Vergleich zu vorhergehenden zeigen, aber das Buch ganz unnötig anschwellen lassen. Anderseits finden sich wieder seitenlange Beschreibungen ohne irgendeine wirklich notwendige Abbildung (z. B. S. 28 bis 31 betr. einen Teller-Beschickungsapparat); andere Abbildungen sind wieder durch das Fehlen jeglicher Beschreibung für den Laien unverständlich (z. B. Abb. 6). Dagegen dürften für einen solchen die verschiedenen Tabellen über die Einzelabmessungen von allerlei „Füllern" (S. 49 ÷ 51) ziemlich überflüssig und wohl nur als Füller für das Buch von Wert sein. (Übrigens sind im Text, S. 49, Trommel- und Schieberfüllmaschinen durcheinander geworfen!)

Wenn auch die Mängel des vorliegenden Buches durch die gegebenen Hinweise leider nicht mehr beseitigt werden können, so können und sollen sie doch — das ist der Zweck ihrer eingehenderen Wiedergabe — dazu beitragen, daß der in Aussicht gestelte II. Band sich vollkommener präsentieren wird, zum Nutzen seiner Benutzer und auch im höheren Interesse des Verfassers selbst.

Michenfelder.

Probleme der γ-Strahlung. Von K. W. F. Kohlrausch. (H. 87/88 d. Sammlung Vieweg). Mit 27 Textabb., VIII u. 155 S. in 8°. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn A.-G., Braunschweig 1927. Preis kart. 10 RM.

In diesem ausgezeichneten Heft werden die physikalischen Eigenschaften der γ-Strahlung, d. h. der kurzwelligsten, bekannten Strahlung behandelt mit Ausnahme der von V. F. Heß in dem Doppelheft 84/85 der Sammlung Vieweg bearbeiteten Höhenstrahlung. Der Verfasser verwertet kritisch die gesamte in den letzten 20 Jahren bekanntgewordene Literatur über die γ-Strahlen, von denen 1904 Rutherford in seinem Buch „Radioaktivität" schrieb, daß „ihre wahre Natur noch nicht bekannt sei". Inzwischen ist bereits eine ziemliche Übereinstimmung zwischen den Versuchsergebnissen und den theoretischen Anforderungen erreicht, wobei die klassische Wellentheorie versagt, und diese z. B. im photoelektrischen und Streuprozeß sich abspielenden Wechselwirkungen zwischen Strahlung und Materie durch die Lichtquantentheorie erfaßt werden. Auf weitere Einzelheiten an dieser Stelle einzugehen, erübrigt sich, da der Verfasser seine Hauptaufgabe darin sieht, durch seine Kritik zu neuen, exakten und quantitativen Experimenten für den ganzen Bereich der γ-Strahlung anzuregen. Erwähnt sei nur, daß der nach dem Nobelpreisträger A. H. Compton benannte Effekt der quantenhaften Streuung ausführlich und übersichtlich dargestellt ist. Auch aus diesem Grunde wird das Heft vielen Lesern willkommen sein.

E. Lübcke.

Elemente des Vorrichtungsbaues. Von Obering. E. Gempe. Mit 727 Textabb., IV u. 132 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 6,75 RM, geb. 7,75 RM.

Das Buch ist eine wertvolle Ergänzung der in letzter Zeit erschienenen Bücher von Lich, Müller usw. über Vorrichtungen. Während diese Bücher die Vorrichtungen im Maschinen- und Apparatebau an sich behandeln, hat das vorliegende die Elemente des Vorrichtungsbaues zum Gegenstande. Der Verfasser gibt ganz kurz eine Begriffserläuterung und Einteilung der Vorrichtungen sowie allgemeine Richtlinien für ihren Bau. Alsdann werden im Hauptteil des Buches die Konstruktionselemente der Spannvorrichtungen behandelt. Ausgehend von den Spannorganen und Spannungsübertragungsorganen werden die Aufnahmen und Unterlagen der Vorrichtungen, ihr Verschluß, Paß- und Führungsteile, Griffe usw. besprochen. Sehr ausführlich und anschaulich werden in einem Abschnitt die Kopiereinrichtungen behandelt, leider, mit einer Ausnahme, nur für Fräsarbeiten. In einem Schlußkapitel gibt der Verfasser eine Einteilung der Spannvorrichtungen mit anschließender Besprechung einzelner Vorrichtungen. Das Verständnis des Buches wird sehr erleichtert und gefördert durch 727 ganz vorzügliche Abbildungen (auf 132 Seiten Text), deren Wert durch häufige Gegenüberstellungen von falschen und richtigen, guten und besseren Ausführungsbeispielen gesteigert wird. Für den schaffenden Ingenieur, insbesondere für den Vorrichtungskonstrukteur, bieten diese zahlreichen Abbildungen der Elemente, losgelöst von den eigentlichen Vorrichtungen, eine wahre Fundgrube. Hier kann er sich über die verschiedenartigsten Einzelheiten, Anschläge, Einstellorgane, Griffe, Knebel, Scharniere usw., aber auch über Sondereinrichtungen wie Teilvorrichtungen, Auswerfer usw., unterrichten. Erleichtert wird die Benutzung durch ein gutes Sachverzeichnis.

Bei der heutigen Bedeutung des Vorrichtungsbaues ist dieses, seine Elemente behandelnde Buch ein wertvoller Zuwachs zu der bestehenden, die Vorrichtungen an sich behandelnden Literatur, deren Umfang wegen der großen Vielseitigkeit der einzelnen Werkstücke mehr und mehr anschwillt. Das Buch kann jedem Ingenieur nur wärmstens empfohlen werden. Witt.

Die Kaolinlager in Schlesien. Von Dr.-Ing. E. Pralle. (Abhandl. z. prakt. Geologie u. Bergwirtschaftslehre. Herausgegeb. v. Prof. Dr. G. Berg, Bd. 7.) Mit 9 Textabb. u. 50 S. in 8°. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale) 1926. Preis geh. 3,60 RM.

Nach einer kurzen Besprechung der verschiedenen Theorien der Kaolinentstehung behandelt der Verfasser die wichtigsten Kaolinvorkommen Schlesiens im Granitmassiv von Striegau-Zobten, im Eulengebirgsgneis, im Strehlener Granit und im Isergebirgsgneis vom geologischen und genetischen Standpunkte aus. Er kommt hierbei zu dem Schluß, daß sämtliche von ihm untersuchten Vorkommen exogenen Ursprungs und ihrem Alter nach vormiozän oder alttertiär sind; sie sind in keinem Falle von Braunkohle überlagert. Die Tiefe der Lager überschreitet kaum 25 m.

Die ausführliche Beschreibung der einzelnen Vorkommen bildet eine wertvolle Ergänzung der bisher vorliegenden Literatur über deutsche Kaolinlager, und es wäre zu wünschen, daß alle deutschen Kaolin- und Tonvorkommen, die einen so wichtigen Rohstoff für unsere Industrie liefern, in gleich ausführlicher Weise behandelt würden. Derartige Monographien würden die von der Deutschen Keramischen Gesellschaft begonnene Herausgabe von Lagerstättenkarten der keramischen Rohstoffe Deutschlands in ausgezeichneter Weise fördern. R. Ricke.

Eingegangene Doktordissertationen.

Gustav Bolz, Drehzahl- und Phasenregelung von Asynchronmotoren mittels Frequenzumformer. T. H. Berlin 1927. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928.

Dionys Gábor, Oszillographieren von Wanderwellen mit dem Kathodenoszillographen. T. H. Berlin 1927. Verlag der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V., Berlin 1927.

Hans Mathesius, Beiträge zur Kenntnis der niedrigprozentigen Legierungen des Eisens mit Titan. T. H. Berlin 1927. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1927.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Roheisen- und Rohstahlgewinnung der Welt im Jahr 1927. — Nach den in Wirtsch. u. Stat.[1] veröffentlichten vorläufigen Produktionsergebnissen ist 1927 die Roheisengewinnung der Welt gegen das Vorjahr von 79,3 auf 86,3 Mill. t, d. h. um nahezu 9 % gestiegen. Der Anteil Europas daran hat sich von 35,4 auf 45,5 Mill. t, also von 44,6 auf 52,7 %, erhöht und damit die Erzeugung Nordamerikas[2] (1926: 40,8; 1927: 37,8 Mill. t), dessen Anteil von 51,5 auf 43,8 % gesunken ist, überschritten. Letzteres gilt auch in bezug auf die Rohstahlgewinnung, die 1927 in der Welt rd. 101 Mill. t erbrachte (93,7 i. V.) und von der auf Europa 52,3 Mill. t (41,3 i. V.) oder 51,7 % (44 i. V.), auf Nordamerika rd. 46 Mill. t (rd. 50 i. V.) bzw. 45,5 % (53,2 i. V.) entfielen. Die westliche Gruppe der Rohstahlgemeinschaft produzierte an Roheisen 30,7 (26,6 i. V.), an Rohstahl 32,7 Mill. t (28,1 i. V.) und davon im Deutschen Reich 13,1 (9,6 i. V.) bzw. 16,3 Mill. t (12,3 i. V.). In Frankreich und Schweden ist die Gewinnung beider Produkte gegen 1926 etwas zurückgegangen, in Italien und Spanien die des Rohstahls. Das Verhältnis der in den verschiedenen Ländern erzielten Ergebnisse zeigt folgende, der genannten Zeitschrift[3] entnommene Darstellung:

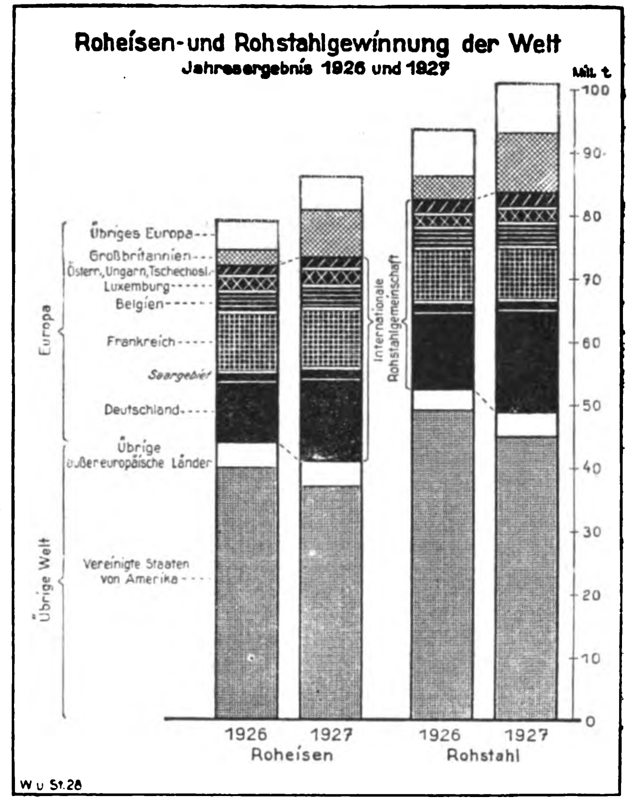


Abb. 1.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[4]. — Der Februar 1928 hat nach der Zahlentafel für den Tarifunterabschnitt 18 B bei der Einfuhr gegen den Vormonat (9298 dz bzw. 3,532 Mill. RM i. Vm.) mengenmäßig eine Abnahme um 53 dz, wertlich aber eine Steigerung um 1,013 Mill. RM oder 29 % gebracht. Die Ausfuhr, einschl. der Reparationssachlieferungen in Höhe von 2295 dz und 2,724 Mill. RM, ist gegen den Januar (105 939 dz bzw. 37,299 Mill. RM) um 7884 dz, d. h. 7 %, und auf der Wertseite um 3,980 Mill. RM oder 11 % gewachsen. Für die abgelaufenen zwei Monate zeigt der Import im Vergleich zu derselben Zeit des Vorjahres eine Zunahme um 8429 dz und 3,674 Mill. RM, beiderseits also um 83 %. Er umfaßte 6685 Lichtmaschinen, 24 235 Dynamos, Elektromotoren usw. 366 Bogen- usw. Lampen, 0,828 Mill. Metalldraht- und 17 300 Kohlefaden- usw. Lampen. Die in der Ausfuhr enthaltenen Reparationssachlieferungen betrugen 6733 dz im Wert von 3,610 Mill. RM, nach deren Abzug sich für den Export im Vergleich zu den beiden ersten Monaten von 1927 eine Steigerung um 56 100 dz oder 36 % und um 20,267 Mill. RM

---

[1] Bd. 8, 1928, S. 94.
[2] V. S. Amerika und Kanada.
[3] Verlag von Reimar Hobbing, Berlin SW 61.
[4] Vgl. ETZ 1927, S. 487; 1928, S. 451.

bzw. 37 % ergibt. Deutschland hat in dieser Periode, einschl. der Reparationssachlieferungen, 11 753 Lichtmaschinen, 109 546 Dynamos, Elektromotoren usw., 3900 Bogen- usw. Lampen, 9,943 Mill. Metalldraht- und 0,442 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen über die Grenzen gesandt. Der Überschuß der Ausfuhr, einschl. der Reparationssachlieferungen, stellte sich auf 201 219 dz im Wert von 70,501 Mill. RM (146 815 dz bzw. 50,298 Mill. RM ohne Reparationssachlieferungen i. V.).

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Februar 1928	Einfuhr in dz Januar/Februar 1928	Einfuhr in dz Januar/Februar 1927	Ausfuhr in dz Februar 1928	Ausfuhr in dz Januar/Februar 1928	Ausfuhr in dz Januar/Februar 1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren . . .	89	665	122	577*	891*	438
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	4 785	9 056	4 647	27 188*	54 680*	35 563
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	27	49	200	3 395*	6 198*	2 314
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	632	1 001	222	3 040*	7 015*	7 492
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	886	2 594	1 851	33 265*	60 635*	47 716
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	11	23	10	252	508	500
911 a	Metallfadenlampen	221	623	574	1 016*	2 061*	1 278
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	2	10	1	66	171	164
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	1	5	76	18	36	33
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon	20	56	198	1 168*	2 263*	2 468
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	417	802	380	4 357*	7 593*	4 750
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	224	352	168	2 419*	4 714*	4 923
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	10	13	490	1 065	818
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	146	223	93	1 067	2 048	1 202
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	2	1	9	18	16
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	244	477	295	1 293*	2 495*	1 305
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	19	25	80	659*	1 403*	1 431
912 F 2	Vorrichtung für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	1 364	2 251	882	25 836*	49 943*	33 369
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgen. 912 D)	60	94	154	1 581*	2 934*	1 888
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	71	138	49	3 941	9 510	7 380
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a).	19	69	84	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	6	18	14	52	97*	58
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	2 134*	3 484*	1 823
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	9 245	18 543	10 114	113 823*	219 762*	156 929
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*4 545*	*8 077*	*4 403*	*41 279**	*78 578**	*54 701*
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	45	105	30	1 329	2 495	1 436
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	4	13	27	63	120	95
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	—	—	10	781	1 489	1 104
648 d	Elektroden	455	1 524	746	14 410	27 336	29 538
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	14	43	—	4 880*	7 968*	8 655
740 a	Glühlampenkolben	16	16	39	804	1 715	1 468
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	188	374	92	[8]	[8]	[8]
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	24	194	52			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	130	301	386	10 340*	20 928	15 579

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr. 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.
* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 205: Wer baut elektrische Fahrzeit-Meldeanlagen für Wartesäle?

Abschluß des Heftes: 5. April 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 19. APRIL 1928
—636)



Außer Kartell
Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannung
Fernsprechkabel
Gruben- und
Schachtkabel
Marinekabel
Kabelzubehör
C H C°
KABELWERK RODENKIRCHEN
CARL HEINZ & C° G. M. B. H.
RODENKIRCHEN b. KÖLN a. RH.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 19. April 1928 | Heft 16

UMSCHAU.

Die Entwicklung im Fernsprechämterbau 1926/27.

1. Selbstanschlußämter. Die Automatisierung des Fernsprechbetriebes im Bereiche der Deutschen Reichspost hat im Jahre 1927 erhebliche Fortschritte gemacht. Bemerkenswert ist die sich nach und nach vollziehende Einführung des SA-Betriebes in den Großstädten. Im April 1927 ist durch die Inbetriebnahme der 9 Netzknotenpunkte in Berlin der entscheidende Schritt für die Einrichtung des SA-Betriebes in der Reichshauptstadt getan worden. Ende 1926 waren im Betrieb: 286 kleinere SA-Ämter mit 21 000, 153 mittlere mit 45 000 und 87 große Ämter mit 296 400 Anschlußorganen. Hierzu traten im Laufe des Jahres 1927: 67 kleine Ämter mit 5000, 129 mittlere mit 33 000 und 45 große mit 219 100 Anschlußorganen.

Hand in Hand mit der Vermehrung der SA-Ämter wurde aus wirtschaftlichen Gründen, insbesondere zur Ersparnis an Raum und Anschaffungskosten, die Entwicklung der SA-Einrichtungen weiter gefördert. Sie äußerte sich in der Entwicklung neuer Schaltungen sowie in der Vervollkommnung der bisher gebrauchten Apparate und Zubehörteile. Von den zahlreichen neuen Apparaten für den SA-Dienst seien wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung hervorgehoben:

1. Das Flachrelais für I. Vorwähler, dessen Einführung eine wesentliche Ersparnis mit sich gebracht hat.

2. Der neue Drehwähler. Er ist einfacher und gedrängter in seinem Aufbau als der bisherige und gestattet, die Ausmaße der Gestelle auf rd. 3/5 der früheren zu vermindern.

3. Die neuen Heb-Dreh-Wähler, sogenannte Viereckwähler kleiner Form. Sie sind einfacher und billiger als die bisherigen. Sie haben keinen Auslösemagnet. Bei der Auslösung wird der Drehmagnet erneut angereizt, die Schaltarme werden über den Kontaktkranz hinausgedreht, fallen in die Ruheebene herab und werden durch Federkraft in die Ruhestellung zurückgedreht. Die Kontaktarme beschreiben eine viereckförmige Bewegung. Neben ihrer Vereinfachung ermöglichen diese Wähler eine Raumersparnis von 30 bis 40 %. Ihre gedrängte kleine Form hat den Übergang von der horizontalen zur vertikalen Anordnung der Wähler innerhalb einheitlicher Rahmen gebracht. Die Einheit im Amtsbau ist der Wählerrahmen, nicht mehr das Gestell.

Die Umstellung auf den Viereckwähler bedingte geringfügige Änderung der Schaltungen. Die Änderungen gestatten, Einrichtungen der neuen und alten Ausführung ohne Zwischenschaltung von Übertragungen miteinander in Verbindung zu setzen. Auch die Schaltung der kleinen Selbstanschlußämter ist infolge der Einführung der Viereckwähler etwas geändert worden. An betrieblichen Verbesserungen seien erwähnt: Unterdrückung der Gesprächszählung beim Anruf des Überweisungsfernamts, selbsttätige Freischaltung der durch gestörte Anschlußleitungen belegten Leitungswähler. Durch Verwendung von Ruf- und Signalmaschinen an Stelle von Polwechslern wird die Einheitlichkeit der Summersignale für alle Selbstanschlußämter erreicht.

Für den Anruf der Polizei oder der Feuerwehr in Fällen dringender Gefahr wurden für große Städte sogenannte Notrufeinrichtungen geschaffen. Der Teilnehmer hat nur eine ein- bis zweistellige Nummer einzustellen. Es ist auch mit der Möglichkeit gerechnet, daß — z. B. bei Feuer — gleichzeitig mehr Anrufe eingehen, als Leitungen zur Feuerwehr usw. vorhanden sind. In solchen Fällen erhalten die Teilnehmer nicht das Besetztzeichen, sondern das Freizeichen; die Anrufe werden beim Freiwerden von Leitungen selbsttätig durchgeschaltet, und zwar in der Reihenfolge, in der sie eingelaufen sind. Auch eine Vermittlung durch das Amtspersonal ist möglich. Zur Verhütung mißbräuchlicher Benutzung wurde die Möglichkeit vorgesehen, die Nummer der anrufenden Sprechstelle festzustellen.

Um gemeldete Betriebsunregelmäßigkeiten restlos aufklären zu können, wurde eine Überwachungseinrichtung für Anschlußleitungen entwickelt. Sie zeigt Anrufe abgehender und ankommender Richtung an und ermöglicht, bei Unregelmäßigkeiten Verbindungen beider Richtungen zu halten.

Zur Verbesserung und Erleichterung der vorbeugenden Amtspflege ist das Prüfgerät vermehrt, vereinfacht und vereinheitlicht worden.

2. Fernämter. Bei den zahlreichen neueingerichteten und im Bau befindlichen Fernämtern wurde der Betrieb vereinfacht durch neue Einrichtungen zur Ansteuerung der Fernleitungen mit Wählern. Es wurde die Frage geprüft, ob in SA-Ämtern mit mehr als 3000 Anschlüssen der Fernvermittlungsverkehr über von Hand zu bedienende Fernvermittlungsplätze oder über Ortsfernleitungswähler zu leitende vom technischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Standpunkt den Vorzug verdient. Hierbei ergab sich, daß die Handvermittlung in jeder Beziehung den Vorzug verdient und daß dieser Verkehr gegenüber dem über Ortsfernleitungswähler an sachlichen und persönlichen laufenden Ausgaben wesentliche Ersparnisse bringt. Die Ausnutzung der Fernleitungen wird durch eine beim Bau neuer Fernämter beachtete Betriebs- und Schaltungsumstellung wesentlich verbessert. Bisher hatten bei der Freigabe von Fernleitungen für den Durchgangsverkehr zwei Beamtinnen mitzuwirken: Die Abfragebeamtin, d. h. die Beamtin, die die eingehenden Anrufe des Gegenamtes zu erledigen hatte, mußte auf Anruf der die Leitung anfordernden Beamtin eine Abgabetaste ziehen und an einem besonderen Lampenzeichen die Beendigung der Durchgangsverbindung überwachen. Die anfordernde Beamtin mußte die von ihr für die Durchgangsverbindung gebrauchte Fernleitung in einer ihr von der ersten Beamtin bezeichneten und vielfach geschalteten Fernklinkenleitung abnehmen. Künftig wird der Durchgangsverkehr über ein Fernleitungsvielfachfeld abgewickelt. Über der Vielfachklinke jeder Fernleitung liegt ein hochohmiges Schauzeichen, an dem erkannt werden kann, ob die gewünschte Fernleitung frei oder besetzt ist. Alle Durchgangsverbindungen werden grundsätzlich von derjenigen Beamtin erledigt, die die wichtigere der miteinander zu verbindenden Leitungen bedient. Diese sogenannte betriebführende Beamtin kann jede freie Fernleitung ohne Knackprüfung und ohne Verständigung der zuständigen Abfragebeamtin im Vielfachfeld zur Ausführung von Durchgangsverbindungen benutzen. Diese Betriebsform sichert einen schnellen Gesprächsabfluß der Gesprächsverbindungen und damit eine hochwertige Ausnutzung der wichtigen Fernleitungen. Das Vielfachfeld wird bei Fernämtern mit einem Endausbau bis zu 20 Arbeitsplätzen in den Schrankausbau der Abfragefernplätze, bei größeren Ämtern in besondere Durchgangsplätze eingelegt. Die Durchgangsplätze werden von den Abfrageplätzen im Dienstleitungsverkehr erreicht. Bei den Ämtern mit Durchgangsplätzen ist durch eine besondere Schaltungsanordnung die Vorbereitung eines zweiten Gesprächs während der Ausführung des im Gange befindlichen Gesprächs sichergestellt worden. Die Durchschal-

tung erfolgt selbsttätig nach Beendigung der laufenden Verbindung. Der Vorbereitungszustand und die Durchschaltung zur Gesprächsausführung werden der betriebsführenden Beamtin durch besondere Blinkzeichen der Schlußlampen angekündigt.

3. Schnellverkehr. Dem Bedürfnis für schnelle Abwicklung des Fernsprechverkehrs von Ort zu Ort ist seither unter gewissen Voraussetzungen dadurch Rechnung getragen worden, daß die verlangte Verbindung mit Teilnehmern anderer Ortsnetze sofort hergestellt wurde, d. h. ohne daß der anmeldende Teilnehmer während der Ausführung der Verbindung den Hörer einzuhängen brauchte. Es waren dies der sogenannte Vorortsverkehr und der Bezirksverkehr. Die zunehmende Einführung des Selbstanschlußbetriebes hat auch hier notwendigerweise Änderungen der Betriebsform zur Folge gehabt. Nachdem schon seit mehreren Jahren Versuche in einer Reihe der früheren Vororts- und Bezirksnetze gezeigt hatten, daß die Anpassung des Sofort-Verkehrs an die Bedürfnisse des Selbstanschlußbetriebes mit wirtschaftlich und technisch einwandfreien Mitteln durchführbar war, ist im abgelaufenen Jahre der Sofort-Verkehr zwischen verschiedenen Ortsfernsprechnetzen endgültig in der Form des sogenannten „Schnellverkehrs" eingerichtet worden. In den Schnellverkehrsnetzen sind sogenannte „Knotenämter" und „Seitenämter" zu unterscheiden. Die Überwachung der Schnellverkehrsgespräche geschieht in den Knotenämtern an besonderen Knotenamts-Abfrageplätzen. In jedem Schnellverkehrsnetz ist jedes Knotenamt mit jedem anderen Knotenamt durch unmittelbare Leitungen verbunden. Jedes Seitenamt ist dagegen grundsätzlich nur an ein bestimmtes, in der Regel an das ihm zunächstgelegene Knotenamt herangeführt. Die Schnellverkehrsleitungen werden in der Regel nur in einer, d. h. entweder in abgehender oder in ankommender Richtung betrieben. Da es sich um größere Leitungsbündel handelt, kann der wechselseitige Betrieb technisch keine weitere Steigerung der Leitungsausnutzung bewirken. Die Knotenamtsleitungen liegen an ihren abgehenden Enden in vielfach geführten Verbindungsklinken auf den Abfrageplätzen und sind an ihrem ankommenden Ende auf besondere Gruppenwähler geschaltet. Diese Gruppenwähler werden entweder über die Knotenamtsleitung hinweg vom ersten Knotenamt aus betätigt, oder es wirken beim zweiten Knotenamte besondere Zahlengeber mit. In den handbedienten Seitenämtern werden für den abgehenden Schnellverkehr besondere Hilfsplätze, für ankommenden Schnellverkehr besondere B-Plätze aufgestellt. Bei den Seitenämtern mit Selbstanschlußbetrieb wirken dagegen weder in abgehender noch in ankommender Richtung Beamtenkräfte mit.

Wegen der sofortigen Herstellung der Schnellverkehrsverbindungen müssen zur Erzielung eines glatten Gesprächsabflusses mehr Leitungen als im gewöhnlichen Fernverkehr zur Verfügung stehen. Dieser Mehraufwand wird indes durch Ersparnisse an Personalkosten ausgeglichen. Namentlich nach Durchführung des Selbstanschlußbetriebes ist der Aufwand an Personal sehr gering. Es kann damit gerechnet werden, daß eine Beamtenkraft rd. 40 Verbindungen in der Stunde zu erledigen vermag gegenüber einer Leistung von etwa 20 Gesprächen im Fernverkehr. Die Mehrleistung im Schnellverkehr wird einmal durch den Fortfall der Arbeiten erzielt, die mit dem Heranholen des anmeldenden Teilnehmers zur Gesprächsführung im Fernverkehr nötig sind, zweitens durch weitestgehende selbsttätige Zeichengabe und drittens durch Mechanisierung des Betriebes im weiten Umfange. Der Schnellverkehr wurde 1926 auf das oberschlesische und Oberlausitzer Industriegebiet ausgedehnt, im Gebiet Frankfurt a. M. — Wiesbaden durchgeführt sowie 1927 im rheinisch-westfälischen Industriegebiet erheblich erweitert und auf Köln, Düsseldorf usw. ausgedehnt.

4. Überweisungsverkehr. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit werden bei Selbstanschlußämtern kleineren Umfangs keine Fernämter mehr eingerichtet. Diese kleineren SA-Ämter werden an ein Überweisungsfernamt herangeführt. Überweisungsfernamt ist jeweils das für die Leitungsführung am günstigsten gelegene Amt innerhalb eines Gebiets von im Mittel rd. 500 km². Die Selbstanschlußämter ohne Fernvermittlungsstelle erreichen über sogenannte Meldeleitungen für Selbstanschlußbetrieb einen oder mehrere Fernplätze beim Überweisungsfernamt, an denen die Anmeldungen für die Ferngespräche entgegengenommen werden. Dabei ist Vorsorge getroffen, daß diese Anmeldungen den Zähler des anrufenden Teilnehmers nicht zum Ansprechen bringen. Sobald die Ferngesprächsanmeldung zur Ausführung gelangen kann, wird der anmeldende Teilnehmer über besondere Fernvermittlungsleitungen für Selbstanschlußbetrieb vom Überweisungsfernamt aus gewählt. Diese Fernvermittlungsleitungen werden nach neueren Richtlinien über sämtliche Fernplätze des Überweisungsfernamts in Vielfachführung auf Klinken gelegt. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß die Überwachung der von den SA-Ämtern ohne Fernvermittlung ausgehenden Ferngespräche des Weitverkehrs an denjenigen Fernplätzen verbleiben kann, auf denen die hochwertigen Fernleitungen liegen, so daß deren Ausnutzung auf einem Höchstmaß gehalten wird. Über die Fernvermittlungsleitungen für Selbstanschlußbetrieb hinweg müssen Einstellstromstöße entsandt werden. Da diese Einstellstromstöße an bestimmte Zeitbedingungen gebunden sind und Starkstrombeeinflussungen Fehler in der Stromstoßgabe hervorrufen können, ist bei der Ausgestaltung der Schaltungen für die Fernvermittlungsleitungen besonderes Gewicht auf Starkstromsicherheit gelegt worden. Bei diesen Schaltungen wird daher neuerdings allgemein die Erde für die Stromrückleitung vermieden. Ferner werden die Leitungen zur Ersparung von Kabeladern bzw. Drähten allgemein zweiadrig geführt.

5. Verstärkerämter. Ende 1926 waren im Fernkabelnetz der Deutschen Reichspost 54 Verstärkerämter in Betrieb, deren Zahl 1927 um 15 weitere vermehrt wurde. Die technische Einrichtung der Fernsprechverstärkerämter hat eine wesentliche Umgestaltung erfahren. Zunächst ist die Leitungsführung grundlegend geändert worden. Bei den Verstärkerämtern werden die Leitungen möglichst nahe der Kabeleinführung durch Ringübertrager abgeschlossen. Die Leitungen verlaufen vom Kabelendverschluß über ein Kabelverteilergestell zunächst nach den Ringübertragern am Zusatzgestell und von da zum Hauptverteiler. Von hier aus werden sie je nach ihrer Verwendung nach den Verstärkern, dem Fernamt oder den Einrichtungen für die Wechselstromtelegraphie geführt. Die Baustoffe auf dem Wege zwischen dem Endverschluß und den Ringübertragern einschließlich dieser sind starkstromsicher für eine Wechselspannung von 2000 V_{eff} und 50 Hz gegen Erde geprüft. In der letzten Zeit hat man auch die bisherige Art des Kabelabschlusses verlassen. An Stelle der alten großen Fernkabelendverschlüsse, in die das ganze Kabel eingeführt wurde, werden Endverschlüsse kleiner Form verwendet für je 20 Leitungen, die mit am Kabelverteiler angebracht sind. Das Fernkabel wird in diesem Falle, ähnlich wie bei den Ortskabeln, in 20paarige Einzelkabel besonderer Bauart mit Viererabschirmung aufgeteilt, und diese werden in die einzelnen kleinen Endverschlüsse eingeführt.

Klinkenumschalter und Prüfschrank der älteren Ämter sind in Wegfall gekommen. Die Leitungs- und Prüfklinken sowie die Prüfeinrichtungen sind nunmehr mit an die Verstärkergestelle verlegt worden. Die Verstärker selbst sind wesentlich verbessert, ein neues Nachbildungsverfahren (nach Hoyt) ist eingeführt worden. Die neuen Verstärkergestelle nehmen 10 Verstärker auf, sie sind etwas niedriger als die alten, aber breiter. Das gleichfalls 10teilige Gestell für die Gabelschaltungen und dasjenige für die Echosperrer der Vierdrahtleitungen lehnen sich in ihrem Aufbau an das Verstärkergestell an. Die Meßapparate für die Gleichstrom- und die Wechselstrommessungen an den Leitungen sind zu einem Meßschrank vereinigt worden, der in seiner Bauart den Fern- und Vielfachschränken entspricht. Die Verstärkergestelle werden in Reihen von je 3 Gestellen aufgestellt derart, daß sich zwei Reihen mit einem Abstand von 110 bis 150 cm mit den Vorderseiten gegenüberstehen und so eine Gruppe von 60 Verstärkern bilden.

6. Schnurverstärker. Im Gegensatz zu den festen Verstärkerämtern stehen die Schnurverstärkereinrichtungen, die nicht wie jene fest mit den Leitungen verbunden sind, sondern wahlweise bei den Fernämtern zur Verbesserung der Verständigung in den Durchgangsverbindungen auf Veranlassung des die Fernleitungen bedienenden Personals eingeschaltet werden. Ende 1927 waren 31 Fernämter mit Schnurverstärkern ausgerüstet.

Da die elektrischen und konstruktiven Grundlagen der Schnurverstärker die gleichen sind wie bei den Festverstärkern, gelten für sie im wesentlichen auch die gleichen Bedingungen der Weiterentwicklung. Sie haben auch die gleiche Ausführung wie die Festverstärker. Ihre Entzerrung umfaßt aber nicht verschiedene Werte, sondern ist einheitlich; sie stellt einen Mittelwert zwischen Fernkabelvierern und Stämmen dar, da es im Schnurverstärkerbetriebe im Hinblick darauf, daß Leitungen ganz verschiedener Dämpfung und Charakteristik dem betrieblichen Wechsel der Sprechbeziehungen gemäß zusammengeschaltet werden müssen, nicht möglich ist, jeder Verbindung den für sie passenden Verstärker zuzuteilen.

Als neue Gruppe des Durchgangsverkehrs neben den Schnurverstärkerverbindungen ist der Verkehr zwischen Vierdrahtleitungen getreten. Die Verbindung zweier Vierdrahtleitungen erfolgt grundsätzlich an den Schnurverstärkerschränken mittels einer Zweischnurschaltung. Die Vierdrahtleitungen werden von Gabel zu Gabel derart zusammengeschaltet, daß die Leitungseiten und die Nachbildungseiten unter Zwischenschaltung von Dämpfungszusätzen miteinander verbunden werden. Diese Zusätze sind so bemessen, daß der Spannungspegel hinter dem Sendeverstärker jeder Vierdrahtleitung die gleiche Höhe hat wie beim amtsendigenden Betrieb. Die Vierdrahtleitungen erhalten ihr besonderes Klinkenfeld in den Verstärkerschränken.

Von wesentlichem Einfluß auf die Schnurverstärkerschaltungen war die Weiterentwicklung der Fernamtsschaltungen in dem Sinne, daß der Durchgangsverkehr ohne Verstärker nicht mehr an den Fernplätzen über ein Vielfachklinkenfeld, sondern über besondere Durchgangsplätze abgewickelt wird (vgl. unter 2). Dadurch sind die Verstärkerschränke in den neueren Fernämtern durch den Hinzutritt der Verbindungsorgane für den unverstärkten Durchgangsverkehr zu allgemeinen Durchgangschränken ausgebaut worden. Es ist schaltungstechnisch gelungen, die früher getrennten Klinkenfelder des verstärkten und unverstärkten Durchgangsverkehrs zu vereinigen. Die für den Schnurverstärkerbetrieb erforderlichen Zusätze und Leitungsnachbildungen werden bei Einschaltung eines Verstärkers selbsttätig eingeschaltet und beim Trennen der Schnurverstärkerverbindung kurzgeschlossen. T. T. R. A.

Die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken.

Von Dr. **Robert Haas** und Dipl.-Ing. **Carl Theodor Kromer,** Rheinfelden.

Übersicht. Es wird untersucht, ob Pumpspeicherwerke, bei denen die Pumparbeit durch Dampfstrom geliefert wird, wirtschaftlich berechtigt sind, u. zw. bei verschiedenen Benutzungsdauern und Kohlenpreisen. Es ergibt sich, daß unter den heutigen Leistungen der Wärmewirtschaft ein solches Pumpspeicherwerk je nach der Benutzungsdauer etwas mehr oder etwas weniger als 420 RM/kW kosten darf, wobei außerdem der Preis der verwendeten Kohle eine nicht unerhebliche Rolle spielt.

Neuerdings haben große Elektrizitätsunternehmungen zur Deckung des Spitzenbedarfes an Stelle von Dampfspitzenwerken Pumpspeicherwerke geplant oder führen sie gar aus. Das muß zunächst erstaunen, denn Speicherwerke mit natürlichem Zufluß sind schon teuer, so daß ihre Wirtschaftlichkeit vielfach angezweifelt wird. Dabei fließt hier das Wasser, welches die elektrische Arbeit liefert, unentgeltlich zu. Man sollte also glauben, daß Pumpspeicherwerke, die nur durch elektrische Pumparbeit gefüllt werden, noch weniger wirtschaftlich sein müßten, insbesondere wenn man bedenkt, daß das Verhältnis der wieder abgegebenen zu der zugeführten elektrischen Arbeit höchstens 60 % ist und die zugeführte Arbeit (Pumpstrom) oft erst mit Dampf erzeugt werden muß. Daß solche Werke überhaupt in wirtschaftlicher Hinsicht in Betracht gezogen werden können, liegt wohl daran, daß man sie für eine sehr große Leistung ausbauen kann, die etwa dem Bedarf weniger Tagesstunden entspricht. Damit kommt man bei genügend hohem Gefälle mit einer entsprechend geringen Wassermenge aus, so daß also ein kleiner Fassungsraum des Beckens genügt. Wo außerdem ein natürlicher Zufluß vorhanden ist, dürften die Verhältnisse noch besser sein; wo also — wie ein Fachmann witzig bemerkte — „nicht nur gepumpt wird, sondern man selber etwas hat".

Wir haben im folgenden versucht, in möglichst einfacher Weise festzustellen, wo die Grenze der Wirtschaftlichkeit solcher Pumpspeicherwerke liege.

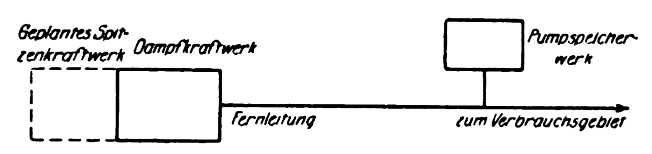


Abb. 1. Angenommener Fall.

Der Einfachheit halber sei zunächst angenommen, es bestehe ein Kraftwerk (Abb. 1), das sein Verbrauchsgebiet mittels Fernleitungen versorge; in der Nähe der Fernleitungen ergäbe sich eine Möglichkeit für die Einrichtung eines Pumpspeicherwerkes. Eine lange Fernleitung brauche also nicht besonders für das Speicherwerk erbaut zu werden. Wegen der zu erwartenden hohen Spitzenleistung stehe der Werksbesitzer vor der Frage, ob er an das bestehende Dampfkraftwerk ein Dampfspitzenwerk anbauen oder ein Pumpspeicherwerk einrichten solle. Für die folgenden Berechnungen benutzen wir die neuesten Ziffern der Wärmekosten, wie sie für das Großkraftwerk Klingenberg (Rummelsburg) von R. Tröger[1] angegeben worden sind. Außerdem ist a. a. O. vom Verfasser mit Baukosten von 260 RM/kW gerechnet. Wir wollen der Sicherheit halber, weil es sich bei einem Dampfspitzenwerk in der Regel nicht um ein ganz großes Werk handelt, nicht mit 260 RM/kW, sondern mit 300 RM/kW rechnen. Ferner sei — wie oben angenommen — der Wirkungsgrad zwischen zugeführtem Pumpstrom und abgegebenem Spitzenstrom etwa

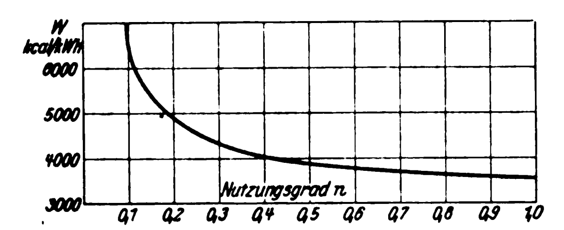


Abb. 2. Wärmeverbrauch in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad.

60 %, so daß aus 1,7 kWh zugeführtem Strom etwa 1 kWh Spitzenstrom abgegeben werden kann. Der Ansatz für die Gleichung ergibt sich daraus, daß die Kilowattstunde aus dem Dampfspitzenwerk nicht teurer sein darf als 1 kWh aus dem Pumpspeicherwerk. Neben den festen Kosten für Verzinsung, Rückstellungen, Reparaturen und Bedienung entstehen für die Kilowattstunde in beiden Fällen noch zusätzliche Kosten, die von der Benutzungsdauer abhängen und beim Dampfwerk nur noch aus den Brennstoffkosten bestehen, die auch beim Pumpstrom eine Rolle spielen. Für Verzinsung, Abschreibung, Erneuerung, Bedienungs- und Reparaturkosten setzen wir beim Dampfspitzenwerk den Betrag von 16 % ein; dies ist zulässig, da die Reparaturen (nach Klingenberg) etwa 1 % des aufgewendeten Kapitals betragen und auch die Bedienungskosten, die heute bei neuen Werken fast unabhängig von den verbrauchten Kilowattstunden sind, somit ohne großen Fehler als eine feste Summe eingesetzt werden können. Dann bliebe nur noch der Kohlenaufwand übrig. Trägt man die in der erwähnten Arbeit von Tröger gebrachte Zahlentafel als Schaubild in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad auf höchstmöglichen Leistung mal der mittleren Benutzungsstunden in die Zahl 8700.

$$W = 3224 + \frac{338}{n} \text{ kcal/kWh} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Der Nutzungsgrad ist das Verhältnis der mittleren Leistung zur höchstmöglichen Leistung. Man kann die mittlere Leistung darstellen als den Quotienten aus der höchstmöglichen Leistung mal der mittleren Benutzungsstunden in die Zahl 8760.

$$n = \frac{\text{Mittl. Leistung}}{\text{Höchstleistung}} = \frac{\text{Höchstleistg.} \times \text{mittl. Benutzungsdauer}}{\text{Höchstleistung} \cdot 8760}$$

$$n = \frac{h}{8760}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

[1] Z. VDI Bd. 71, 1927, S. 1908.

wo also h die mittlere jährliche Benutzungsdauer der Höchstleistung darstellt.

Die Kosten für 1 kWh beim Dampfspitzenwerk sind:

$$K_d = \frac{300 \cdot 100 \cdot 0{,}16}{h} + y \text{ Pf/kWh}.$$

Hier ist der Bruch der Anteil der festen Kosten für 1 kWh und y die Kosten des Kohlenaufwandes. Diese sind nach Gleichung (1)

$$y = 3224\,c + \frac{338\,c}{n} \text{ Pf/kWh}, \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

wobei c die Kosten einer kcal des Brennstoffes in Pf sind. Setzen wir noch für n den ermittelten Wert aus (2) ein, so sind die Kosten für 1 kWh im Dampfspitzenwerk:

$$K_d = \frac{300 \cdot 100 \cdot 0{,}16}{h} + 3224\,c + \frac{338 \cdot 8760\,c}{h} \text{ Pf/kWh}$$

oder

$$K_d = \frac{4800 + 3224\,c\,h + 2950000\,c}{h} \text{ Pf/kWh} \quad \ldots \quad (4)$$

Die Kosten des Pumpspeicherwerkes ergeben sich aus dem Kapitaldienst und den Betriebskosten, wofür wir, wie bei einem Wasserkraftwerk, 11 % annehmen wollen. Hierzu kommen die Kosten des Pumpstromes x, wobei wir für jede wiedergewonnene Kilowattstunde 1,7 kWh Pumpstrom rechnen wollen. Die Kosten einer Kilowattstunde aus dem Pumpwerk sind demnach:

$$K_p = \frac{B \cdot 100 \cdot 0{,}11}{h} + 1{,}7 \left[x + \frac{300 \cdot 100 \cdot 0{,}01}{h} \right] \text{ Pf/kWh}, \quad (5)$$

wobei B die Baukosten des Speicherwerkes in RM für 1 kW sind und das letzte Glied in der Klammer anteilige Betriebskosten (Reparaturen) des den Pumpstrom liefernden Dampfwerkes, mit 1 % der Baukosten (nach Klingenberg[2]) bewertet, darstellt.

Da die Pumparbeit nachts, Sonntags und in Zeiten schwacher Belastung geleistet wird, also durch die Ausfüllung der Lücken der Belastungsfläche, so kann man annehmen, daß das Kraftwerk dann mit einer Benutzungsdauer von 7000 Stunden arbeite.

Wie Abb. 2 erkennen läßt, sind die Unterschiede der Wärmekosten bei hohem Nutzungsgrad ganz gering, und wir begehen daher keinen großen Fehler, wenn die Benutzungsdauer in der Wirklichkeit zwischen 5000 und 8000 Stunden schwanken sollte.

Es ist also unter Benutzung von (3)

$$x = 3224\,c + \frac{338 \cdot 8760\,c}{7000} = 3224\,c + 422\,c = 3646\,c \text{ Pf/kWh}.$$

Setzen wir diesen Wert in (5) ein, so erhalten wir:

$$K_p = \frac{B \cdot 100 \cdot 0{,}11}{h} + 1{,}7 \left[\frac{300 \cdot 100 \cdot 0{,}01}{7000} + 3646\,c \right]$$

oder:

$$K_p = \frac{11\,B + 0{,}073\,h + 6200\,c\,h}{h} \text{ Pf/kWh} \quad \ldots \quad (6)$$

Das Pumpspeicherwerk ist dem Dampfspitzenwerk ebenbürtig, wenn die Stromkosten in beiden Fällen gleich sind, also wenn $K_p = K_d$. Mithin:

$$4800 + 3224\,c\,h + 2950000\,c = 11\,B + 0{,}073\,h + 6200\,c\,h\,.$$

Löst man die Gleichung nach B auf, so erhält man

$$B = 438 - 270\,c\,h + 268\,000\,c - 0{,}006\,h\,.$$

[2] G. Klingenberg, Bau großer Elektrizitätswerke, 2. Aufl. Verlag von Julius Springer, Berlin 1924.

Da das letzte Glied selbst bei großer Benutzungsdauer nur wenige Reichsmark ergibt, können wir es weglassen und erhalten nach einigen Umstellungen und Abrundungen:

$$B = 440 + 270\,c\,(1000 - h) \text{ RM/kW}. \quad \ldots \ldots \quad (7)$$

Diese Gleichung besagt, daß 1 kW eines Pumpspeicherwerkes im Vergleich zu einem Dampfspitzenwerk nicht mehr kosten darf als der Ausdruck auf der rechten Seite, wobei der Kohlenpreis in erster Linie und die Benutzungsdauer in zweiter Linie eine Rolle spielen.

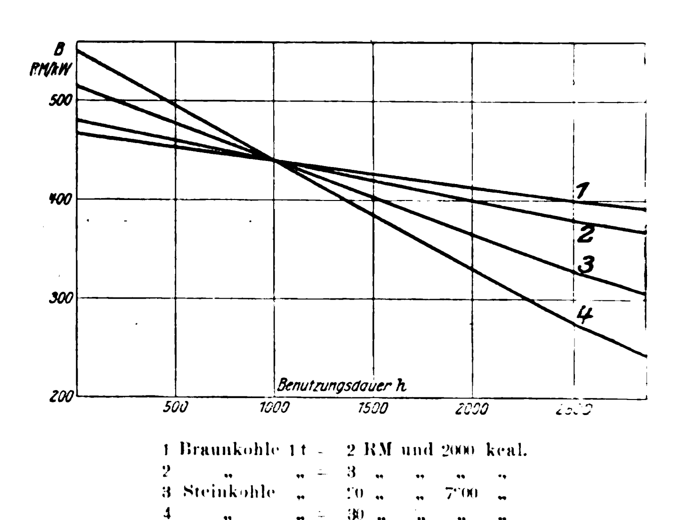


Abb. 3. Zulässige Baukosten eines Pumpspeicherwerkes für verschiedene Benutzungsdauern und Kohlenpreise.

Diese Gleichung ist für vier verschiedene Kohlenpreise in Abb. 3 dargestellt, wobei die jährlichen Benutzungsstunden des eingebauten Kilowatt als Abszisse aufgetragen sind. Gleichung und Abbildung lassen erkennen, daß bei $h < 1000$ Stunden der Wert von $B > 440$ RM/kW, und bei $h > 1000$ der Wert $B < 440$ RM/kW wird. Bei hohen Kohlenkosten liegt links vom Schnittpunkt 440 RM und 1000 Stunden der Wert von B höher; das erklärt sich daraus, daß beim Dampfspitzenwerk die häufige kurzzeitige Inbetriebnahme der Kessel namentlich bei den hohen Kohlenpreisen ins Geld läuft, während die niedrigen Kohlenpreise den Gleichwert von B nicht so sehr in die Höhe treiben. Rechts vom Schnittpunkt, also bei den großen Benutzungsdauern, macht sich der billige Kohlenpreis stark geltend und vermindert den Gleichwert von B in geringerem Maße als bei hohen Kohlenpreisen.

Man kann das Ergebnis auch wie folgt ausdrücken:

Bei einer Benutzungsdauer von 1000 Stunden (oder wenn die Kohle überhaupt nichts kostete) ist ein Pumpspeicherwerk einem neuen Dampfspitzenwerk ebenbürtig, wenn es nicht mehr als 440 RM/kW kostete. Bei kürzeren Benutzungsdauern können die Herstellungskosten des Pumpspeicherwerkes teurer, bei höheren Benutzungsdauern müssen sie billiger sein als 440 RM/kW; daneben spielt bezüglich des Gleichwertes des Pumpspeicherwerkes auch der Kohlenpreis eine Rolle.

Wenn eine besondere Fernleitung für das Pumpspeicherwerk nötig ist, so wären deren Kosten je Kilowatt in B enthalten und statt der 1,7fachen Menge des Pumpstromes wäre je nach den Verlusten in der Fernleitung eine andere Ziffer, z. B. das 1,8fache, in obige Gleichungen einzusetzen.

Die Berechnung gibt unter Annahme der Baukosten eines Dampfspitzenwerkes von 300 RM/kW und einer Wärmeverwertung wie beim Großkraftwerk Klingenberg einen nahezu vollkommenen Aufschluß über die wirtschaftliche Berechtigung eines Pumspeicherwerkes. Sollten sich Baukosten und Wärmewirtschaft durch den Fortschritt der Technik ändern, so wären die Gleichungen durch andere Ziffern entsprechend zu ändern.

Über die Feuersicherheit von elektrischen Isolierstoffen und ein neues Verfahren zu ihrer Bestimmung.

(Mitteilung aus der Material-Prüfstelle, Abt. Gummiwerk, der Siemens-Schuckertwerke.)

Von Obering. **W. Schramm** und Dipl.-Ing. **W. Zebrowski,** Berlin.

Übersicht. Es wird der Begriff der Feuersicherheit im Gegensatz zur Wärmesicherheit, die eine physikalische Widerstandsfähigkeit darstellt, als chemische Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen definiert, die dann als Brennbarkeit unter betriebsmäßig auftretenden Bedingungen mit Hilfe eines neuentwickelten Glühstabapparates bestimmt wird.

Die Feuersicherheit von Isolierstoffen wird nach der VDE-Vorschrift in der Weise geprüft, daß ein Normalstab 15 × 10 × 120 mm in wagerechter Lage 1 min lang einer Bunsenbrennerflamme von bestimmter Größe ausgesetzt wird. Als Maß für die Klasseneinteilung gilt die Zeit, die das Material nach Wegnahme des Bunsenbrenners weiterbrennt. Man unterscheidet dann 0 s als Klasse 2, bis 15 s als Klasse 1 und über 15 s Nachbrennzeit als Klasse 0. Da die Werte für die Nachbrennzeit erfahrungsgemäß sehr stark schwanken, ermöglicht die Methode in erster Linie nur eine grobe Trennung von nicht brennbaren und leicht brennbaren Stoffen wie Asbest und Hartgummi. Die schwer brennbaren Stoffe, wie z. B. die heutzutage sehr wichtigen Bakelit-Holzmehlstoffe, werden hingegen schlecht erfaßt und kommen zum größten Teil nach Klasse 0, in der sich auch alle leicht brennbaren Stoffe, wie z. B. Kopalpreßmassen, befinden. Diese Ungerechtigkeit in der Beurteilung ist durch die inzwischen vorgesehene Erhöhung der 15 s-Brennzeit auf 30 s zwar etwas gemildert aber nicht beseitigt worden, so daß man sich bemüht hat, nach neuen Gesichtspunkten andere Prüfmethoden zu finden, die eine klare und treffende Unterscheidung aller Isolierstoffe ermöglichen.

Vor allem ist es notwendig gewesen, den Begriff der Feuersicherheit den betriebsmäßigen Forderungen anzupassen und ihn genauer zu definieren. Nach G. I. M e y e r[1] versteht man unter „feuersicher" nur die Widerstandsfähigkeit gegen auftretende Lichtbogen oder glühende Drähte, nicht etwa gegen Brände, welche die Räume beschädigen, in denen elektrische Geräte untergebracht sind. Der Begriff der Feuersicherheit soll deshalb besser durch die beiden Begriffe Schaltfeuersicherheit und Glutsicherheit ersetzt werden, für die dementsprechend zwei Prüfmethoden auszubilden sind.

Eine allgemeinere Definition der Feuersicherheit findet man, wenn man von den Eigenschaften ausgeht, nach denen man die Widerstandsfähigkeit des Isolierstoffes gegen Schaltfeuer und glühende Drähte überhaupt beurteilen will. Beiden Belastungen sind die hohen Temperaturen gemeinsam, die im Gegensatz zu der allseitigen Erwärmung bei der Bestimmung der Wärmesicherheit das Material nur an örtlich begrenzten Stellen sehr stark erhitzen und insbesondere seinen chemischen Aufbau angreifen. Rein äußerlich wird in diesem Falle vielfach ein Verbrennen bzw. Verkohlen des von der Hitze getroffenen Materialteils eintreten. Gleichzeitig damit werden Isolationsänderungen vor sich gehen, die z. B. einen Kurzschluß im Schalter verursachen können. Isolationsänderungen unter dem Einfluß hoher Temperaturen werden nun schon durch die Prüfung des Materials auf Lichtbogensicherheit bestimmt, so daß man sich bei der Feuersicherheitsprüfung mittelst Schaltfeuers oder glühenden Drahtes auf die Ermittelung der in beiden Fällen in Frage kommenden Brennbarkeit eines Stoffes beschränken kann. Erfaßt demnach die Bestimmung der Wärmesicherheit die physikalische Widerstandsfähigkeit eines Stoffes gegen allseitig auftretende Übertemperaturen, so bestimmt die Prüfung auf Feuersicherheit die chemische Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen, jedoch mit der Einschränkung, daß die Temperaturen im Sinne einer Belastung durch Schaltfeuer oder glühenden Draht nur auf einen begrenzten Teil des Isolierstoffes einwirken. Die chemische Widerstandsfähigkeit ist zweckmäßig nach der Brennbarkeit des Isolierstoffes zu beurteilen, zu der sie in einem gegensinnigen Verhältnis steht.

Die Brennbarkeit eines Materials wird entsprechend der neuen Definition der Feuersicherheit im wesentlichen abhängig sein von der Art seines chemischen Aufbaus und von seiner Form. Ganz allgemein ist die Brennbarkeit in diesem Falle zu beurteilen nach der Leichtigkeit, mit der das Material entflammt, und nach der Größe der durch den Brand entstehenden Zerstörung. Stoffe, die nicht entflammen bzw. nicht verkohlen, sind als feuersicher anzusprechen, auch dann, wenn sie z. B. weich werden und sich deformieren, also nicht wärmesicher sind. Zur quantitativen Bestimmung der Brennbarkeit wurde in engster Anlehnung an die betriebsmäßige Belastung durch glühende Drähte der in Abb. 1 abgebildete Apparat

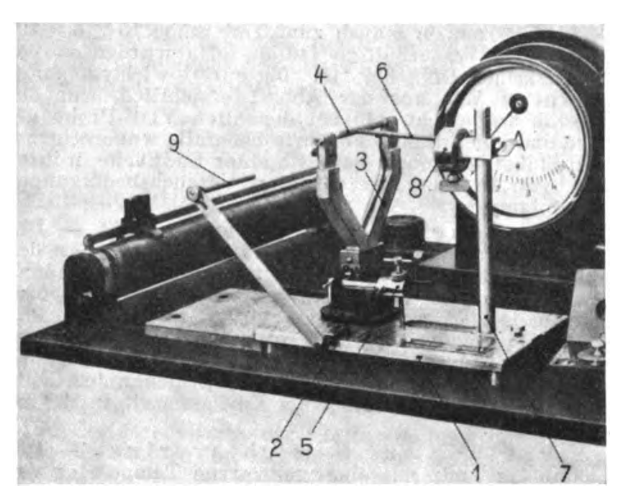
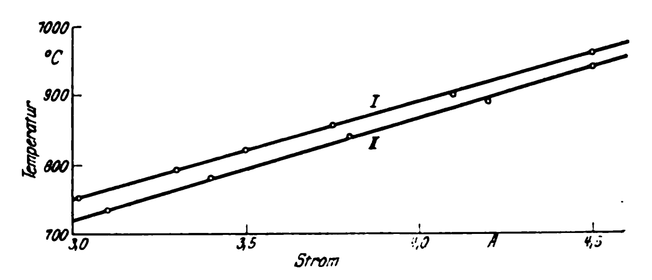


Abb. 1. Glühstabapparat zur Bestimmung der Feuersicherheit.

gebaut. Er besteht im wesentlichen aus einem elektrisch geheizten Silitstab (von Gebrüder Siemens & Co., Lichtenberg) vom Durchmesser 8 mm und einer Glühlänge von 80 mm, der einmal mit Hilfe eines optischen Pyrometers nach K u r l b a u m auf die Abhängigkeit der schwarzen Temperatur von der Stromstärke geeicht worden ist und dann durch ein Amperemeter und einen Vorschaltwiderstand auf die gewünschte Prüftemperatur eingestellt werden kann (s. Abb. 2, Eichkurven von zwei verschiedenen



Stab *I* und *II* Durchmesser 8 mm, Glühlänge 80 mm.

Abb. 2. Schwarze Temperatur zweier Silitstäbe in Abhängigkeit von der Stromstärke.

Silitstäben). Die Vorteile des Silitstabes gegenüber glühenden Metalldrähten liegen in seiner chemischen Beständigkeit gegen Oxydation durch die Luft und gegen die später zu untersuchenden Isolierstoffe bei den in diesem Falle angewendeten Temperaturen bis 1000° und in seinem hohen spezifischen Widerstand, der es ermöglicht, starke Stäbe mit für die Prüfung notwendiger großer Wärmekapazität durch verhältnismäßig geringe Stromstärken auf hohe Temperaturen zu heizen. Stäbe, die etwa 100 h lang mit 5 A auf eine Temperatur von 1000° belastet wurden, zeigten noch keine Alterung, wie man durch Nachmessen der Eichwerte feststellen konnte.

[1] ETZ 1927, S. 1590.



Der geeichte Silitstab ist in der abgebildeten Apparatur mit einer Einstellvorrichtung für die zu untersuchenden Prüfstäbe aus Isolierstoff vereinigt, die sich im einzelnen zusammensetzt aus einer Grundplatte *1*, auf der sich ein drehbarer Lagerbock *2* mit dem schwenkbaren, aus feuerfestem Isolierstoff bestehenden Halter *3* für den Silitstab *4* befindet. Ein Gegengewicht mit Einstellschraube *5* dient zur Begrenzung des Nachfolgeweges des hochgeklappten Silitstabes für den Fall, daß das anliegende Isoliermaterial sich durch Abbrand verkürzt. Zur Befestigung und Einstellung des Probestabes *6* dienen eine verschiebbare Säule *7* mit dem Klemmring *8* und ein den Silitstab ersetzender ebenfalls schwenkbarer Einstellstab *9*.

Die Versuche, mit Hilfe des neuen Apparates ein brauchbares Maß für die Beurteilung der Brennbarkeit zu erhalten, erstreckten sich auf die Feststellung folgender Eigenschaften eines Isolierstoffes:

1. Entflammbarkeit,
2. Gewichtsverlust,
3. Flammenausbreitung

Zur Untersuchung kamen die üblichen Normalstäbe 15 × 10 × 120 mm und auch zum Teil Stäbe 15 × 3 × 120 Millimeter. (Wasserhaltige Isolierstoffe wurden vorher im elektrischen Ofen bei 110° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.) Wie aus der Abb. 1 ersichtlich, war der Probestab wagerecht wie bei der alten VDE-Probe gehaltert, und der Silitstab berührte ebenfalls wagerecht bei beiden Stabdimensionen die Mitte einer Endfläche in ihrer Breite von 15 mm. Die weiteren Versuchsbedingungen waren folgende:

1. Prüfung auf Entflammbarkeit. — Der Glühstab wurde mit einer Temperatur von 650° an den Probestab gelehnt. Trat während 1 min keine Entzündung ein, so wurde die Temperatur des Silitstabes etappenweise um je 50° gesteigert und die gleiche Prüfung an einem jeweils neuen, kalten Probestab bzw. Stabende so lange vorgenommen, bis der Isolierstoff entflammte. Gleichzeitig wurde dann die Zeit vom Anlegen des Glühstabes bis zur Entflammung als Entflammzeit in Sekunden gemessen.

2. Prüfung auf Gewichtsverlust. — Der Glühstab lag 3 min mit einer schwarzen Temperatur von 950° am vorher abgewogenen Probestab an, ohne jedoch dem sich etwa durch Abbrand verkürzenden Probestab mehr als 5 mm zu folgen. Nach dieser Zeit wurde die Flamme gelöscht und durch Wägung der Gewichtsverlust in Milligramm bestimmt. Bei leicht brennbaren Stoffen, wie z. B. Zelluloid und Hartgummi, war vielfach wegen Mangels an Material eine kürzere Brennzeit notwendig. In diesem Falle wurde der Gewichtsverlust auf 3 min Brennzeit in der Weise umgerechnet, daß der Gewichtsverlust der Brennzeit direkt proportional gesetzt wurde.

3. Prüfung auf Flammenausbreitung. — Nach der Gewichtsverlustbestimmung wurde als Flammenausbreitung der von der Flamme auf dem Stabe der Länge nach zurückgelegte Weg in ganzen Zentimetern gemessen. Bei kürzeren Brennzeiten wurde ebenfalls bei der Umrechnung auf 3 min der Ausbreitungsweg als proportional der Zeit angenommen.

Die Werte für Entflammbarkeit, Gewichtsverlust und Flammenausbreitung sind in der Zahlentafel 1 für einige Isolierstoffe der hauptsächlichsten Typen zusammengefaßt. Die beiden Zahlenangaben für jede Bestimmung beziehen sich bei schwer brennbaren Stoffen auf die beiden Stabenden eines Prüfstabes, bei den leichter brennbaren Stoffen von H 13 bis Zelluloid auf zwei verschiedene Stäbe. Der Gewichtsverlust und die Flammenausbreitung sind außer an Normalstäben noch an Stäben 15 × 3 × 120 mm bestimmt worden. In der dritten Rubrik steht das als Maßzahl für die Brennbarkeit gedachte Produkt aus dem Gewichtsverlust in Milligramm und der Flammenausbreitung in ganzen Zentimetern an 15 × 3 × 120 mm-Stäben und in der letzten Reihe der hieraus an späterer Stelle abgeleitete entsprechende Wert für die Feuersicherheit. Aus den Werten der Zahlentafel folgt, daß die Entflammtemperaturen unserer gebräuchlichen Isolierstoffe bei den vorher gegebenen Bedingungen unterhalb 1000° liegen, und daß sich Unterschiede z. B. zwischen Bakelitpreßstoffen mit organischen und anorganischen Füllstoffen und zwischen Zelluloid und Preßspan ergeben. Anderseits sieht man aber an den Entzündungstemperaturen des leicht brennbaren Kopalmaterials E 81 (850°), der an sich schwerer brennbaren Zellonmasse E 85 (800°) und des Preßspans (750°), daß die Entzündungstemperatur allein kein brauchbares Maß für die

Zahlentafel 1.

Material	Entflammbarkeit in °C	Gewichtsverlust in mg, dahinter i. Kl. die Flammenausbreitung in cm am Stab 15 × 10 × 120 mm	Gewichtsverlust … am Stab 15 × 3 × 120 mm	Brennbarkeit in mg Gewichtsverl. mal cm Flammenausbr.	Feuersicherheit Klasse
E 90 Zementasbest	entfl. nicht	0 (0)	0 (0)	0	5
E 87 Bakelit + anorg. Füllstoff	900 900	200 (1) 220 (1)	80 (1) 85 (1)	8 8,5 $\times 10^1$	4
E 59 desgl.	900 900	180 (1) 180 (1)	60 (1) 70 (1)	6 7 $\times 10^1$	4
E 61 Teerpech + anorg. Füllstoff	950 950	200 (1) 230 (1)	80 (1) 80 (1)	8 8 $\times 10^1$	4
E 82 desgl.	850 850	690 (1) 750 (1)	400 (2) 440 (2)	8 8,8 $\times 10^2$	3
H 63 Äternit (Stabilit)	850 850	779 (1) 710 (1)	400 (1) 450 (1)	4 4,5 $\times 10^2$	3
E 75 Bakelit + organ. Füllstoff	850 850	630 (1) 600 (1)	250 (1) 250 (1)	2,5 2,5 $\times 10^2$	3
E 73 desgl.	850 850	600 (1) 560 (1)	260 (1) 260 (1)	2,6 2,6 $\times 10^2$	3
E 74 desgl.	850 850	800 (1) 800 (1)	860 (2) 820 (2)	1,7 1,6 $\times 10^3$	2
H 13 Eisengummi	850 850	1030 (3) 1095 (3)	645 (3) 730 (3)	1,9 2,2 $\times 10^3$	2
Preßspan	750 750	— —	1400 (4) 1500 (4)	5,6 6 $\times 10^3$	2
E 85 Zellon + organ. Füllstoff	800 800	1400 (2) 1600 (2)	1000 (2) 1200 (2)	2 2,4 $\times 10^3$	2
E 81 Kopal + organ. Füllstoff	850 850	2800 (5) 2400 (5)	1900 (6) 2000 (6)	1,1 1,2 $\times 10^4$	1
H 54 Hartgummi	850 850	6500 (8) 6320 (8)	3600 (8) 3590 (8)	2,9 2,8 $\times 10^4$	1
Zelluloid	650 650	— —	> 10 000 (> 10) > 10 000 (> 10)	$> 10^5$ $> 10^5$	0

Feuersicherheit ist. Praktisch wird im allgemeinen auch die höchste Entzündungstemperatur durch Schaltfeuer oder glühenden Draht erreicht und das weitere Verhalten des Materials dann besser durch seinen Gewichtsverlust infolge pyrogener Zersetzung und seine Flammenausbreitung gekennzeichnet werden.

Die Entflammzeit ist, wie sich gezeigt hat, sehr stark abhängig von geringen Abweichungen in der Anlage des Stabes, streut sehr stark und hat an sich auch nur einen Sinn, wenn die Prüfung bei einer Temperatur vorgenommen wird, bei der alle Isolierstoffe entflammen. In diesem Falle zünden aber, wie Versuche gezeigt haben, die Stoffe mit etwas niedrigerer Entflammtemperatur momentan, so daß die Unterschiede völlig verschwinden und dadurch diese Bestimmung wertlos wird; die Zahlen sind aus diesem Grunde in der Tafel nicht angeführt.

Erst die Bestimmung des Gewichtsverlustes, die bei der Einwirkung der höchsten gefundenen Entzündungstemperatur von 950° vorgenommen worden ist, bringt bei guter Übereinstimmung der Einzelwerte quantitativ gut erfaßbare Unterschiede zwischen sämtlichen Isolierstoffen und besonders auch zwischen einander verwandten Stoffen, wie man deutlich aus den Werten für die Holzmehlbakelite und Teerpechmaterialien ersehen kann. Ein Vergleich der Zahlen für die beiden Probestäbe von verschiedenen Abmessungen zeigt, daß bei dem Stab mit kleinerem Querschnitt die Unterschiede noch kräftiger werden. Die Ursache dieser Erscheinung liegt, wie man leicht aus der zugehörigen Flammenausbreitung ersehen kann, darin, daß bei kleinerem Querschnitt auch schon einige von den verhältnismäßig schwer brennbaren Stoffen selbständig unter der Einwirkung ihrer eigenen Flamme weiter brennen, während die sehr schwer brennbaren Stoffe auch in diesem Falle nur gezwungen unter der Einwirkung des Glühstabes brennen und eine konstante Flammenausbreitung haben. Aus diesem Grunde und weil die Stärke von 3 mm etwa der geringsten vorkommenden Wandstärke von Isolierteilen entspricht, wird der Stab mit dem Querschnitt 15 × 3 mm als Prüfstab vorgeschlagen; seine Länge braucht dabei nicht viel größer als die zu erwartende Flammenausbreitung zu sein, so daß der Prüfstab in vielen Fällen leicht aus dem fertigen Stück geschnitten werden kann.

Die Flammenausbreitung als weiteres Maß für die Größe der pyrogenen Zersetzung beträgt an den Stäben mit dem Querschnitt 15 × 3 mm bei schwer brennbaren Stoffen rd. 1 cm und erhöht sich bei den leichter brennbaren Massen, wie z. B. Kopalstoffen auf 6 cm, bei Hartgummi bis auf 8 cm und bei Zelluloid auf über 10 cm. Man findet bei den untersuchten Isolierstoffen keine Beziehung zwischen Gewichtsverlust und Flammenausbrei-

tung. Diese Feststellung ist auch theoretisch verständlich, wenn man sich vorstellt, daß es möglich ist, sehr stark anorganisch gefüllte Isolierstoffe etwa zur Verringerung der Wasseraufnahme mit geringen Mengen von leicht brennbaren Substanzen zu imprägnieren, die dann wohl einen großen Flammenweg aber einen verhältnismäßig geringen Gewichtsverlust haben werden. Aus diesem Beispiel ersieht man, daß es zweckmäßig ist, die Beurteilung der Brennbarkeit sowohl nach dem Gewichtsverlust als auch nach der Flammenausbreitung vorzunehmen.

Bildet man das Produkt aus dem Gewichtsverlust und der Flammenausbreitung, so erhält man, wie die Zahlentafel 1 zeigt, Werte mit zunehmenden Zehnerpotenzen, deren Exponenten eine gute Abstufung und treffende Unterscheidung der Isolierstoffe ergeben und infolgedessen als Klasseneinteilung für die Brennbarkeit dienen können. Man unterscheidet demnach 6 Stufen: Nach Klasse 0 kommen die unentflammbaren Stoffe, nach Klasse 1 z. B. die anorganisch gefüllten Bakelite, nach Klasse 2 und 3 die Holzmehlbakelite, nach Klasse 4 Hartgummi und Kopalstoffe, nach Klasse 5 Zelluloid und ähnliche Stoffe. Die Feuersicherheit steht zu diesen Zahlen in einem gegensinnigen Verhältnis, so daß die Klasse 5 der Brennbarkeit gleich Klasse 0 der Feuersicherheit zu setzen ist und umgekehrt.

Zahlentafel 2: Abhängigkeit der Brennbarkeit von verschiedenen Prüftemperaturen.

Stoff	Gewichtsverlust in mg, dahinter in Kl. die Flammenausbreitung bei Temp. von			Brennbarkeit Klasse
	900°	950°	1000°	
Bakelit + anorg. Bestandteilen	60 (1)	70 (1)	80 (1)	1
Bakelit + organ. Bestandteilen	480 (1)	500 (1)	510 (1)	2
Teerpechm. + anorgan. Bestandt.	130 (1)	135 (1)	140 (1)	2

Um festzustellen, wie groß etwa der Meßfehler bei nicht genau eingestellten Temperaturen sein würde, wurden Gewichtsverlust und Flammenausbreitung an den in Zahlentafel 2 angeführten Isolierstoffen bei drei um je 50° verschiedenen Temperaturen gemessen; es zeigte sich, wie man aus den Werten ersieht, eine weitgehende Unempfindlichkeit gegen diese Temperaturschwankungen.

Inzwischen sind an verschiedenen Stellen, darunter auch amtlichen Prüfstellen, Vergleichsversuche an mehreren Glühstabapparaten mit gleichen Isolierstoffen gemacht worden; sie haben eine gute Übereinstimmung in der Feststellung des Gewichtsverlustes und der Flammenausbreitung untereinander und auch mit den hier angegebenen Werten ergeben, so daß mit einer baldigen allgemeinen Einführung des Apparates für die Bestimmung der Feuersicherheit zu rechnen ist.

Das Kreisdiagramm des Einphasen-Induktionsmotors.

Von **Franklin Punga**, Darmstadt.

Übersicht. Der Verlauf des Stromvektors des Einphasen-Induktionsmotors wird in Beziehung gebracht zu dem Kreisdiagramm des äquivalenten Drehstrommotors.

In den bisher veröffentlichten Methoden[1] zur Bestimmung des Kreisdiagramms des Einphasen-Induktionsmotors ist der Zusammenhang zwischen der Lage des Kreises des Einphasen-Induktionsmotors und dem Kreisdiagramme des äquivalenten Drehstrommotors nicht ersichtlich. Im folgenden wird eine einfache Ableitung gegeben, die gerade die relative Lage der beiden Kreisdiagramme mit einfachsten Mitteln zu erfassen gestattet.

Wenn a, b, c und d komplexe Größen sind, λ eine reelle Veränderliche, so durchläuft bekanntlich der Endpunkt des Ausdruckes $\frac{a+\lambda b}{c+\lambda d}$ einen Kreis K, der für $\lambda = 0$ durch P und für $\lambda = \infty$ durch Q geht, wenn $\overline{OP} = \frac{a}{c}$ und $\overline{OQ} = \frac{b}{d}$ ist. Zu jedem Punkte R dieses Kreises gibt es einen konjugierten Punkt R', der durch Vertauschen des Vorzeichens von λ entsteht, also $\overline{OR'} = \frac{a-\lambda b}{c-\lambda d}$.

Der Ausdruck

$$\overline{OS} = \frac{\overline{OR}+\overline{OR'}}{2} = \frac{1}{2}\,\frac{a+\lambda b}{c+\lambda d} + \frac{1}{2}\,\frac{a-\lambda b}{c-\lambda d} = \frac{a c - \lambda^2 b d}{c^2 - \lambda^2 d^2}$$

stellt für veränderliche λ ebenfalls einen Kreis K' dar. Da aber mit Rücksicht auf $-\lambda^2$ nur negative Werte als Veränderliche auftreten, so entspricht ihnen nur ein Teil des Kreises. K' geht ebenfalls durch P (für $\lambda = 0$) und durch Q (für $\lambda = \infty$). Außerdem läßt sich zeigen, daß er auch durch den Mittelpunkt des ursprünglichen Kreises geht; denn offenbar liegt S jeweils auf der Mitte der Sehne $\overline{RR'}$. Unter diesen Sehnen ist notwendigerweise auch der Durchmesser enthalten, in welchem Falle S mit der Mitte des Kreises zusammenfallen muß. Abb. 1 zeigt K und K'. Der zu imaginären Werten gehörende Teil des Kreises K' ist punktiert gezeichnet. Diese einfachen Betrachtungen genügen, um das Kreisdiagramm des Einphasen-Induktionsmotors aus demjenigen des Drehstrommotors abzuleiten.

Wir denken uns zunächst zwei gleiche Drehstrommotoren, deren Stromverlauf durch den Kreis K in Abb. 2 dargestellt sei, auf der gleichen Welle sitzend. Die Statorwicklungen seien in Serie geschaltet und an das Netz angeschlossen, die Drehfelder haben aber verschiedenen Drehsinn. Die charakteristischen Punkte des Kreises seien: P_0 der Leerlaufpunkt, P_k der Kurzschlußpunkt, P_∞ der Punkt bei unendlich großem Schlupfe, M der Mittelpunkt des Kreises. Der gleiche Kreis kann auch als Impedanzkreis aufgefaßt werden, in welchem Falle die Punkte P_k und P_∞, die uns besonders interessieren, nach P'_k und P'_∞ verschoben sind.

Abb. 1. Darstellung des Kreises $K = \frac{a+\lambda b}{c+\lambda d}$, der konjugierten Punkte R und R' und der Mitte S der Sehne RR'

Die Serienschaltung der Statorwicklung der beiden auf der gleichen Welle sitzenden Drehstrommotoren bedingt eine Summierung der Impedanzen, und zwar jeweils einer Impedanz bei der Drehzahl n zu der Impedanz bei der Drehzahl $-n$. Wir bilden, wie oben, vorläufig nur die Hälfte der Summe entsprechender Impedanzen und müssen nach dem vorausgegangenen mathematischen Satz einen Kreis bekommen, der durch P'_k (nämlich für $n = 0$), durch P'_∞ (nämlich für $n = \infty$) und M geht. Es ist der in Abb. 2 punktiert eingezeichnete Kreis K'. Das Kreisdiagramm des Doppelmotors erhalten wir nun, indem wir zu K' wiederum die Inversion bilden. Wir erhalten dann einen Kreis, der durch P_k, P_∞ und M' geht, wo M' die Inversion von M in bezug auf den Kreis K ist. ($OM \cdot OM' = OP_k . OP'_k = OP_\infty . OP'_\infty =$ Po-

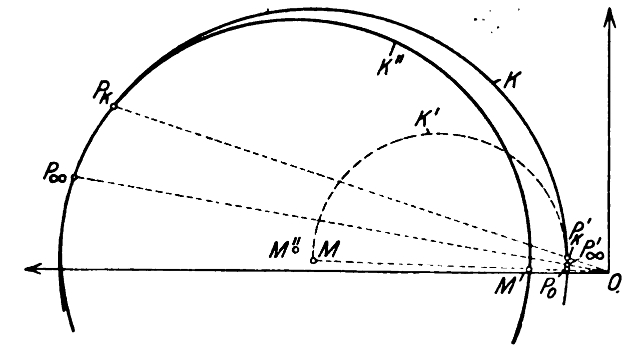


Abb. 2. Aus dem Kreise K des Drehstrommotors wird der Kreis K'' des Einphasen-Induktionsmotors entwickelt.

[1] Besonders zu erwähnen sind hier die Arbeiten von Eichberg, Görges, Arnold, La Cour, Karapetoff, Steinmetz, Hellmund, Kostko u. Sumeč.

tenz von O in bezug auf Kreis K.) Zu berücksichtigen ist freilich noch, daß wir nur die Hälfte der Impedanzsumme gebildet hatten, daß also ein jeder Stromvektor zu halbieren ist, was auf einfache Weise durch einen neuen, doppelt so großen Amperemaßstab berücksichtigt wird.

Die beiden Motoren lassen sich zu einem einzigen vereinigen, der zwei gleiche Statorwicklungen besitzt, die aber Drehfelder verschiedenen Sinnes ergeben. Zwei Drehfelder gleicher Amplitude aber verschiedenen Drehsinnes ergeben bekanntlich ein Wechselfeld, das durch eine einzige Wicklung erzeugt werden kann. Je nach dem Wickelfaktor dieser Einphasenwicklung muß der Amperemaßstab geändert werden, doch bleibt das oben abgeleitete Kreisdiagramm im übrigen bestehen. Die Änderung des Maßstabes läßt sich wie folgt bestimmen.

J_d sei der oben bestimmte Strom des Doppel-Drehstrommotors, J_e der Strom des äquivalenten Einphasenmotors:

Drehfeld eines normalen Drehstrommotors $= 0{,}865\,A$, wo $A = \frac{3\,s\,J_d}{2\,p_0}$ (s = eff. Windungszahl einer Phase, $2\,p_0$ = Zahl der Pole), Wechselfeld des Einphasen-Induktionsmotors $= \frac{4}{\pi} \cdot \frac{2\,s\,J_e\,\sqrt{2}\,f_w}{2\,p_0}$.

Die Gleichheit des Wechselfeldes in beiden Fällen erfordert also

$$2 \cdot 0{,}865 \cdot \frac{3\,s\,J_d}{2\,p_0} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{2\,s\,J_e\,\sqrt{2}}{2\,p_0}\,f_w,$$

$$J_e = \frac{1{,}44}{f_w} \cdot J_d.$$

Die Stromvektoren des gefundenen Kreises sind also auf $0{,}5 \cdot \frac{1{,}44}{f_w} = \frac{0{,}72}{f_w}$ zu verkleinern.

Das Ergebnis unserer einfachen Überlegung läßt sich wie folgt zusammenfassen:

Gegeben sei ein Drehstrommotor mit den Punkten P_k und P_∞ seines Kreises und dem Kreismittelpunkt M. Der Einphasen-Induktionsmotor mit dem gleichen Kraftlinienfluß und der gleichen Klemmenspannung hat als Diagramm ebenfalls einen Kreis, der durch P_k, P_∞ und M' geht, wo M' durch Inversion von M in bezug auf den ursprünglichen Kreis entsteht ($\overline{OM} \cdot \overline{OM'}$ = Potenz von O in bezug auf den Kreis). Der Amperemaßstab muß aber dabei geändert werden, und zwar derart, daß die Stromvektoren im Verhältnis $\frac{0{,}72}{f_w}$ verkleinert erscheinen, wo f_w der Wickelfaktor der Einphasenwicklung ist. Entsteht der Einphasen-Induktionsmotor durch Abschalten der Phase eines Drehstrommotors, so ist die Verkleinerung des Stromvektors $\frac{0{,}72}{0{,}83} = 0{,}865$.

Die Geschwindigkeit kann aus dem Diagramm in bekannter Weise[2] entnommen werden. Man beachte, daß λ in dem Impedanzdiagramm des Drehstrommotors in linearer Form, in dem Impedanzausdruck des Doppelmotors und mithin auch in demjenigen des Einphasenmotors in quadratischer Form auftritt. Eine jede Konstruktion, die aus dem Kreisdiagramm des Drehstrommotors die Geschwindigkeit λ im Verhältnis zur synchronen Geschwindigkeit entwickelt, führt im obigen Diagramm des Einphasenmotors zu λ^2.

[2] Arnold, Die Wechselstromtechnik, Bd. 5, 1. Teil. Verlag Julius Springer, Berlin.

Zur Herstellung von Höchstspannungskabeln.

Von Dr. **Paul Junius**, Hannover.

Übersicht. Die früher entwickelte Methode zur Bestimmung der Trocknungs- und Tränkzeiten bietet die Möglichkeit, unter sonst gleichartigen Stoffen diejenigen auszuwählen, welche in der kürzesten Zeit getrocknet werden. Auf Grund dieser Methode wird eine Lösung des bisher ungelösten Problems gezeigt, ein Kriterium für den Evakuierungsgrad der Isolationschichten zu erhalten. Dieses Kriterium gibt über den Wert der verschiedenen Herstellungsverfahren und den ihrer Variationen einen zuverlässigen Aufschluß. Vor allem zeigt es sich, daß die üblichen Herstellungsverfahren für die Herstellung eines idealen Dielektrikums nicht ausreichen. Dazu sind neue Wege notwendig. Ein solcher wird beschrieben.

Der Herstellungsprozeß von Höchstspannungskabeln erfordert eine besonders eingehende Berücksichtigung der in den letzten Jahren über die Eigenschaften der elektrischen Isolierstoffe gesammelten Erfahrungen. Diese lassen sich kurz dahin zusammenfassen, daß feuchte Stellen und Luftblasen innerhalb des Dielektrikums ungünstige Zustandsänderungen für den einer hohen Beanspruchung ausgesetzten Stoff zur Folge haben. Derartige Stellen verschlechtern die Durchschlagfestigkeit und den Verlustfaktor des Dielektrikums und bilden eine dauernde Gefahrenquelle für den unter Spannung befindlichen Isolierstoff, weil die elektrischen Feldlinien sich an diesen Stellen konzentrieren und dadurch örtlich begrenzte, hoch beanspruchte Bereiche entstehen lassen. In diesen treten u. U. Ionisierungs- und Glimmerscheinungen auf, die eine chemische Zersetzung und allmähliche Zerstörung der benachbarten Isolationschichten hervorrufen.

Das Problem der Höchstspannungskabeltechnik liegt also darin, Spuren von Feuchtigkeit und Luft aus den elektrisch beanspruchten Teilen restlos zu entfernen oder doch wenigstens die schädlichen Einflüsse der in der Isolation enthaltenen Feuchtigkeit und Luft unwirksam zu machen. Dieses Problem hat man auf die mannigfachste Weise zu lösen versucht. Einmal dadurch, daß man die verschiedenartigsten Methoden für die eigentliche Herstellungsphase, nämlich die Trocknung und Imprägnierung, angewendet hat, und dann auch dadurch, daß man die Konstruktion des Kabels änderte. Beide Wege haben unstreitig dazu beigetragen, die Qualität der Kabel zu verbessern. Das gilt jedoch nur relativ. Denn der Erfolg einer getroffenen Änderung mußte zweifelhaft bleiben, weil man nicht die Möglichkeit hatte, die Auswirkung der Änderung in den einzelnen Stadien des Herstellungsprozesses zu beobachten. Man war ja lediglich auf die Beurteilung derjenigen Ergebnisse angewiesen, welche die Untersuchungen am fertigen Kabel zeitigten. Das neue Verfahren der exakten Bestimmung der Trocknungs- und Tränkzeiten[1] hat dann einen Fortschritt gebracht: es gestattet, den Herstellungsprozeß in jeder Phase wirtschaftlich zu gestalten, da man ihn in seinen einzelnen Stadien überwachen und beeinflussen kann.

Es lassen sich nun auf Grund dieser Meßmethode Kriterien entwickeln, welche den Wert der verschiedenartigen Herstellungsverfahren und abweichenden Kabelkonstruktionen auf Grund der Meßergebnisse zu beurteilen gestatten. Mittels dieser Kriterien können die bekannten Verfahren und Kabelkonstruktionen auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht werden, so daß sich dann diejenigen aussondern, welche für den Herstellungsprozeß von Höchstspannungskabeln lediglich in Rücksicht zu ziehen sind. Die für eine solche kritische Beurteilung in Frage kommenden Messungen sind im wesentlichen erstens Feststellungen über den Verlauf des Verlustwinkels während der Trocknung und zweitens Feststellungen über die Veränderungen der Kapazitätswerte während der Imprägnierung. Der Verlustwinkel δ gibt nämlich ein genaues Maß für die im Dielektrikum enthaltene Feuchtigkeit, und die Kapazitätswerte ergeben ein getreues Bild von der durch die Tränkung bedingten Veränderung der Dielektrizitätskonstanten. Diese Werte lassen sich in bekannter Weise z. B. mit der Wagnerschen Brücke messen.

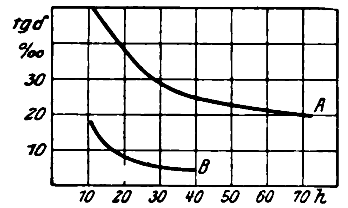
Was nun die Trocknung anbelangt, so ist es hinsichtlich der Dreileiter-Hochspannungskabel besonders wichtig, diejenigen Stoffe auszuwählen, welche als Beilauf zur Ausfüllung der zwischen den Adern und dem Bleimantel vorhandenen Zwickel vorteilhaft sind. Derjenige Stoff wird nämlich am zweckmäßigsten sein, der bei sonst gleichen Eigenschaften die geringste Feuchtigkeit enthält. Denn der geringere Feuchtigkeitsgehalt bietet die Möglichkeit, das Kabel schneller und intensiver zu trocknen und dadurch eine höhere Durchschlagfestigkeit sowie einen kleineren Verlustfaktor zu

[1] ETZ 1928, S. 59.



erzielen. Die schnellere Trocknung bringt außerdem den Vorteil mit sich, daß die mechanische Festigkeit der Faserstoffe, die bekanntlich im Laufe der Trockenzeit abnimmt, weniger in Mitleidenschaft gezogen wird.

Eine solche Entscheidung über den geeignetsten Beilaufstoff läßt sich auf Grund des charakteristischen Verlaufs der tg δ-Kurven fällen, die während der im Vakuum vorgenommenen Trocknung bei der Herstellung von Kabeln mit verschiedenem Beilaufstoff aufgenommen werden. Es wird nämlich der Feuchtigkeitsgehalt bei demjenigen Stoff am kleinsten sein, dessen zugehörige tg δ-Kurve die relativ kleinsten Werte aufzuweisen hat. Die elektrische Verschiedenwertigkeit zweier wohl sonst als ziemlich gleichartig angesehener Stoffe, nämlich Papier und Jute, läßt sich gut aus Abb. 1



A Jutebeilauf
B Papierbeilauf

Abb. 1. Trocknungsgrad (gekennzeichnet durch tg δ) zweier Kabel mit verschiedenem Beilauf nach gleicher Trocknungszeit.

entnehmen. Die wiedergegebenen Kurven sind an zwei Dreileiter-Hochspannungskabeln für 30000 V Betriebspannung aufgenommen worden, die sich lediglich durch ihren Beilaufstoff unterscheiden, und zwar enthält das Kabel *A* Jute und das Kabel *B* Papier in den zwischen den Adern und dem Bleimantel vorhandenen Zwickeln. Dieser Unterschied wirkt sich für den Trocknungsprozeß dahin aus, daß das Kabel *B* in der Hälfte der Zeit stärker getrocknet worden ist als das Kabel *A*. Man hat also durch die getroffene Maßnahme neben einem nicht zu unterschätzenden Güteunterschied einen sehr großen Zeitgewinn erzielt. Das Kabel *B* ist nämlich in 40 h bis auf einen Wert von 4‰ getrocknet worden, während das Kabel *A* nach 72 h erst auf einen Wert von 20‰ gekommen ist. Der Verlustfaktor des Kabels *B* ist mithin wesentlich kleiner als der des Kabels *A*. Dies Erfahrungsbeispiel zeigt, daß Jute wegen ihres hohen Feuchtigkeitsgehalts eine viel längere Trockenzeit erfordert als Papier, um auf den gleichen Trocknungsgrad zu kommen. Deswegen wird man bei der Herstellung von Dreileiter-Hochspannungskabeln unbedingt dem Papierbeilauf den Vorzug vor einem Jutebeilauf zu geben haben. Der Einwand, daß der etwas teurere Papierbeilauf den Preis des Kabels ungünstiger gestalten würde, kann u. E. nicht stichhaltig sein; denn der große Zeitgewinn und die dadurch bedingte Ersparnis an Arbeitszeit und Betriebskosten halten dem geringen Preisunterschied zwischen Jute und Papier mindestens die Waage. Ausschlaggebend muß vor allem das Bestreben sein, mit einem in elektrischer Hinsicht hochwertigen Rohstoff ein hochwertiges Produkt zu erzeugen.

Dieser Einblick in die während der Trocknung sich abspielenden physikalischen Vorgänge bringt unmittelbar auch darüber Klarheit, warum Einleiter- und Höchstädterkabel wesentlich günstigere elektrische Eigenschaften besitzen als normale Dreileiterkabel mit Gürtelisolation. Dieser Umstand findet für das Einleiterkabel seine natürliche Erklärung darin, daß die lediglich aus Papier bestehende Isolationsschicht in sehr kurzer Zeit intensiv getrocknet wird, während das Dreileiterkabel wegen des meist aus Jute bestehenden Beilaufes zuviel Feuchtigkeit zurückbehält. Infolgedessen besitzt das Einleiterkabel einen weit hochwertigeren Isolierstoff als das Dreileiterkabel. Für das Höchstädterkabel, das sich vor dem normalen Dreileiterkabel durch seine größere Betriebsicherheit auszeichnet, ergibt sich eine ganz ähnliche Erklärung. Das Höchstädterkabel ist nämlich so konstruiert, daß das elektrische Feld durch eine die Ader umgebende metallisierte Schicht auf die ölgetränkte Aderisolation beschränkt bleibt, so daß die relativ feuchte und daher wenig durchschlagsichere Juteschicht elektrisch überhaupt nicht beansprucht wird. Diese kann also trotz ihres relativ großen Feuchtigkeitsgehalts keinen Anlaß zu einem Durchschlag geben. Die Eigenschaften des Höchstädterkabels müssen demzufolge wesentlich günstiger sein als die des normalen Dreileiterkabels, denn dessen aus Jute bestehender Beilauf ist verhältnismäßig starken elektrischen Beanspruchungen ausgesetzt.

Ein Kriterium für die Evakuierung der Papierschichten läßt sich u. E. aus dem Verlauf der während der Trocknung gemessenen dielektrischen Verluste nicht ableiten, wohl aber aus dem Gesamtverlauf der während der Imprägnierung gemessenen Kapazitätswerte. Diese steigen nämlich infolge der eindringenden Ölmenge bis auf einen bestimmten Wert an, und zwar denjenigen, der gleich ist dem Kapazitätswert des im kalten Zustand gemessenen fertigen Kabels. Dieser Wert läßt sich daher in bekannter Weise aus den Abmessungen des Kabels unter Berücksichtigung der für die ölgetränkte Papierisolation charakteristischen Dielektrizitätskonstanten vorausberechnen und kann also als ein bei der Imprägnierung zu erreichender Grenzwert angesetzt werden. Die Differenz zwischen diesem Grenzwert und dem tatsächlich während der im Vakuum vorgenommenen Imprägnierung erreichten Kapazitätswert bildet ein Maß für die Evakuierung der Papierisolation. Die Kapazitätswerte erreichen den Grenzwert bei der Vakuumimprägnierung nämlich nur dann, wenn die Papierschichten restlos von Luft befreit sind. Falls die Isolationschichten dagegen noch Luftreste enthalten, bleiben die Kapazitätswerte, ohne den Grenzwert zu erreichen, nach einer gewissen Zeit konstant. Erst dann, wenn der Kessel geöffnet wird und der äußere Luftdruck auf die Oberfläche des Öls einwirkt, erreichen die Kapazitätswerte den Grenzwert. Diese Erscheinung läßt sich nur darauf zurückführen, daß die zwischen den aufeinanderliegenden Papierschichten eingeschlossenen Luftblasen bei der Öffnung des Kessels unter der Wirkung des äußeren Luftdrucks zusammenfallen. Dabei wird dann derjenige Gleichgewichtszustand gestört, der dadurch eingetreten ist, daß das Öl die Papierschichten mit Ausnahme der Luftblasen vollkommen ausfüllt. Dieser Gleichgewichtszustand ist in der Kapazitätszeitkurve an einem der Grenzwertlinie parallel laufenden Teil kenntlich, der unterhalb des Grenzwertes bleibt. Der Grad dieser Störung hängt von der im Kabel enthaltenen Luftmenge ab. Es stellt sich schließlich wieder ein Gleichgewichtszustand ein, der in der Kapazitätszeitkurve an einem mit der Grenzwertlinie zusammenfallenden Teil kenntlich ist. Abb. 2 zeigt den

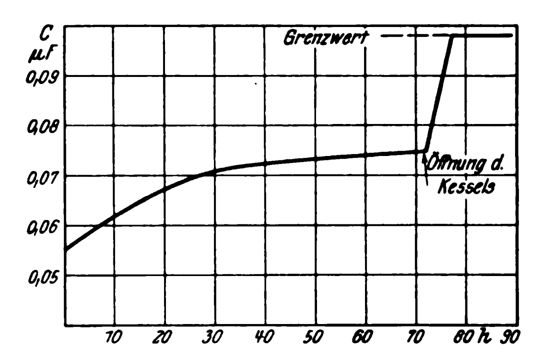


Abb. 2. Die während der Vakuumimprägnierung allmählich konstant gewordenen Kapazitätswerte eines Kabels springen bei der Öffnung des Kessels bis auf den Grenzkapazitätswert, falls die Papierisolation nicht restlos evakuiert worden ist.

Verlauf einer derartigen Kapazitätszeitkurve. Die Nachimprägnierung unter der Wirkung des äußeren Luftdrucks geht dabei außerordentlich intensiv vor sich. Innerhalb von 4 h waren z. B. die Kapazitätswerte um mehr gestiegen als in der vorhergegangenen 72stündigen Vakuumimprägnierung.

Der inverse Verlauf der Kapazitätswerte, die bei einer erneuten Evakuierung abnehmen, wie es Abb. 3 zeigt, be-

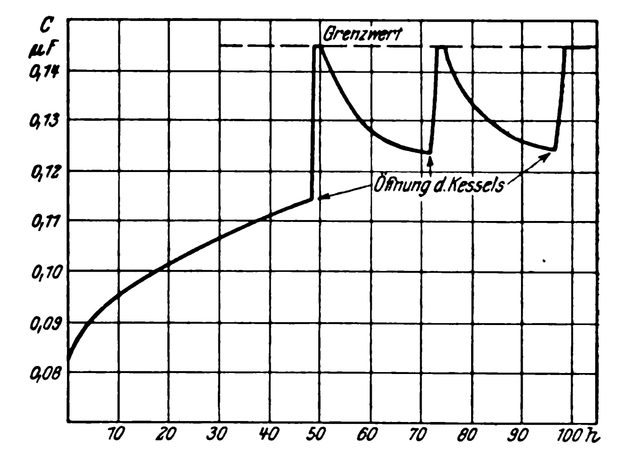


Abb. 3. Der Verlauf des Kapazitätswertes bei wiederholter Evakuierung bestätigt das Ergebnis der Abb. 2.



stätigt unsere Auffassung, daß der plötzliche Anstieg der Kapazitätswerte bei der Öffnung des Kessels lediglich darauf zurückzuführen ist, daß das Kabel Luft enthält. Die Abnahme der Kapazitätswerte kann nämlich nur deshalb möglich sein, weil das Öl durch die im Vakuum sich ausdehnenden Luftblasen aus den Papierschichten herausgetrieben wird und infolgedessen sich die Dielektrizitätskonstante verringert. Dieses Fallen der Werte bei einer erneuten Evakuierung beweist also zwingend die bisher eigentlich immer nur vermutete Existenz von Luftresten innerhalb der Isolationschichten.

Damit haben wir also ein Kriterium gewonnen, um den Evakuierungsgrad eines Kabels zu bestimmen. Dies Kriterium läßt in Verbindung mit der am fertigen Kabel aufgenommenen tg δ-Spannungskurve eine zuverlässigere Beurteilung der Güte des Dielektrikums zu, als sie die übliche Bewertung der tg δ-Spannungskurve allein gestattete. Bekanntlich wird der Verlauf der tg δ-Spannungskurve als ein Maßstab für die im Dielektrikum unter dem Einfluß des elektrischen Feldes auftretenden Verluste genommen und die Güte eines Kabels danach abgeschätzt, ob die tg δ-Spannungskurve der Abszissenachse annähernd parallel verläuft oder einen starken Anstieg zeigt. Und zwar gilt das Dielektrikum für nicht einwandfrei, wenn die Verluste mit steigender Spannung erheblich anwachsen, was in der tg δ-Spannungskurve an einem entsprechenden Anstieg der tg δ-Werte zu erkennen ist. Die tg δ-Spannungskurven lassen jedoch keinen eindeutigen Schluß darüber zu, ob tatsächlich noch Reste von Luft innerhalb der Isolationsschichten enthalten sind. Das zeigt die in Abb. 4 wiedergegebene Kurve, die nämlich die tg δ-Spannungskurve für dasjenige Kabel darstellt, dessen Kapazitätszeitkurve in Abb. 2 enthalten ist. Aus dem Verlauf der tg δ-Spannungskurve (Abb. 4) würde man wohl kaum die

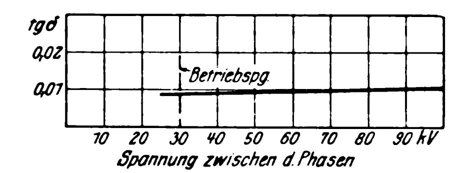


Abb. 4. Verlustfaktor eines Hochspannungskabels in Abhängigkeit von der Spannung.

Tatsache folgern können, daß das Kabel Luftreste enthält, denn der Anstieg der tg δ-Werte ist minimal, also die Veränderlichkeit der Energieverluste mit der Spannung nur gering. Es fehlen in dieser Kurve vollkommen die typischen Zeichen eines mangelhaften Kabels, die sich in einem starken Anwachsen der tg δ-Werte bemerkbar machen würden. Dagegen haben wir aus der Kapazitätszeitkurve folgern können, daß das Kabel Luft enthält. Freilich müssen diese Luftreste sehr gering sein; das ergibt sich ja daraus, daß die tg δ-Spannungskurve eine unter der Wirkung der hohen Spannung eintretende Ionisation nicht erkennen läßt. Immerhin zeigt uns die Kapazitätszeitkurve, daß der Isolierstoff den hohen Anforderungen, die wir an ein Höchstspannungskabel zu stellen haben, nicht restlos genügt. Abb. 5 gibt die Kapazitätszeitkurve für ein ideal evakuiertes Kabel wieder. Die Kapazitätswerte erreichen nämlich während der im Vakuum vorgenommenen Imprägnierung tatsächlich den Grenzwert.

Abb. 5. Die Kapazitätswerte erreichen bei einem ideal evakuierten Kabel den Grenzwert während der Vakuumimprägnierung.

Das sicherste Kriterium für eine genügende Evakuierung der Papierschichten bildet also die Beobachtung der Kapazitätswerte während der Imprägnierung, und zwar die Feststellung der Differenz zwischen dem Grenzwert und dem im Vakuum erreichten Kapazitätswert. Das Isolationsmaterial ist in elektrischer Hinsicht um so besser hergestellt, je weniger die Kapazitätswerte bei der Öffnung des Kessels sich verändern.

Die eben abgeleiteten Kriterien über die Trocknung und die Evakuierung der Papierisolation setzen uns nunmehr in die Lage, den Wert einiger in der Kabelindustrie zuweilen angewendeter Kunstgriffe zu beurteilen. Manche Werke pflegen die Kabelenden im Kessel so hoch zu legen, daß sie während der Imprägnierung aus der Ölmasse herausragen. Dadurch sucht man zu verhindern, daß die Tränkmasse von den Enden her in das Kabel eindringt, damit man nach beendeter Imprägnierung an den abgeschnittenen Enden feststellen kann, ob genügend Öl in radialer Richtung durch die Papierisolation eingedrungen ist. Ergibt sich bei dieser Untersuchung, daß die Tränkmasse auch die Zwischenräume des Leiterseils genügend ausfüllt, dann sieht man die Imprägnierung als ausreichend an. Das Herausführen der Enden aus der Tränkmasse ist jedoch durchaus zu verwerfen. Denn wir haben gesehen, daß bei der Öffnung des Kessels die Imprägnierflüssigkeit unter der Wirkung des äußeren Luftdrucks in das Kabel hineingepreßt wird, wenn die Papierisolation nicht restlos evakuiert worden ist. Es ist natürlich selbstverständlich, daß in einem solchen Fall die in den Kessel einströmende Luft zum Teil auch in die aus dem Öl herausragenden Enden des Kabels eindringen und damit die Isolationschichten verschlechtern wird. Daher muß man immer unbedingt dafür Sorge tragen, daß das ganze Kabel ausreichend mit Flüssigkeit bedeckt ist.

Ein anderer in der Kabelindustrie angewendeter Kunstgriff besteht darin, den mit Imprägnierflüssigkeit gefüllten Kessel nach einer gewissen Zeit unter Druck zu setzen. Man will damit erreichen, daß das Öl schneller in die Papierschichten eindringt und sie vollkommener ausfüllt. Diese Maßnahme läßt sich vielleicht auf die Beobachtung zurückführen, daß die zu unterst in einem Tränkkessel liegenden Kabel etwas bessere elektrische Eigenschaften besitzen als die darüber befindlichen, was ja vielleicht daran liegen kann, daß der hydrostatische Druck des Öles für ein tiefergelegenes Kabel tatsächlich größer ist als für ein darüber befindliches. Auf Grund unserer oben gewonnenen Erkenntnisse über die bei der Imprägnierung sich abspielenden physikalischen Vorgänge können wir jedoch sagen, daß eine Imprägnierung unter Druck hinsichtlich einer besseren Füllung keinen nennenswerten Vorteil bieten kann, es sei denn, daß man das Kabel unter Druck erkalten läßt. Sind nämlich die Papierschichten nicht restlos von Luft befreit, dann wird das Öl durch die unter dem Druck zusammengepreßten Luftblasen beim Nachlassen des Druckes aus den Papierschichten herausgetrieben werden, und zwar in ähnlicher Weise, wie wir es oben bei der erneuten Evakuierung des Kessels kennengelernt haben.

Sehen wir uns weiter die gebräuchlichen Methoden der Hochspannungskabeltechnik unter dem eben gewonnenen Gesichtswinkel der dargelegten Beobachtungsmöglichkeiten und ihrer Ergebnisse an, so werden wir feststellen müssen, daß sie für die Herstellung eines idealen Dielektrikums kaum geeignet sind, sofern man sich nicht bloß auf die Herstellung verhältnismäßig kleiner Stücke beschränken will. Denn wir werden mittels des für die Evakuierung maßgeblichen Kriteriums feststellen müssen, daß die Papierschichten nicht restlos von Luft befreit werden können. Diese Unmöglichkeit ist neben anderen Ursachen hauptsächlich darin begründet, daß es nicht gelingt, das Kabel einem extrem hohen Vakuum zu unterwerfen. Das liegt bei der gebräuchlichsten Methode, bei der das bleimantellose Kabel in einem Vakuumkessel getrocknet und imprägniert wird, daran, daß es ausgeschlossen ist, den Kesseldeckel bei seiner großen Dichtungsfläche völlig dicht auf den Kessel zu pressen. Deshalb wird das theoretisch günstigste Vakuum nicht erreicht und die restlose Entfernung der zwischen den Papierschichten eingeschlossenen Luft nicht erzielt. Bei einer anderen Methode erreicht man wohl eine erheblich bessere Evakuierung der in der Nähe des Kupferleiters befindlichen Papierisolation, und zwar dadurch, daß man die mit einem Bleimantel umpreßte Seele trocknet und evakuiert. Diese Methode bietet nämlich den großen Vorteil, daß der zu evakuierende Raum auf ein Mindestmaß reduziert wird und in Anbetracht der zu dichtenden kleinen Fläche, nämlich der Kabelenden, einen vorzüglichen Abschluß gegen den äußeren Raum ermöglicht. Aber bei dieser Methode lassen sich die in der Nähe des Bleimantels haftenden Luftreste nur schwer entfernen, weil sie ja durch die ganze Papierisolation hindurch nach dem hohlen Leiter zu getrieben werden müssen.

Auf Grund unserer kritischen Betrachtungen würden wir also schließlich zu dem Ergebnis kommen, daß mit den bekannten Methoden die Herstellung eines idealen Dielektrikums in der Kabeltechnik sehr unwahrscheinlich ist. Die vorangegangenen kritischen Überlegungen dürften jedoch über diese negative Feststellung hinaus insofern wichtig sein, als sie uns gezeigt haben, wo die Ursachen für eine unvollkommene Evakuierung des Dielektrikums zu suchen sind. In der Tat lassen sie sich positiv

verwerten zur Auffindung eines neuen Herstellungsverfahrens, das eine vollkommenere Evakuierung ermöglicht, als sie mit den bekannten Methoden erreichbar war.

Das neue Verfahren sei noch kurz beschrieben. Das in einem Tränkkessel befindliche bleimantellose Kabel wird an seinen Enden masse- und vakuumdicht durch Tränkverschlüsse abgeschlossen, die mit einer besonders leistungsfähigen Hochvakuumanlage in Verbindung stehen. Das Kabel wird dann bei geschlossenem Kessel sowohl vom Kessel als auch von den Tränkverschlüssen her evakuiert, getrocknet und imprägniert. Die Vorteile des geschilderten Verfahrens (DRP. angemeldet) sind einmal darin zu sehen, daß die um das Leiterseil herumgelegten Papierschichten weitgehend evakuiert werden und daß gleichzeitig die Luft aus den äußeren Papierlagen nach dem Kessel zu abgesaugt wird. Bei der Evakuierung und Trocknung wird also die Papierisolation von zwei Seiten her angegriffen, um sie trocken und luftfrei zu machen. Ein anderer Vorteil liegt darin, daß man das Kabel von innen her mit einem vorzüglich vorbereiteten Öl imprägnieren kann, wozu eine verhältnismäßig geringe Ölmenge ausreicht. — Natürlich muß dabei der Kessel in der üblichen Weise mit dem sonst verwendeten Öl gefüllt werden. — Schließlich ist es von nicht geringer Bedeutung, daß man die Papierisolation mit Öl in radialer Richtung durchspülen kann. Dadurch werden die letzten Spuren von Luft mit dem strömenden Öl mitgerissen.

Wir können schließlich noch aus den oben gewonnenen Ergebnissen eine für den Betrieb des Kabels wichtige Folgerung ziehen. Eine gesteigerte Betriebsicherheit des Kabels läßt sich, solange die in normaler Weise hergestellten Kabel nicht restlos von Luft befreit werden können, nur in der Weise erreichen, daß man das fertig verlegte Kabel unter Öldruck setzt, wie es schon von verschiedenen Seiten vorgeschlagen worden ist. Denn dadurch werden dann die im Kabel vorhandenen Luftblasen komprimiert, und zwar in ähnlicher Weise, wie wir es oben bei der Öffnung des Kessels kennengelernt haben. Da nun bekanntlich die Durchschlagfestigkeit der Luft durch eine Druckerhöhung gesteigert und gleichzeitig ihre Ionisierung vermindert wird, so muß notwendig ein ständiger auf das im Kabel vorhandene Öl ausgeübter Druck auch die Durchschlagfestigkeit der ölgetränkten Papierisolation erhöhen.

Berechenbare Wanderwellenformen unter Zugrundelegung des Toeplerschen Funkengesetzes.

Von Dipl.-Ing. **Joh. Krutzsch,** Dresden.

Übersicht. **Nach einer kurzen Erläuterung des Toeplerschen Funkengesetzes wird für verschiedene Schaltungen gezeigt, wie die Formen und der zeitliche Verlauf von Wanderwellen berechnet werden können.**

Ausgehend von Messungen an Gleiterscheinungen auf einseitig belegten Glasplatten hat M. T o e p l e r[1] folgendes Gesetz für den Funken im Raume bei Atmosphärendruck gefunden:

$$R\,Q = k\,F \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Hierin bedeutet R den Funkenwiderstand in Ohm, Q die seit Funkenbeginn geflossene Elektrizitätsmenge in Coulomb, F die Funkenlänge in cm, k die „Funkenkonstante" in Ohm · Coul./cm; k hat die Dimension einer Stromstärke. Wenn man F in Henry statt in cm einsetzt, kann man k in Ampere angeben. Jedoch ist es praktischer, F in cm und k in Ohm · Coul.cm^{-1} zu schreiben. Der Wert von k läßt sich infolge der Schwierigkeiten und mannigfachen Fehlerquellen bei Hochspannungsmessungen nur schwer genau bestimmen. Das ist der Grund, weshalb zur Zeit die Meinungen über die absolute Größe von k ziemlich auseinandergehen, während die Konstanz von k von den verschiedensten Seiten durch Messungen bestätigt worden ist. Ungefähr ist für 760 mm Hg und 20° $k = 10^{-4}$ ΩC/cm. Bezeichnet u die Spannung am Funken, i die Stromstärke, t die Zeit seit Funkenbeginn, so kann man das Funkengesetz auch in der Form schreiben:

$$u = \frac{i\,k\,F}{\int\limits_0^t i\,d\,t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Dieses Gesetz gilt n u r für den F u n k e n, also nicht für den den Funken einleitenden Vorprozeß in Gestalt von L e u c h t f ä d e n und auch nicht für den L i c h t b o g e n, der aus dem Funken bei genügender Ergiebigkeit der Energiequelle entstehen kann. Der Leuchtfaden besitzt steigende Charakteristik; erst nachdem ungefähr 1 statische Einheit der Elektrizitätsmenge durch den Entladungskanal geflossen ist, wird die Charakteristik fallend, d. h.: Erst dann geht der L e u c h t f a d e n in den F u n k e n über. Das Funkengesetz gilt so lange, wie Erwärmung und Verarmung durch Molisation und Strom praktisch nicht in Erscheinung treten, was bei der kurzen Dauer der Funken (etwa 10^{-7} s) nicht zu befürchten ist.

Da die meisten Wanderwellen durch Funken entstehen — auch das Einschalten eines Stromkreises wird durch einen zwischen den Kontakten überspringenden Funken eingeleitet — erscheint es angebracht, für einige besondere Fälle mit Hilfe des Toeplerschen Gesetzes die Formen der entstehenden Wanderwellen genau zu berechnen. Allerdings ist es dabei aus praktischen Gründen nötig, einige Vernachlässigungen vorzunehmen. Es werden in den folgenden Formeln z. B. die Kugelkapazitäten der Funkenstrecken nicht berücksichtigt, obwohl diese — wie genaue Messungen im Institut für Theoretische Physik der T. H. Dresden zeigten — der Anlaß zu Oberschwingungen sind, die sich der Wanderwelle überlagern. Da die Amplitude dieser Oberschwingungen jedoch klein ist, wird die Form der Wanderwelle im großen ganzen dadurch nicht geändert. Außer der Kugelkapazität werden im folgenden auch der wahre Widerstand der Leitungen und die Ableitung durch unvollkommene Isolation oder Koronaverluste und die elektromagnetische Strahlung an Stellen der Inhomogenität der Leitungen (Ecken, Enden) vernachlässigt. Die Berechnungen werden im folgenden nur an e i n e m Beispiel hier voll durchgeführt, im übrigen werden nur die Hauptgleichungen und die Ergebnisse für die verschiedenen Fälle angegeben.

A u f g a b e n s t e l l u n g.

Eine unendlich lange Doppelleitung mit dem Wellenwiderstand Z sei stromlos auf der Spannung U_0. Es ist die Entladewelle zu berechnen, die durch den Funken einer eingehängten Funkenstrecke entsteht (Abb. 1).

Abb. 1.

V o r F u n k e n a u s b r u c h kann man sich den stationären Zustand $i_1 = i_2 = i = 0$ und $u_1 = u_2 = u = U_0$ ersetzt denken durch zwei vorwärtslaufende Wanderwellen

$$u_{v_1} = \frac{U_0}{2}\,, \qquad i_{v_1} = \frac{U_0}{2\,Z}\,,$$
$$u_{v_2} = \frac{U_0}{2}\,, \qquad i_{v_2} = \frac{U_0}{2\,Z}\,,$$

und zwei rückwärtslaufende Wanderwellen

$$u_{r_1} = \frac{U_0}{2}\,, \qquad i_{r_1} = -\frac{U_0}{2\,Z}\,,$$
$$u_{r_2} = \frac{U_0}{2}\,, \qquad i_{r_2} = -\frac{U_0}{2\,Z}\,,$$

denn es wird

$$u_1 = u_{v_1} + u_{r_1} = U_0\,, \qquad u_2 = u_{v_2} + u_{r_2} = U_0\,,$$
$$i_1 = i_{v_1} + i_{r_1} = 0\,, \qquad i_2 = i_{v_2} + i_{r_2} = 0\,,$$
$$i = i_1 - i_2 = 0\,, \qquad u = u_1 = u_2 = U_0.$$

N a c h F u n k e n a u s b r u c h bleiben u_{v_1} und u_{r_2} ungeändert, da sie aus unendlicher Ferne kommen. Es gilt also auch jetzt:

$$u_{v_1} = \frac{U_0}{2}\,, \quad i_{v_1} = \frac{U_0}{2\,Z}\,, \quad u_{r_2} = \frac{U_0}{2}\,, \quad i_{r_2} = -\frac{U_0}{2\,Z}\,;$$

[1] Ann. Phys. Bd. 19, S. 191.

Zwischen i und u besteht nun das Funkengesetz:

$$u = \frac{i\,k\,F}{\int i\,\mathrm{d}t}.$$

Da

$$u = u_{v_1} + u_{r_1} = \frac{U_0}{2} - Z\,i_{r_1}$$

$$i = i_{v_1} + i_{r_1} - i_{v_2} - i_{r_2} = \frac{U_0}{2\,Z} + i_{r_1} - i_{v_2} + \frac{U_0}{2\,Z}$$

und aus Symmetriegründen $i_{v_2} = -i_{r_1}$

$$i = \frac{U_0}{Z} + 2\,i_{r_1} \qquad i_{r_1} = -\frac{U_0}{2\,Z} + \frac{i}{2},$$

so wird

$$u = \frac{i\,k\,F}{\int i\,\mathrm{d}t} = \frac{U_0}{2} + \frac{U_0}{2} - i\,\frac{Z}{2} = U_0 - i\,\frac{Z}{2}.$$

Bezeichnen wir

$$q = \int i\,\mathrm{d}t, \qquad i = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t},$$

so gilt die Differentialgleichung

$$\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}\,\frac{k\,F}{q} = U_0 - \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}\,\frac{Z}{2},$$

$$\frac{Z}{2}\,\mathrm{d}q + k\,F\,\frac{\mathrm{d}q}{q} = U_0\,\mathrm{d}t.$$

Die Lösung ergibt für die geflossene Elektrizitätsmenge

$$\frac{Z}{2\,U_0}\,q + \frac{k\,F}{U_0}\ln q = t + C \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

wobei C eine Integrationskonstante ist, die von dem Beginn der Zeitzählung abhängt. Da

$$q = \frac{i\,k\,F}{U_0 - i\,\frac{Z}{2}},$$

wird mit Einführung einer neuen Integrationskonstanten K

$$\frac{Z}{2}\,\frac{i}{U_0 - i\,\frac{Z}{2}} + \ln\frac{i}{U_0 - i\,\frac{Z}{2}} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K). \quad \ldots \quad (4)$$

Die Gleichung für u ergibt sich durch

$$u = U_0 - i\,\frac{Z}{2}, \qquad i = \frac{U_0 - u}{\frac{Z}{2}}$$

zu

$$\frac{U_0 - u}{u} + \ln\frac{U_0 - u}{u} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K'). \quad \ldots \quad (5)$$

Hierbei hat sich der Einfachheit halber die Einführung einer neuen Integrationskonstanten K' nötig gemacht. Man sieht, daß der gesamte Spannungsverlauf vom Wellenwiderstand Z gänzlich unabhängig ist. Von der Funkenstrecke aus eilen nach beiden Seiten Wanderwellen $u_{v_2} = u_{r_1}$, die sich ergeben durch

$$u_{v_2} = u - u_{r_2} = u - \frac{U_0}{2}$$

$$\frac{U_0 - 2\,u_{v_2}}{U_0 + 2\,u_{v_2}} + \ln\frac{U_0 - 2\,u_{v_2}}{U_0 + 2\,u_{v_2}} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K'). \quad \ldots \quad (6)$$

Diese Formel gibt den zeitlichen Verlauf der Wanderwelle an einem beliebigen Punkte der Leitung. Die Lage dieses Punktes übt ihren Einfluß in der Formel nur auf die Integrationskonstante K' aus:

$$K' = K_0' \pm \frac{x}{v},$$

wenn K_0' die Integrationskonstante für einen Bezugspunkt, x der Abstand des betrachteten Punktes von diesem Bezugspunkt und v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wanderwellen ist. Da im allgemeinen nicht die augenblickliche Spannung an einem bestimmten Punkt, sondern die ganze Gestalt der Wanderwelle interessiert, sind im folgenden die Wanderwellengleichungen fast immer nur als Zeitfunktion für einen festen Ort angegeben bei völliger Unbestimmtheit der Integrationskonstanten.

Ferner interessiert noch die Steilheit der Wellen

$$\frac{\partial u_{v_2}}{\partial x} = \frac{1}{v}\,\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} \qquad (v = \text{Fortpflanzungsgeschwindigkeit}).$$

Da

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}u}\left(\frac{U_0 - u}{u}\right) = -\frac{U_0}{u^2},$$

wird durch Differentiation der Gleichung für u [Gl. (5)]

$$-\frac{U_0}{u^2} - \frac{U_0}{u^2}\,\frac{u}{U_0 - u} = \frac{U_0}{k\,F}\,\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}u},$$

$$-\frac{U_0^2}{u^2\,(U_0 - u)} = \frac{U_0}{k\,F}\,\frac{\mathrm{d}t}{\mathrm{d}u},$$

also

$$\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} = -\frac{u^2}{k\,F}\,\frac{U_0 - u}{U_0} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Der Maximalwert der Neigung wird

$$\left(\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}\right)_{\max} = -\frac{4}{27}\,\frac{U_0^2}{k\,F} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Die maximale Steilheit der Wanderwelle ist

$$\left(\frac{\partial u_{v_2}}{\partial x}\right)_{\max} = -\frac{4}{27\,v}\,\frac{U_0^2}{k\,F}\ \text{Volt/cm}. \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Man besitzt hier eine ziemlich einfache Möglichkeit, die Funkenkonstante k zu messen.

Um einen Überblick über den Verlauf der Spannung am Funken zu erhalten, werde ein besonderer Fall quantitativ durchgerechnet. Da der Spannungsabfall nach dem Funkengesetz unendlich langsam beginnt, eignet sich der Funkenbeginn nicht als Nullpunkt der Zeitzählung. Wir nehmen deshalb als Zeitanfang den Augenblick, wo u auf die Hälfte gesunken ist (Funkenmitte). Also

$$\frac{U_0 - u}{u} = 1 \text{ für } t = 0.$$

Dadurch wird die Integrationskonstante $K' = \frac{k\,F}{U_0}$, und die Gleichung für u lautet

$$\frac{U_0 - u}{u} + \ln\frac{U_0 - u}{u} = \frac{U_0}{k\,F}\,t + 1.$$

In Abb. 2 ist hiernach der Verlauf eingetragen für $k = 10^{-4}\ \Omega\ \mathrm{C\ cm^{-1}}$, $U_0 = 32\,000$ V, $F = 1$ cm. Der Vorgang läßt sich also mit 10 cm-Kugeln bei 20° und 760 mm Hg verwirklichen.

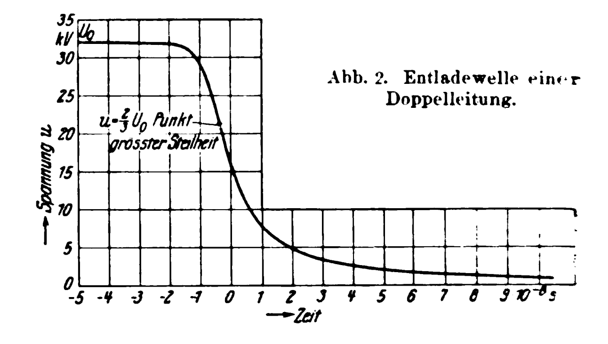


Abb. 2. Entladewelle einer Doppelleitung.

Die maximale Steilheit der Welle beträgt

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{\max} = 50{,}7\ \text{V/cm für } v = 3\,.\,10^{10}\ \mathrm{cm\,s^{-1}}.$$

Der Widerstand beim eigentlichen Funkenbeginn — nachdem 1 stat. Einheit im Leuchtfaden geflossen ist — wird in unserem Falle

$$R = \frac{k\,F}{Q} = \frac{0{,}1\,.\,10^{-3}}{\frac{1}{3}\,.\,10^{-9}} = 0{,}3\,.\,10^{6}\,\Omega.$$

Da

$$i = \frac{U_0 - u}{\frac{Z}{2}}, \qquad q = \frac{2}{Z}\int_{-\infty}^{t}(U_0 - u)\,\mathrm{d}t,$$

ist die Kurve des Widerstandes

$$R = \frac{Z}{2}\, k\, F \frac{1}{\int\limits_{-\infty}^{t} (U_0 - u)\,\mathrm{d}\,t}\,.$$

Die Kurve des Stromes i erhält man durch Herumklappen der u-Kurve. Der Maximalwert des Stromes wird für $t = \infty$ erreicht und ist in unserem Falle für $Z = 500\,\Omega$

$$i_{\max} = 128\ \mathrm{A}\,.$$

Die geflossene Elektrizitätsmenge ist schon bei $u = 31{,}9$ kV rd. 10^{-4} C, also $3 \cdot 10^5$ stat. Einh. Man sieht hieraus, daß die Störung des Funkenbeginnes[2] durch die Gesetze des Leuchtfadens so gering ist, daß sie sich auf der Zeichnung gar nicht bemerkbar machen würde, wenn man sie berücksichtigen könnte.

Im folgenden sind, wie schon erwähnt, für eine ganze Reihe von Schaltungen die Gleichungen der Wanderwellen angegeben, die entweder in der gleichen Weise wie in dem behandelten Spezialfall oder in ähnlicher Art gefunden wurden. Die schon behandelte Schaltung ist dabei ein Sonderfall der als Fall 4 untersuchten Anordnung. Im Fall 1 und 2 werden aus systematischen Gründen zwei Schaltungen behandelt, die an sich keine Wanderwellen enthalten, aber oft zur Wellenerzeugung benutzt werden[3] (vgl. Fall 9).

Fall 1. (Siehe Abb. 3.)

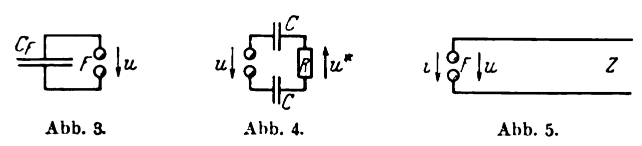


Abb. 3. Abb. 4. Abb. 5.

Der Kondensator C_F wird durch die Funkenstrecke entladen. Um den Fall zu verwirklichen, kann man den Kondensator durch große Widerstände langsam aufladen, die dann während des kurzzeitigen Funkenvorganges das Schaltsystem vollkommen von der Energiequelle abriegeln (Sperrwiderstände[4]). Die Selbstinduktivität der Leitungen sei zu vernachlässigen. Es wird

$$\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = -\frac{u}{k\,F}\,(U_0 - u)$$

$$\ln \frac{U_0 - u}{u} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K)$$

$$u = \frac{U_0}{1 + e^{\alpha(t+K)}}\,, \qquad \text{wobei } \alpha = \frac{U_0}{k\,F}$$

$$i = -C_F \frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = \frac{C_F\, U_0^2}{k\,F}\, \frac{e^{\alpha(t+K)}}{\left[1 + e^{\alpha(t+K)}\right]^2}$$

$$\left(\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t}\right)_{\max} = -\frac{U_0^2}{4\,k\,F}\,.$$

Dieser Fall wurde ausführlich von M. Toepler[5] behandelt.

Fall 2[*6]. (Siehe Abb. 4.)

Die Leitungen seien wieder selbstinduktionsfrei gedacht. R sei ein wahrer Widerstand.

$$a = \frac{R\,C}{k\,F}\,\frac{U_0}{2} = \frac{R\,C}{2}\,\alpha \qquad \alpha = \frac{U_0}{k\,F}$$

$$\ln \frac{U_0 - u}{u} + a \ln \frac{U_0 + a\,u}{u} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K)$$

$$\ln \left\{ U_0 - u^* \mp \sqrt{(U_0 - u^*)^2 - \frac{4\,U_0\,u^*}{a}} \right\} - (a+1) \ln \left\{ U_0 + u^* \pm \sqrt{(U_0 - u^*)^2 - \frac{4\,U_0\,u^*}{a}} \right\} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K')$$

$$\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = -\frac{\alpha}{a+1}\,\frac{u}{U_0^2}\,(U_0 - u)\,(U_0 + a\,u)$$

$$\left(\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t}\right)_{\max} = -\frac{4}{27\,R\,C\,a\,(a+1)}\,(2\,a^3 + 2\,a^2 A + 3\,a^2 + 2\,a\,A - 3\,a + 2\,A - 2)\,,$$

wobei $A = \sqrt{a^2 + a + 1}\,.$

Da man $u^*_{\max}$ mit einer Funkenstrecke neben R messen kann, ist zur Bestimmung von k wichtig

$$k = \frac{C\,R}{8\,F}\,\frac{(U_0 - u^*_{\max})^2}{u^*_{\max}}\,.$$

Fall 3. (Siehe Abb. 5.)

Eine unendlich lange Leitung mit dem Wellenwiderstand Z sei auf eine konstante Spannung U_0 geladen, bis der Funke am Ende der Leitung ausbricht. Nach Funkenausbruch gilt

$$\frac{i\,k\,F}{\int i\,\mathrm{d}\,t} = U_0 - i\,Z$$

$$Z\,\frac{i}{U_0 - i\,Z} + \ln \frac{i}{U_0 - i\,Z} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K)$$

$$\frac{U_0 - u}{u} + \ln \frac{U_0 - u}{u} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K')\,.$$

Der Spannungsverlauf ist also gleich dem in Abb. 2,

$$\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = -\frac{u^2}{k\,F}\,\frac{U_0 - u}{U_0}$$

$$\left(\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t}\right)_{\max} = -\frac{4\,U_0^2}{27\,k\,F}\,.$$

Die Gleichung der vorwärts laufenden Wanderwelle ist

$$\frac{U_0 - 2\,u_v}{U_0 + 2\,u_v} + \ln \frac{U_0 - 2\,u_v}{U_0 + 2\,u_v} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K')$$

$$\left(\frac{\partial\,u_v}{\partial\,x}\right)_{\max} = -\frac{4\,U_0^2}{27\,v\,k\,F}$$

(v = Fortpflanzungsgeschwindigkeit).

Fall 4. (Siehe Abb. 6.)

Abb. 6. Abb. 7.

Zwei Leitungen mit verschiedenem Wellenwiderstand stoßen aneinander. An der Trennstelle springt ein Funke über, nachdem zuvor beide Leitungen stromlos auf die Spannung U_0 aufgeladen waren. Den Parallelwiderstand von Z_1 und Z_2 setzen wir

$$Z = \frac{Z_1\,Z_2}{Z_1 + Z_2}\,.$$

Es gilt nun wie bei Fall 3:

$$\frac{i\,k\,F}{\int i\,\mathrm{d}\,t} = U_0 - i\,Z$$

$$Z\,\frac{i}{U_0 - i\,Z} + \ln \frac{i}{U_0 - i\,Z} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K)$$

$$\frac{U_0 - u}{u} + \ln \frac{U_0 - u}{u} = \frac{U_0}{k\,F}\,(t + K')$$

$$\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = -\frac{u^2}{k\,F}\,\frac{U_0 - u}{U_0}$$

$$\left(\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t}\right)_{\max} = -\frac{4\,U_0^2}{27\,k\,F}\,.$$

Die Gleichungen der untereinander gleichen vorwärtslaufenden Spannungswelle u_{v_2} und der rückwärtslaufenden u_{r_1} sind vom Wellenwiderstand unabhängig, also wie in Fall 3. Das Verhältnis der Stromwellen ist dagegen von Z_1 und Z_2 abhängig.

---

[2] Vor dem Abfließen einer statischen Einheit.

[3] Die Reihenfolge der behandelten Beispiele wurde lediglich nach praktischen Gesichtspunkten bestimmt. Dem Charakter der Schaltung und Ableitung nach gehören Fall 1, 2 und 9 zusammen.

[4] Die in dieser kurzen Zeit (10^{-7} s) durch sie hindurchgeflossene Elektrizitätsmenge ist zu vernachlässigen.

[5] M. Toepler, ETZ 1924, S. 1045; Arch. El. Bd. 14, S. 305.

[*6] Vgl. M. Toepler, Arch. El. Bd. 17, S. 61 u. O. Mayr, Arch. El. Bd. 17, S. 52.

Fall 5[*7]. (Siehe Abb. 7.)

Auf der Leitung laufe vor Funkenausbruch eine Wanderwelle

$$u_{v_1} = f(t) \qquad i_{v_1} = \frac{u_{v_1}}{Z}.$$

Sobald die Wanderwelle an der Funkenstrecke den Wert U_0 erreicht hat[8], bricht der Funke aus[9]:

$$\frac{2\,i\,k\,F}{\int i\,\mathrm{d}\,t} = 2\,u_{v_1} - i\,Z$$

$$Z\,\frac{i}{2\,u_{v_1} - i\,Z} + \ln\frac{i}{2\,u_{v_1} - i\,Z} = \frac{1}{k\,F}\int u_{v_1}\,\mathrm{d}\,t + K$$

$$\frac{u_{v_1} - u}{u} + \ln\frac{u_{v_1} - u}{u} = \frac{1}{k\,F}\int u_{v_1}\,\mathrm{d}\,t + K'$$

$$\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = \frac{1}{u_{v_1}}\left\{u\,\frac{\partial u_{v_1}}{\partial t} - \frac{u^2}{k\,F}\,[u_{v_1} - u]\right\}.$$

Man sieht, daß die Änderung von u im allgemeinen geringer ist als in den vorigen Fällen, es sei denn, daß u_{v_1}, die ursprüngliche Welle, keine Sprungwelle ist — wie gezeichnet —, sondern eine Einzelwelle mit steiler Rückseite.

Die Gleichung der weiterlaufenden Welle u_{v_2} stimmt mit der Gleichung für u überein, da $u = u_{v_2}$,

$$\frac{\partial u_{v_2}}{\partial x} = \frac{1}{v}\,\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t}.$$

Die Gleichung der reflektierten Welle u_{r_1} wird

$$\frac{-u_{r_1}}{u_{v_1} + u_{r_1}} + \ln\frac{-u_{r_1}}{u_{v_1} + u_{r_1}} = \frac{1}{k\,F}\int u_{v_1}\,\mathrm{d}\,t + K'$$

$$\frac{\partial u_{r_1}}{\partial x} = \frac{1}{v}\,\frac{u_{r_1}}{u_{v_1}}\left\{\frac{(u_{v_1} + u_{r_1})^2}{k\,F} + \frac{\partial u_{v_1}}{\partial t}\right\}.$$

Fall 6. (Siehe Abb. 8.)

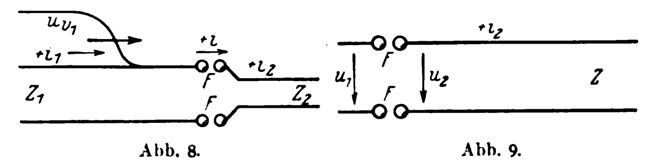


Abb. 8. Abb. 9.

Wie in Fall 5 sei eine aus unendlicher Ferne von links kommende Wanderwelle $u_{v_1} = f(t)$ gegeben, die nach Erreichen der nötigen Spannung die beiden Funken F gleichzeitig zündet. Es wird im allgemeinen nur die weiterlaufende Welle u_2, i_2 (es gibt auf der zweiten Leitung nur eine vorwärtslaufende Welle, da die Leitungen unendlich sein sollen) interessieren. Ihre Gleichungen sind

$$\frac{2\,i_2\,k\,F}{\int i_2\,\mathrm{d}\,t} = 2\,u_{v_1} - (Z_1 + Z_2)\,i_2$$

$$(Z_1 + Z_2)\,\frac{i_2}{2\,u_{v_1} - (Z_1 + Z_2)\,i_2} + \ln\frac{i_2}{2\,u_{v_1} - (Z_1 + Z_2)\,i_2} = \frac{1}{k\,F}\int u_{v_1}\,\mathrm{d}\,t + K$$

$$(Z_1 + Z_2)\,\frac{u_2}{2\,Z_2\,u_{v_1} - (Z_1 + Z_2)\,u_2} + \ln\frac{u_2}{2\,Z_2\,u_{v_1} - (Z_1 + Z_2)\,u_2} = \frac{1}{k\,F}\int u_{v_1}\,\mathrm{d}\,t + K$$

$$\frac{\partial u_2}{\partial x} = \frac{1}{v}\,\frac{u_2}{u_{v_1}}\left\{\frac{\mathrm{d}\,u_{v_1}}{\mathrm{d}\,t} + \frac{[2\,Z_2\,u_{v_1} - (Z_1 + Z_2)\,u_2]^2}{4\,k\,F\,Z_2^2}\right\}.$$

Man sieht, daß u. U. die in Leitung 2 eintretende Welle bedeutend steiler ist als die ankommende Welle u_{v_1}.

Fall 7. (Siehe Abb. 9.)

Sehr häufig kommt es vor, daß in Schaltung Fall 6 die Leitungen links nicht als unendlich lang anzusehen, sondern sehr kurz sind. Dann kann man wegen der vielfachen Reflexionen am Leitungsanfang praktisch nicht nach Formel Fall 7 mit einer von links kommenden bekannten Wanderwelle u_{v_1} rechnen, sondern es ist vielmehr die Summe $u_1 = u_{v_1} + u_{r_1}$ fest gegeben. Solch einen Fall von aufgezwungenem Spannungsverlauf $u_1 = f(t)$ behandeln die folgenden Formeln:

$$\frac{2\,i_2\,k\,F}{\int i_2\,\mathrm{d}\,t} = u_1 - i_2\,Z$$

$$Z\,\frac{i_2}{u_1 - i_2\,Z} + \ln\frac{i_2}{u_1 - i_2\,Z} = \frac{1}{2\,k\,F}\int u_1\,\mathrm{d}\,t + K$$

$$\frac{u_2}{u_1 - u_2} + \ln\frac{u_2}{u_1 - u_2} = \frac{1}{2\,k\,F}\int u_1\,\mathrm{d}\,t + K'$$

$$\frac{\mathrm{d}\,u_2}{\mathrm{d}\,t} = \frac{u_2}{u_1}\left\{\frac{\mathrm{d}\,u_1}{\mathrm{d}\,t} + \frac{(u_1 - u_2)^2}{2\,k\,F}\right\}.$$

Man sieht, daß man hierdurch sehr steile Wellen erzeugen kann, wenn u_1 steil ansteigt.

Fall 8. (Siehe Abb. 10.)

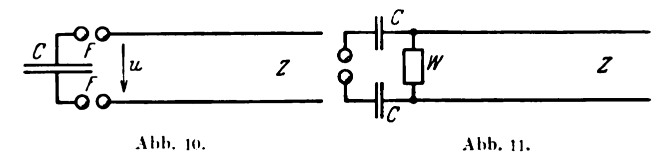


Abb. 10. Abb. 11.

Ein besonderer Fall des vorigen Abschnittes ist der, daß $u_1 =$ konst. $= U_0$ bleibt, was sich durch einen großen Kondensator C mit kurzen Zuleitungen zu F verwirklichen läßt.

$$\frac{2\,i\,k\,F}{\int i\,\mathrm{d}\,t} = U_0 - i\,Z$$

$$Z\,\frac{i}{U_0 - i\,Z} + \ln\frac{i}{U_0 - i\,Z} = \frac{U_0}{2\,k\,F}\,(t + K)$$

$$\frac{u}{U_0 - u} + \ln\frac{u}{U_0 - u} = \frac{U_0}{2\,k\,F}\,(t + K')$$

$$\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = \frac{u}{2\,k\,F\,U_0}\,(U_0 - u)^2$$

$$\left(\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t}\right)_{\max} = \frac{2\,U_0^2}{27\,k\,F}.$$

Die Steigung ist nicht geringer als in Fall 3, da wir für gleiches U_0 hier in Fall 8 nur die Funkenlänge F der halben Spannung haben. Da die Funkenspannung nicht linear mit der Schlagweite wächst, kann man mit der Schaltung Fall 8 bei besonderer Wahl des Kugeldurchmessers der Funkenstrecken sogar steilere Wellen erzeugen als mit den Schaltungen Fall 3 und Fall 9. Fall 8 hat den praktischen Vorzug vor Fall 3, daß die Leitung vor Funkenausbruch spannungslos ist und keine Entlade-, sondern eine Ladewelle entsteht. Fall 8 hat allerdings den Nachteil, daß C sehr groß sein muß und die Verbindungsleitungen zu C so kurz genommen werden müssen, daß man ihre Induktivität vernachlässigen kann (zumindest werden wahrscheinlich Oberschwingungen entstehen).

Fall 9. (Siehe Abb. 11.)

Diese Schaltung wird sehr häufig zur Erzeugung von Wanderwellen benutzt[10]. Die Funkenentladung gibt durch die Kondensatoren C hindurch eine Stoßspannung auf die Leitung. Der Abfall des Stoßes ist hierbei so flach und langdauernd, daß man die Welle als Sprungwelle ansehen kann. Der Widerstand W (im allgemeinen groß gegen Z) dient dazu, die Leitung vor Funkenausbruch zu entladen. Diese Schaltung ist eine Anwendung des behandelten Falles 2. Man kann deshalb für die Spannung u der Leitung die dort aufgestellten Gleichungen für u^* benutzen, nur muß man statt R den Parallelwiderstand von W und Z einsetzen. Zur Ersparnis umständlicher Formeln bei der Berechnung von $\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t}$ kann man hierfür auch die Änderungsgeschwindigkeit der Funkenspannung u_F setzen, wenn man noch ein Korrekturglied für die Verflachung durch die Kondensatoren C zufügt. Es gilt

$$\frac{\mathrm{d}\,u}{\mathrm{d}\,t} = \frac{\mathrm{d}\,u_F}{\mathrm{d}\,t} - \frac{2\,u}{C\,Z}.$$

[*7] Die Formeln der Fälle 5, 6 und 7 sind nicht ohne weiteres zur quantitativen Durchrechnung zu gebrauchen. Hierzu muß man noch irgend eine Näherungsannahme für den Funkenbeginn machen.

[8] U_0 braucht nicht der Maximalwert (Höhe des Rückens) der ankommenden ursprünglichen Welle u_{v_1} zu sein.

[9] Dieser Fall tritt z. B. ein, wenn eine Wanderwelle auf freier Strecke einen Isolator überschlägt.

[10] Ausführlich behandelt z. B. von M. Toepler, Arch. El. Bd. 18 S. 549. M. Toepler hat das Verdienst, zuerst diese Schaltung zur Wanderwellenerzeugung benutzt zu haben.



Die Schaltung Fall 9 hat fraglos viel praktische Annehmlichkeiten[11] für sich, doch muß man anderseits berücksichtigen, daß bei Wanderwellenmessungen jede kleine Verbindung und Inhomogenität des Wellenwiderstandes (durch die Kondensatoren, vor allem wenn sie lang sind) Komplikationen und oft unübersehbare Fehlerquellen mit sich bringt — Schwierigkeiten, die bei der einfachen Entladewelle zum großen Teil wegfallen. Falls man — wie es wohl meistens geschieht — die Anordnung links von den Kondensatoren über hohe Widerstände (Sperrwiderstände) auflädt, genügt im allgemeinen die Zeit der Aufladung nicht zum Ausgleichen der Elektrizitätsmengen rechts von den Kondensatoren über W (vor allem bei großem W), d. h. bei Funkenausbruch ist die Leitung nicht ganz spannungslos; diese Restspannung erniedrigt die Stoßspannung und ist dementsprechend zu berücksichtigen.

[11] Z. B. Spannungslosigkeit der Leitung vor dem Stoß.

Die Entwicklung des oszillierenden Gleichstromzählers.

Von **D. Broido**, Berlin.

Übersicht. Die erreichbare Genauigkeit ist bei den einzelnen Systemen der Gleichstromzähler verschieden. Die Mängel der ältesten oszillierenden Zähler wurden vor 25 Jahren durch die Spezialschaltung der AEG behoben und damit, wie die Praxis gezeigt hat, Zähler von unerreichter Meßgenauigkeit und fast unbegrenzter Lebensdauer geschaffen. Neben den bekannten Ausführungen werden neuerdings Hochstromzähler nach dem oszillierenden Prinzip gebaut, bei denen weder getrennter Nebenwiderstand noch eigene Stromspulen nötig sind.

Seit 25 Jahren nimmt der oszillierende Zähler qualitativ eine überragende Stellung unter den Gleichstromzählern ein, er hält einen Rekord in Zuverlässigkeit und Lebensdauer, wie kaum ein anderer Apparat bei der so lebhaften Entwicklung der Elektrotechnik im letzten Vierteljahrhundert. Die Erfindung der oszillierenden Zähler wurde zwar schon im vorigen Jahrhundert gemacht[1], und es hatte auch schon eine Anzahl Zähler Verbreitung gefunden — es waren mehrere Tausende im Betrieb — doch waren sie anfangs mit so vielen Fehlern behaftet, daß man kaum Hoffnung auf weitere Verbreitung hatte. Erst die Einführung der Spezialschaltung der AEG im Jahre 1902 befreite den Zähler von allen Mängeln und machte ihn zu einem Präzisionsinstrument, das an Genauigkeit und Dauerhaftigkeit auch heute noch eine hervorragende Stelle unter den Gleichstromzählern einnimmt. Um seine Güte darzulegen, sei zunächst ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Zähler gegeben.

Abb. 1. Ältester oszillierender Zähler mit zwei Kontaktflügeln und zwei Systemspulen.

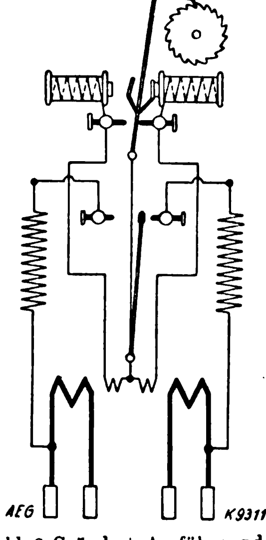


Abb. 2. Geänderte Ausführung des ältesten oszillierenden Zählers mit einem Kontaktflügel und zwei Systemspulen.

Abb. 3. Oszillierender Zähler mit einer Systemspule in der Spezialschaltung der AEG.

Fast alle Wechselstromzähler werden bekanntlich nach dem Ferraris-Prinzip gebaut, das seit dem Jahre 1888 angewendet wird. Die einzelnen Fabrikate unterscheiden sich nur mehr oder minder durch ihre Größe und die innere Anordnung der Einzelteile. Grundlegende Änderungen sind im Laufe der Jahre kaum vorgenommen worden. Die Gleichstromzähler dagegen wurden nach verschiedenen Grundsätzen entwickelt. Die drei wichtigsten Grundformen sind dabei:

1. die Elektrolyt-Gleichstromzähler,
2. die Pendel-Gleichstromzähler,
3. die Motor-Gleichstromzähler, die wieder zu unterscheiden sind in:
   Magnetmotor-Amperestundenzähler,
   Quecksilber-Amperestundenzähler,
   Wattstundenzähler mit rotierendem System,
   Wattstundenzähler mit oszillierendem System.

Um zu beurteilen, welcher Type der Vorzug zu geben ist, braucht man nur an den schlechten mechanischen Wirkungsgrad aller Zähler zu denken. Bei einer zugeführten Leistung von etwa 13 W haben sie bei einer Drehzahl von 40 ÷ 50 Umdr./min ein Drehmoment von etwa 6 gcm ≈ 0,003 W. Die Kraft am Umfang der Bremsscheibe ist hierbei so gering, daß eine Fliege imstande wäre, den Anker an seiner Bewegung zu hindern. Man kommt daher zu dem Ergebnis, daß **der** Zähler am genauesten ist, der die geringste Arbeit zu leisten hat.

An der Spitze steht in dieser Beziehung unbestritten der Pendelzähler, da bei ihm die zugeführte Energie nur dazu dient, das Pendel zu beeinflussen, während er die erforderliche Kraft für den Antrieb des Pendels und für das Zählwerk von einer besonderen mechanischen Kraftquelle erhält. Dieser Zähler wäre zweifellos auch jetzt noch führend, wenn er nicht durch seinen Uhrmechanismus zu verwickelt wäre und sorgfältigste Wartung durch erfahrene Uhrmacher erforderte. Außerdem ist er verhältnismäßig teuer. Der Pendelzähler ist daher durch den oszillierenden Zähler abgelöst worden, der den Vorteil einer besonderen Kraftquelle für den Antrieb des Zählwerks hat, ohne einen besonders verwickelten Mechanismus zu haben. Die zugeführte Kraft dient lediglich dazu, das bewegliche System des Zählers zu bewegen. Bei allen anderen Typen, mit Ausnahme der Elektrolytzähler, muß sie sowohl das System als auch das Zählwerk antreiben, muß also Kollektor-, Bürsten- und Zählwerksreibung überwinden und mithin eine weit größere Arbeit leisten. Den Elektrolytzählern dagegen, die nur als Amperestundenzähler dienen, haften verschiedene andere Mängel an. Erwähnt seien nur ihre unkontrollierbare Ablesung, die schwierige und zeitraubende Eichung und die Bruchgefahr des Glaskörpers.

Wie bereits oben erwähnt, konnten die ersten oszillierenden Zähler den anderen Zählern den Rang noch nicht streitig machen, da bei ihnen in den Kontakten neue Störungsquellen hinzukamen. Das Prinzip der oszillierenden Zähler beruht bekanntlich darauf, daß der Anker nicht wie bei den gewöhnlichen Motorzählern rotiert, sondern nur eine hin- und hergehende Bewegung ausführt. Um diese zu erreichen, wurden bei den ältesten oszillierenden Zählern an der Achse zwei Kontaktflügel angebracht, welche die Bewegung durch Anschlag

[1] Vgl. W. Stumpner, Zur Geschichte des Elektrizitätszählers, ETZ 1926, S. 601 u. 646.

an Kontaktstellen begrenzten. Die Systemspule selbst ist in zwei vollständig getrennte, gegeneinander geschaltete Spulen unterteilt worden. Um ein Verbrennen der Systemkontakte zu verhindern, suchte man die Spannung an ihnen möglichst gering zu halten. Die Wirkungsweise war folgende (Abb. 1):

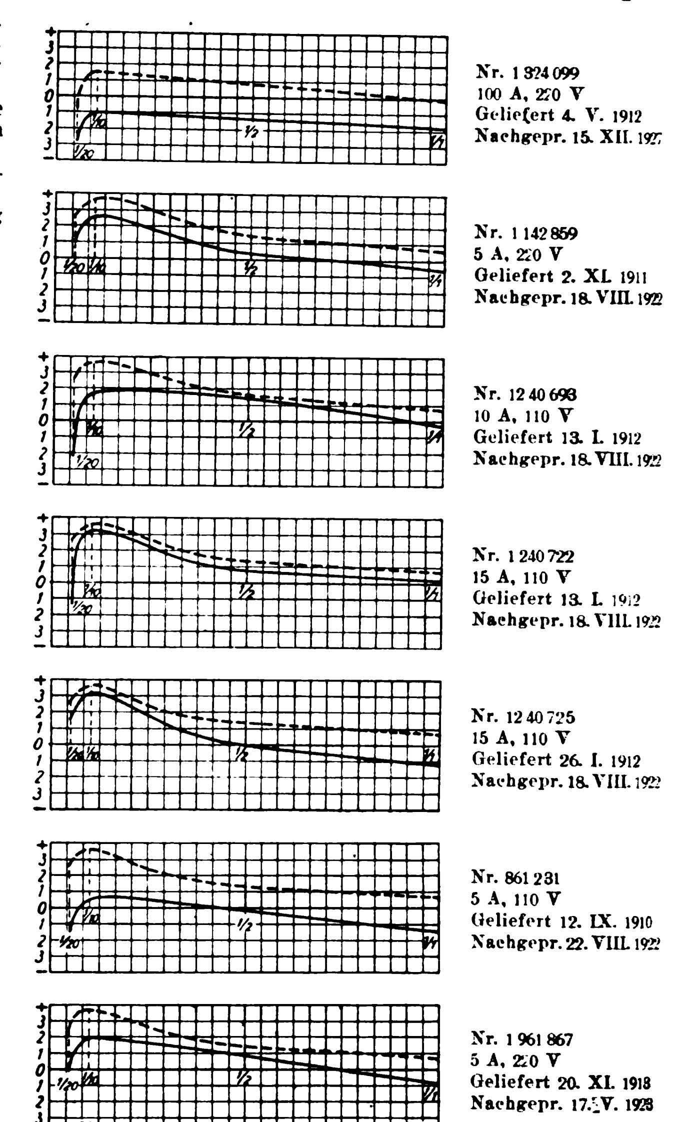
Am Ende der Bewegung des Systems S_1 und S_2 berührt der Kontaktflügel F_1 die Kontaktschraube K_1. Dadurch wird die Relaisspule R_1, die nur verhältnismäßig geringen Widerstand hat, kurzgeschlossen, und der Anker A von der Spule R_2 angezogen. Die dadurch bewirkte Einschaltung der zweiten Systemspule S_2 gibt dem System die entgegengesetzte Drehrichtung und öffnet den Kontakt F_1—K_1. Entsprechend dem geringen Widerstand der Relaisspule R_1 ist die Spannung am Kontakt F_1—K_1 beim Öffnen etwa 6 V und bleibt auch so niedrig

Abb. 4. Wirkungsweise des oszillierenden Zählers in der Spezialschaltung der AEG.

bis zum Wiederschließen. Das Spiel wiederholt sich an der anderen Seite, die natürlich symmetrisch zur ersten Seite ist; die Spannung am geöffneten Kontakt F_2—K_2 beträgt also auch etwa 6 V. Diese Spannung ist entschieden zu gering, um stets einen sicheren Kontakt zu gewährleisten, besonders, wenn bei geringerer Belastung der Anpressungsdruck nur schwach ist. Da während der Bewegung des Systems, d. h. wenn sowohl Kontakt F_1—K_1 als auch Kontakt F_2—K_2 geöffnet sind, durch beide Relaisspulen der gleiche Strom fließt, üben sie beide fast die gleiche Anziehungskraft auf den Anker aus, so daß der Relaiskontakt R_K nur sehr unsicher ist. Die Systemspulen bekommen zeitweise gleichzeitig Strom, das Drehmoment verringert sich entsprechend, und der Zähler ändert seine Konstante. Weitere Nachteile bestehen noch darin, daß das System drei flexible Zuführungen erfordert und stets eine kurzgeschlossene Spule, d. h. eine „tote" Last, mitschleppt.

Eine spätere Konstruktionsänderung, die die zwei Kontaktflügel durch einen ersetzte (Abb. 2), hat an den Fehlern dieser Zähler nichts ändern können. Erst die Spezialschaltung der AEG beseitigte alle diese Mängel vollkommen. In der Erkenntnis, daß das Ziel sein müßte, eine möglichst hohe Spannung beim Schließen des Kontaktes und eine möglichst geringe Spannung beim Öffnen zu haben, hat sie den Zähler wie folgt aufgebaut (Abb. 3):

Das bewegliche System besitzt nur eine Spule S_p, zu der zwei flexible Leitungen L führen, und einen Kontaktflügel F. Das Relais besteht aus zwei Magnet-



------ Ursprüngliche Kurve
——— Kurve nach zehnjährigem Betrieb.

Abb. 5. Kurven von oszillierenden Zählern nach zehnjährigem Betrieb.

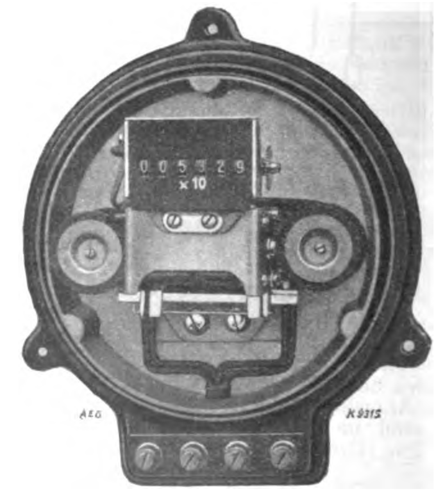


Abb. 6. Zählwerk mit Fernrelais.

spulen M, von denen jede in der Mitte unterteilt ist. Von jedem Unterteilungspunkt U führt eine Leitung an den entgegengesetzten Kontakt K. Außerdem liegen parallel zur Systemspule zwei Widerstände P_1, P_2 von gleicher Ohmzahl (gleich der 10fachen Ohmzahl der Systemspule). Die Wirkungsweise ist aus Abb. 4 a bis d zu ersehen.

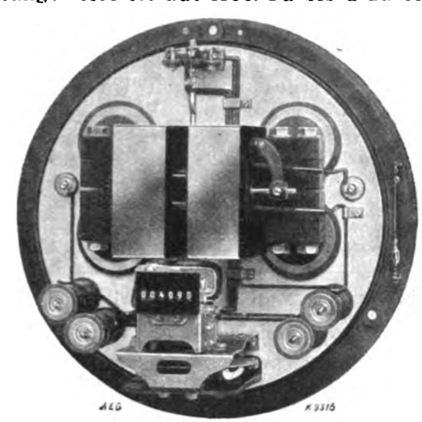


Abb. 7. Oszillierender Hauptzähler.

a) Das stromdurchflossene bewegliche System bewegt sich nach rechts unter dem Einfluß des Hauptstromfeldes. Der Relaisanker des Umschaltwerkes wird von dem oberen Spulenpaar angezogen. Die beiden schraffiert gezeichneten Spulen sind durch die Systemspule überbrückt und fast stromlos.

b) In dem Moment, in dem der Systemflügel den rechten Kontaktstift berührt, sind die schraffierten Spulen widerstandslos überbrückt, so daß nur die nicht schraffierte Spule des unteren Relaisspulenpaares (im Zähler der linken vorderen Spule) stark erregt ist. Der Relaisanker wird also mit großer Kraft nach unten gezogen (im Zähler nach vorn). Vor dem Augenblick, in dem der Systemflügel den rechten Kontaktstift berührt, ist zwischen Kontaktflügel und Kontaktstift ein großer Spannungsunterschied von etwa 60 ÷ 100 V. Dadurch wird ein sicherer Kontakt gewährleistet, und eine etwa auftretende Oxydschicht zwischen Kontaktflügel und Kontaktstift kann keinen störenden Einfluß haben.

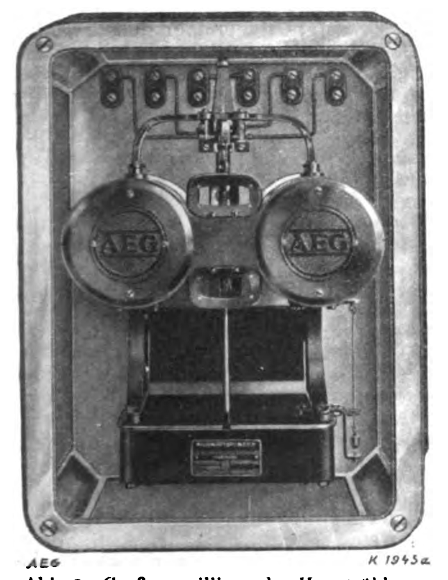


Abb. 9. Großer oszillierender Hauptzähler für Stromstärken bis 10 000 A.

c) Die Relaisspule hat den Anker angezogen, dieser berührt den unteren Relaiskontakt. Der Spannungstrom durchfließt jetzt das untere Spulenpaar, eine Hälfte des Parallelwiderstandes und, in umgekehrter Richtung wie in Abb. 4 a, die Spannungspule, die sich dadurch nach links bewegt. Der Abstand der Relaiskontakte voneinander ist sehr gering, damit die Umschaltung sehr schnell erfolgt.

d) Das System bewegt sich nach links, wodurch die Überbrückung an einer Hälfte der oberen Relaisspule aufgehoben wird. Da der Widerstand in dieser Spule sehr gering ist, so ist die Öffnungspannung zwischen dem abgehenden Kontaktflügel und dem rechten Kontakt sehr gering, etwa 6 V, wodurch eine Funkenbildung vermieden wird.

Diese Anordnung ist beim Zähler bis heute unverändert beibehalten worden. Als einzige Verbesserung sind im Jahre 1914 am beweglichen System noch zwei kleine, hintereinander geschaltete Spulen angebracht worden, die in Reihe mit der Hauptsystemspule — jedoch mit entgegengesetztem Wirkungsinn — geschaltet sind. Dadurch wird erreicht, daß der Zähler astatisch, d. h. fast vollständig unabhängig von äußeren homogenen Feldern (Erdfeld usw.) wird (DRP Nr. 259 224 und 263 437). In den 25 Jahren seines Bestehens hat sich nirgends Veranlassung gezeigt, sonst irgendwelche prinzipiellen Änderungen vorzunehmen. Jeder Teil erfüllt seine Pflicht vollkommen, und zwar für eine Zeitdauer, die man sonst bei einem Gleichstromzähler für unmöglich halten würde. Für seine Präzision spricht der bereits oben aufgeführte Grund (Verwendung der zugeführten Leistung lediglich zur Bewegung des Systems), für seine Lebensdauer die geringst-

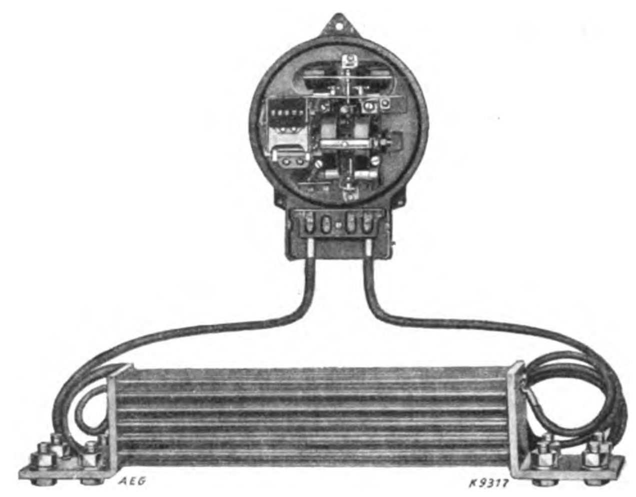
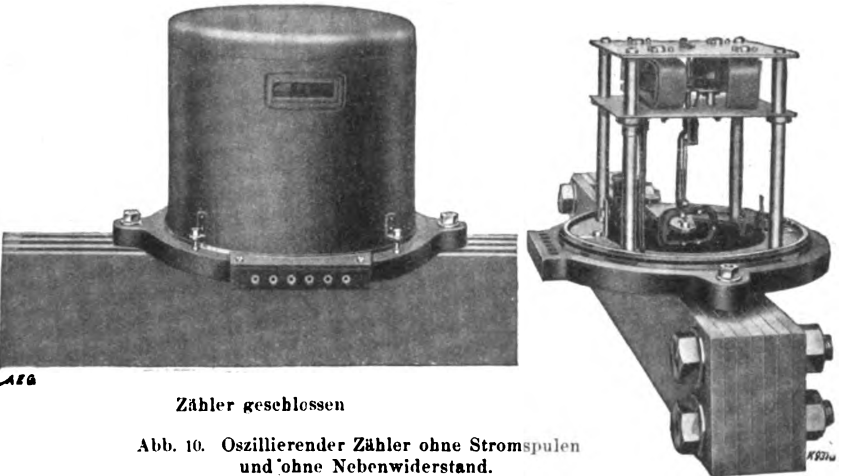


Abb. 8. Oszillierender Nebenschluß-Zähler.

mögliche Beanspruchung jedes seiner Teile in elektrischer und mechanischer Beziehung. Den Beweis hierfür liefern einige der abgebildeten Kurven (Abb. 5), die beispielsweise von einigen neuen Zählern in der Fabrik und von den gleichen Zählern nach mehr als zehnjährigem Betrieb aufgenommen worden sind. Diese Zähler sind während



Zähler geschlossen

Zähler geöffnet

Abb. 10. Oszillierender Zähler ohne Stromspulen und ohne Nebenwiderstand.

der ganzen Zeit nicht ein einziges Mal geöffnet worden und waren bei der zweiten Untersuchung noch mit den Originalplomben versehen. Man sieht daraus, daß sich die Kurven fast gar nicht geändert haben.

Es wird behauptet, daß die Lebensdauer eines Zählers von dem Verhältnis des Drehmomentes zum Systemgewicht abhänge, doch steht dieser Ansicht die Erfahrung einer mehr als 30jährigen Praxis entgegen. Es sind z. B. Zähler gebaut worden, bei denen das System durch einen Magneten frei schwebend in der Luft gehalten wird (Stanley-Zähler), wodurch die Wirkung des Systemgewichts voll-

ständig aufgehoben wird; doch haben auch diese Zähler die anderen in bezug auf Dauerhaftigkeit und Anlaufsempfindlichkeit nicht übertreffen können. Der große oszillierende Zähler, der hauptsächlich für Zentralen verwendet wird, wo er Tag und Nacht arbeitet, hat dagegen ein Systemgewicht von weit über 100 g und zeigt trotzdem nach zehn- und mehrjährigem Betrieb keine Alterserscheinungen. Für die Abnutzung eines Zählers ist wohl hauptsächlich der vom System zurückgelegte Weg maßgebend. Während einer vollständigen Umdrehung (350°) des Ankers eines Zählers der rotierenden Bauart macht der Anker eines entsprechenden oszillierenden Zählers nur $^1/_9$ Drehung (40°), d. h. dieser nutzt sich erst nach neunmal so langer Zeit in gleichem Maße ab. Das Systemgewicht macht sich nur dann bemerkbar, wenn das Unterlager nicht in Ordnung ist.

Als weitere Vorteile des oszillierenden Zählers vor den rotierenden seien noch erwähnt die außerordentlich einfache Eichung (durch Änderung der Hubbegrenzungen mittels der Kontaktschrauben) und die Möglichkeit der Trennung von System und Zählwerk auf beliebige Entfernungen, da die beiden nur elektrisch verbunden sind. Man macht von dieser Einrichtung besonders in Zentralen Gebrauch, wo der Zähler in die Sammelschienen eingebaut ist, während sich das Zählwerk mit dem Relais auf der Schalttafel bzw. im Raum des Betriebsleiters befindet (Abb. 6); Zähler und Zählwerk sind nur durch vier dünne Leitungen miteinander verbunden. Der Zähler kann bequem nachkontrolliert werden, da man die Umlaufzahl am Zählwerk direkt abhören kann und sie nicht an dem gewöhnlich nur schwer zugänglichen Zähler ablesen muß. Der Betriebsleiter hat dadurch die Möglichkeit, mühelos dauernd den Betriebszustand zu überwachen.

Wie alle Gleichstrom-Wattstundenzähler ist auch der oszillierende Zähler bisher in zwei Ausführungen gebaut worden:

1. als Hauptzähler (der gesamte Strom fließt durch die Hauptstromspulen, Abb. 7);
2. als Nebenschlußzähler (der Strom fließt hauptsächlich durch einen Nebenwiderstand — Shunt — und nur ein geringer Bruchteil des Stromes durch die Hauptstromspulen, Abb. 8).

Während jedoch die rotierenden Zähler in der Ausführung nach 1. höchstens für Stromstärken bis 1000 A verwendet werden, sind oszillierende Zähler schon für Stromstärken bis zu 10 000 A als Hauptzähler im Betrieb (Abb. 9).

In großen Kraftwerken, in chemischen Fabriken, in Bahnbetrieben, die mit Gleichstrom arbeiten, wo es auf äußerste Genauigkeit der Messungen ankommt, da die geringsten Fehlanzeigen gleich Fehlbeträge von Tausenden von Mark ausmachen und damit die Rentabilität des ganzen Unternehmens in Frage stellen können, wird jetzt fast überall der oszillierende Zähler verwendet. Die Meinungen der Betriebsleiter gehen nur in dem Punkte auseinander, ob man von dem Vorteil Gebrauch machen soll, den Zähler als Hauptzähler in die Sammelschienen einzubauen, oder ob man auch diesen Zähler als Nebenwiderstandzähler anbringt. Gegen den Hauptzähler wird angeführt, daß man bei jeder Kontrolle des Zählers oder bei einer etwaigen Reparatur den ganzen Betrieb stilllegen muß. Gegen den Nebenschlußzähler läßt sich wiederum anführen, daß er nie die Präzision des Hauptzählers erreichen kann, und daß man einen ständigen Wattverlust am Nebenwiderstand hat. Will man den Wattverlust möglichst niedrig halten, so muß man den Spannungsabfall am Nebenwiderstand verringern; dadurch macht sich aber der Übergangswiderstand an den Anschlüssen der Meßleitungen leicht bemerkbar, die Befestigungsschrauben müssen von Zeit zu Zeit nachgezogen werden. Außerdem muß der Zähler möglichst im gleichen Raume wie der Nebenwiderstand und die Meßleitungen angebracht werden, um Fehlangaben des Zählers durch Temperaturunterschiede und damit Unterschiede in den Widerständen der Zuleitungen zu verhüten.

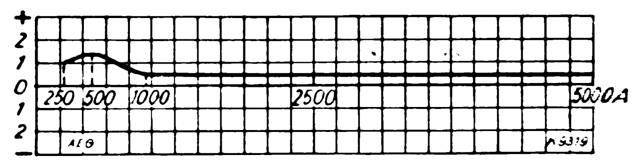


Abb. 11. Fehlerkurve des oszillierenden Zählers ohne Stromspulen (Anlauf bei etwa 30 A).

Wenn auch die Nacheichung der Nebenwiderstandzähler etwas einfacher als beim Hauptzähler ist, so kommt bei ihr doch ein Unsicherheitsfaktor hinzu; man verläßt sich darauf, daß der Nebenwiderstand „stimmt". Ob er jedoch konstant bleibt, wenn er sich in feuchten Räumen oder Fabriken, wo er chemischen Angriffen ausgesetzt ist, für längere Zeit befindet, ist fraglich.

Um nun den Vorteil der größeren Genauigkeit des Hauptzählers mit dem der einfachen Eichung des Nebenwiderstandzählers zu vereinigen, hat die AEG neuerdings für die Messung großer Leistung eine dritte Ausführung des oszillierenden Zählers herausgebracht, bei der auch die oben erwähnten Nachteile der anderen Ausführungen vermieden sind. Dieser Zähler besteht nur aus dem beweglichen System mit Kontakten und dem zugehörigen Relais mit Zählwerk[2] (Abb. 10). Der Zähler wird direkt auf die Sammelschienen frei aufgesetzt, ohne sie zu unterbrechen. Da die Systemspule bei diesem Zähler tief unterhalb des Unterlagers angebracht ist, schwingt sie ganz im Kraftlinienfeld der Sammelschienen, benötigt daher nur wenig Windungen und ist infolgedessen wenig empfindlich gegen Beeinflussung von fremden Feldern. Die Nacheichung an Ort und Stelle kann jederzeit so vorgenommen werden, daß der Zähler von den Sammelschienen abgenommen und auf eine besonders abgestimmte Spule gesetzt wird, durch die ein bestimmter geringer Strom fließt, wobei man die Schwingungszahl überwacht. Die Überlegenheit dieses Zählers gegenüber den bisherigen Ausführungen liegt auf der Hand. Die Vorteile sind:

- größte Meßgenauigkeit (Abb. 11);
- einfache Montage und Fortfall des Anbohrens der Sammelschienen, da der Zähler nur durch zwei Bolzen an diesen festgehalten wird;
- kein Wattverlust an einem Nebenwiderstand;
- fast keine Temperaturfehler;
- leichte Nacheichung.

Das Hauptanwendungsgebiet dieses Zählers liegt daher besonders in der Messung des Arbeitsverbrauches in großen Kraftwerken, elektrochemischen Werken, bei Gleichstrombahnen und anderen großen Gleichstromanlagen.

[2] DRP angemeldet.

Uhren-Ferneinstellung durch drahtlose Zeitzeichen.

Von Oberingenieur I. Wiligut, Berlin.

Übersicht. Es wird eine Parallele gezogen zwischen den bisher geübten Methoden der Ferneinstellung von selbständig gehenden Uhren unter Benutzung fremder Leitungen und einer Reihe von neueren aus Frankreich kommenden Vorschlägen, diese Ferneinstellung drahtlos unter teilweiser Benutzung von Apparaten der Rundfunktechnik durchzuführen. Der Verfasser kommt zu dem Ergebnis, daß die vorgeschlagenen Methoden nicht das gleiche Maß von Sicherheit bieten wie die bisher bekannten, mit Leitung arbeitenden. Ferner wird gezeigt, daß die Genauigkeit der Einstellung eine sehr beschränkte ist, und schließlich wird angegeben, daß die französischen Vorschläge grundsätzlich die gleichen Mittel nennen, wie sie in deutschen Patenten bereits seit Jahren die Grundlage bilden.

Die Einstellung elektrischer Uhrenanlagen auf einheitliche Zeit unter Verwendung von Fernleitungen, die gleichzeitig anderen Zwecken dienen, ist bekannt. Bereits im Jahre 1898 wurden von der Firma Siemens & Halske A. G. für die Zeitübermittlung an sämtliche Bahnstationen des Deutschen Reiches die vorhandenen Telegraphenleitungen benutzt. Der Augenblick des Abreißens eines längeren Striches, als er sonst bei Telegraphenzeichen üblich ist, bezeichnet auf die Sekunde genau die Zeit. Eine weitere Ergänzung hat diese Einrichtung durch Siemens & Halske dadurch erfahren, daß man dieses Zeitzeichen auf eine Hauptuhr wirken ließ; unter dem Einfluß des Zeitzeichens werden gleichzeitig die an die Hauptuhr angeschlossenen Nebenuhren selbsttätig auf die einheitliche Zeit eingestellt. Obwohl diese Zeitübertragung auf ein großes Gebiet unter Berücksichtigung des heutigen Standes der Technik als das Beste und wirtschaftlich Vorteilhafteste bezeichnet werden muß, so tauchen natürlich immer wieder neue Erfindungen auf,



um eine angeblich wirtschaftlichere Zeitverteilung zu ermöglichen. Es wurden schon die verschiedensten Wege beschritten. Man verwendete z. B. für den Zeigerantrieb der Uhren Synchronmotoren. Das Wechselstromnetz mußte zu diesem Zweck auf gleicher Periodenzahl gehalten werden, um eine zeitenrichtige Fortschaltung der angeschlossenen Uhren zu ermöglichen, oder es wurden für den Uhrenbetrieb besondere Frequenzen, die den Starkstromleitungen übergelagert sind, benutzt oder endlich auch eine drahtlose Uhrenregelung in Erwägung gezogen. Alle diese Möglichkeiten sind jedoch nicht über Versuche hinausgekommen; auf diesen Wegen eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen, wird in absehbarer Zeit unmöglich sein.

Gleich nach Erfindung der drahtlosen Telegraphie gab es eine ganze Reihe ernst zu nehmender Fachleute, die der Telegraphie unter Verwendung von Drahtleitungen ein baldiges Ende prophezeiten. Aber die Funkentelegraphie hat es nicht erreichen können, die Telegraphie über Drahtleitungen auch nur im entferntesten zu verdrängen; im Gegenteil, überall da, wo nur irgend die Möglichkeit vorhanden ist, unter Vermittlung von Leitungen zu telegraphieren, geschieht dies. Man denke an die kostspielige Überseekabelverlegung. Ein sprechendes Beispiel bietet die Verwendung der Telegraphie während des Krieges. Nicht zu verkennen ist, daß die drahtlose Telegraphie während dieser Zeit und auch heute natürlich außerordentlich gute Dienste leistete, aber immer nur für bestimmte Verwendungszwecke unter bestimmten gegebenen Verhältnissen.

Eine besondere Verwendungsmöglichkeit der drahtlosen Telegraphie schien auf dem Gebiete der Zentraluhrenanlagen zu liegen; hier wurde viel Geld und viel Zeit aufgewendet, ohne ein Resultat zu erreichen. So sind z. B. die Versuche von Prof. Reithofer, für welche der österreichische Staat seinerzeit selbst Mittel zur Verfügung gestellt hatte, negativ verlaufen, auch die von vielen anderen Erfindern ausgehenden Anregungen kamen kaum über das Versuchstadium hinaus. Ein Teil der Versuche erstreckte sich auf die Möglichkeit, das für wissenschaftliche oder Allgemeinzwecke von einer Funkstelle gegebene Zeitzeichen für die selbsttätige Ferneinstellung der Uhren zu benutzen. Durch ein Verzögerungsrelais z. B. sollten die kurzen Zeichen des Signals wirkungslos gemacht werden, um bei einem zum Schluß des Zeitzeichens folgenden längeren Impuls das Verzögerungsrelais längere Zeit erregen zu lassen, bis ein Kontakt zur Einschaltung der Regelung geschlossen wird.

Alle Nachteile, welche bei der drahtlosen Nachrichtenübermittlung auftreten, sind besonders stark störend bei selbsttätigen Zeitzeichengebern. Hierzu gehören z. B. Wechsel der Sendewelle, benachbarte Störwellen, atmosphärische Störungen usw., wodurch eine falsche Regelung leicht zustande kommen kann. Hinzu kommt die Unwirtschaftlichkeit im Betriebe infolge der hohen Anschaffungs- und laufenden Instandhaltungskosten, die eine praktische Einführung unmöglich machen, besonders bei der oben geschilderten Anordnung, bei welcher größere Energien notwendig sind.

Um einen Teil der bisher beobachteten Fehler zu beseitigen, hat Mario Lavet, Ingenieur der Firma Hatot, ein System entwickelt[1]. Hauptsächlich ist die Anwendung der drahtlosen Telephonie für die selbsttätige Zeiteinstellung von elektrischen Uhren für den Hausgebrauch dabei beabsichtigt. Als Zeitzeichen wird ein rhythmisches Signal einer ganz bestimmten Periode benutzt, so daß der Empfang und die Detektion des Signals nur durch ein Schwingungsorgan mit der gleichen Eigenperiode wie die des Signals bewirkt werden können. Dieses Schwingungsorgan oder Pendelrelais ist als ein Uhrenpendel mit elektromagnetischer Betätigung zu denken. Es wird nach und nach durch das rhythmische Zeitzeichen und eine Lokalbatterie in ständig zunehmende Schwingungen gebracht, wobei der Uhreneinstellkontakt erst nach einer gewissen Zeit hergestellt wird, sobald die Amplitude der Schwingungen einen durch die Konstruktion festgelegten Wert überschreitet. Bei diesem Verfahren wird die Auswahl bzw. Unterscheidung der Zeichen sowohl durch die für das Zeitzeichen gewählte Periode als auch durch die Zeitdauer bestimmt, die das Pendelrelais bis zum Ansprechen braucht. Das Pendelrelais ist somit gegen alle anderen Zeichen von abweichender Charakteristik unempfindlich. Der Durchgang eines anormalen Stromes, ob er nun auf eine Störung oder auf einen Fehler in dem Empfänger zurückzuführen ist, kann nicht mehr ungewollt die Zeiteinstellung hervorrufen.

Auch Siemens & Halske haben, zusammen mit „Telefunken", das System der rhythmischen Signale für ähnliche Zwecke früher, z. B. für den Hilferuf in Seenot geratener Schiffe, verwendet. Bei dieser Einrichtung wurden durch rhythmische Zeichen mit bestimmter Frequenz kleine Elektromagnete erregt, welche eine Unruhe in Schwingung versetzten. Nach Erreichung einer bestimmten Amplitude wurde ein Kontakt geschlossen.

Die rhythmische Signalgebung für die Uhrenregelung ist seit langem bekannt. Man benutzt allgemein das sogenannte Koinzidenzsignal, das in der Hauptsache wissenschaftlichen Zwecken dient. Die deutsche Firma Junghans hat z. B. zusammen mit Telefunken eine Uhr entwickelt, die nach genau gleichem Prinzip arbeitet; als „Frequenzrelais" wird eine Unruhe verwendet (DRP 432 096).

Auch G. Malgorn[2] arbeitet nach diesem Prinzip. Malgorn geht von dem richtigen Gesichtspunkte aus, daß man in der Praxis die Notwendigkeit, die einzustellende Uhr durch einen Empfangsapparat zu regeln, der nur diesem Zweck dient, vermeiden muß, weil die Unterhaltung dieser Station viel unangenehmer wäre als die Handeinstellung der Uhr auf die richtige Zeit. Da viele Leute Empfangsapparate für Rundfunk besitzen, meint Malgorn, so ist deren Verwendung für die selbsttätige Einstellung der Uhren gerade erwünscht, und zwar mit Hilfe eines während einer Sendung erhaltenen Signals, ohne daß es deswegen nötig würde, das Hören zu unterbrechen. Diese besonderen Anwendungsbedingungen würden die Unterscheidung der Zeitzeichen durch besondere Länge und ähnliche Mittel, Verzögerungsrelais usw. nicht zulassen, weil die bei den Rundfunkkonzerten gesandten Töne von sehr ungleichmäßiger Dauer sind, jedenfalls immer länger als die gewöhnlichen Telegraphenzeichen. Es ist deshalb nicht möglich, ein kurzes Zeichen nach einer langen Ruhepause zu verwenden und die Unterscheidungen durch einen Einschalter und einen Zeitausschalter vorzunehmen. Es wäre mit Bestimmtheit die ungewollte Vornahme der Zeiteinstellung zu befürchten, wenn durch ein Versehen des Benutzers der Empfangstation die letztere nicht ganz genau auf die Wellenlänge des Zeitzeichens eingestellt ist. Da in Frankreich die Angabe der genauen Uhrenzeit durch die Übertragungsendestation bereits eingeführt ist, kann man ohne weitere Komplikationen im Laufe der Übertragungen ein rhythmisches Zeichen von der Dauer einiger Sekunden senden, das aus einer Reihe von Tonfolgen zusammengesetzt ist, um die Einstellung der Uhren auf die richtige Zeit sicherzustellen.

Die hauptsächlichen Mittel, über die man verfügt, um die Übereinstimmung zwischen den Zeigern einer einzustellenden Uhr und den Zeigern der Steueruhr der Sendestation, die an genau bestimmten Zeitpunkten das Zeitzeichen sendet, aufrechtzuerhalten, sind folgende:

1. Man kann das Zeichen benutzen, um die Zeiger einer einzustellenden Uhr plötzlich in die richtige Lage zu bringen; die Zeiger gehen dann ungehindert weiter, nur vom Uhrwerk angetrieben.

2. Man kann auf ein Einstellorgan einwirken, das die Eigenschwingungsdauer des Pendels der einzustellenden Uhr leicht erhöht oder herabsetzt, je nachdem, ob diese vorgeht oder nachgeht bei der Abgabe des Zeitzeichens. Man vermindert auf diese Weise den möglichen Verschiebungswert zwischen den Zeigern der einzustellenden Uhr und denen der Steueruhr. In diesem Falle wird die Veränderung des Ganges nach und nach zwischen den Zeitzeichen bewirkt.

3. Man kann schließlich das Pendel der einzustellenden Uhr mit demjenigen der Steueruhr synchronisieren, so daß die Phasenverschiebung nicht über Bruchteile einer Periode betragen kann. Eine solche Synchronisierung kann mittels eines von der Steueruhr ständig geschickten periodischen Zeitzeichens erzielt werden, wobei die Periode dieses Zeichens übrigens ein Vielfaches von der des einzustellenden Pendels sein kann.

Wenn der unabhängige Gang der Uhr dem idealen Gang sehr nahe kommt, können die synchronisierten Stromstöße weit auseinanderliegen. Es muß jedoch unbedingt darauf geachtet werden, daß das Pendel während der Unterbrechungen der synchronisierenden Wirkung keine Zeit hat, sich um mehr als um eine Viertelperiode zu verschieben. Die Korrektur der Verschiebung kann erzielt werden entweder durch Stromstöße, die auf das

---

[1] G. Malgorn, Génie civil Bd. 89, S. 176 u. 200.

[2] Génie civil Bd. 91, S. 56¹.



Pendel vor oder nach seinem Durchgang durch die Gleichgewichtslage einwirken, oder durch die Veränderung irgendeines anderen Faktors, der auf die Schwingungsperiode von Einfluß ist. In allen Fällen ist die Berichtigung zu unterbrechen, sobald der Synchronismus zwischen der Bewegung des Pendels und dem Zeitzeichen erreicht ist.

Die Verwendung des rhythmischen Zeichens ist auf alle diese Einstellarten anwendbar. Der Apparat, welcher nach dem Prinzip von Malgorn die rhythmischen Signale weiterleitet und zur Regelung dient, ist in Abb. 1

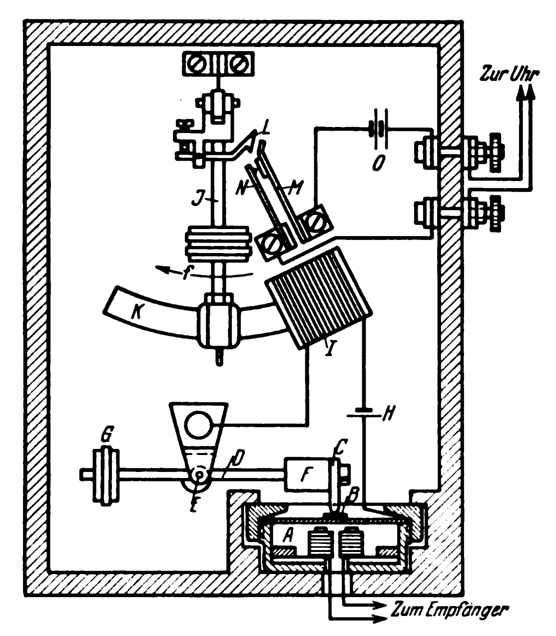


Abb. 1. Mikrophonrelais für die selbsttätige Uhreneinstellung.

dargestellt. Das Relais besteht aus einem gewöhnlichen Mikrophon *A*, dessen Membran in ihrer Mitte mit einem Kontaktstück *B* versehen ist. Auf diesem Kontakt liegt eine leitende Spitze, die am Ende des in *E* gelagerten Querstückes *D* befestigt ist; letzteres ist an seinen Enden durch die beiden Gewichte *F* und *G* beschwert. Die Stellung des Gewichtes *G* läßt sich verändern, und man kann die beiden Gewichte beinahe ins Gleichgewicht bringen, da der Druck der Spitze *C* auf das Kontaktstück *B* nur sehr gering sein darf. Der an den Rundfunkempfänger wie ein gewöhnlicher Hörer angeschlossene Fernsprechhörer stört keineswegs den Empfang mittels eines anderen Hörers oder durch Lautsprecher. Die Telephonplatte und der Querstab *D* liegen in einem elektrischen Stromkreis, in dem auch das Element *H* und die Spule *I* des Pendelrelais sich befinden. Das Pendel dieses Relais ist in der Abbildung mit *J* und der Anker mit *K* bezeichnet.

Schwingt die Fernsprechmembran nicht, so ist der elektrische Kontakt der Spitze *C* auf dem Kontaktstück *B* ständig geschlossen, und der Strom des Elementes geht durch die Spule *I*, die mit einer gleichmäßigen konstanten Kraft den Magnet *K* des Pendelrelais anzieht. Diese ständige Anziehung bewirkt nur eine geringe Veränderung der Gleichgewichtslage des Pendels. Vibriert das Telephon, so hat der Querstab *D* infolge seiner Trägheit Neigung, unbeweglich zu bleiben, die Spitze *C* berührt das auf der schwingenden Membran befestigte Kontaktstück *B* zeitweilig nicht, der elektrische Kontakt *BC* ist dann fast vollständig unterbrochen, und die mittlere Stromstärke durch die Spule *I* verringert sich auf einen Wert, der praktisch gleich Null ist. Erhält der Rundfunkempfänger das rhythmische Zeitzeichen, so beginnt die Membran während jeder Sendung zu schwingen und kommt zur Ruhe in den Pausen. Infolgedessen wird die Spule *I* von einem intermittierenden periodischen Strom durchflossen, dessen Periode gleich der Eigenperiode des Pendels *J* ist; dieses setzt sich nach und nach in Bewegung wie bei den Zeiteinstellungen mittels des Synchronisierungsverfahrens. Erreicht die Amplitude einen gegebenen Wert, so kann das Pendel die Schließung eines in den Steuerstromkreis der Zeiteinstellungsvorrichtung gelegten Unterbrechers hervorrufen.

Die Regelung kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen und ist in vielen Ausführungen bekannt. Bei dieser Regelung wäre zu erwähnen, daß die Amplitude des Pendels *K* und die gegebenen rhythmischen Signale seitens des Senders vollständig übereinstimmen müssen, da sonst die Schwingungen nicht den vorgeschriebenen Verlauf nehmen. Außerdem muß das Pendel *K* den Regelkontakt noch vor Schluß des Zeitzeichens betätigen, da es sonst vorkommen kann, daß nach Aussetzen der rhythmischen Schwingungen das Pendel nicht genügend große Amplitude besitzt, um den Kontakt zu schließen. Störungen verschiedener Art können hierzu die Ursache sein, z. B. Klemmungen, Spannungsabfall usw. Es handelt sich schon allein aus diesem Grunde um keine genaue Regelung, sondern es findet nur ein ungefähres Einstellen der zu regelnden Uhr statt. Mit diesem System werden nicht sämtliche von Malgorn selbst angegebenen Nachteile beseitigt, denn auch bei diesem System muß die Wellenlänge eingehalten werden. Auch können Störungen während der genauen Zeitübermittlung zu einem Nichtregeln der Uhr führen.

Die Vorteile, die eine selbsttätige Regelung gegenüber einer solchen durch das persönliche Abhören und Einstellen der Uhr bietet, sind so gering, daß man sich wohl in den seltensten Fällen dazu entschließen wird, die Regelung der Privatuhren selbsttätig vornehmen zu lassen, zumal sie nach dem eben Gesagten auch nicht immer einwandfrei ist. Beim Abhören des Zeitzeichens kann man dagegen sofort jede Unregelmäßigkeit des Zeichens genau erkennen.

Die Arbeiten, die bisher auf dem Gebiet der drahtlosen Uhrenregelung geleistet wurden, sind zwar sehr interessant, aber für die Praxis kaum verwendbar. Es ist nach dem heutigen Stande der Technik ausgeschlossen, in wirtschaftlicher Weise drahtlos Uhren fernzusteuern oder zu regeln, wenn es sich um große Stadtgebiete handelt. Schon allein die Tatsache, daß jede Uhr damit zu einem Empfänger von besonders großer Empfindlichkeit und Selektivität werden muß, beweist, welcher technische Aufwand erforderlich wäre. Anderseits beweisen auch die Erfahrungen beim Rundfunk, wie schwer es ist, einen ununterbrochenen Dauerbetrieb rein drahtlos aufrecht zu erhalten, wenn höchste Sicherheit und geringste Kosten gefordert werden. Soweit das drahtlose System sich für uhrentechnische Zwecke eignet, wird es verwendet, d. h. insbesondere für wissenschaftliche Zwecke. Die Ausdehnung der hier üblichen Methode auf das Bedarfsgebiet der Allgemeinheit scheitert an den hohen Kosten der erforderlichen Einrichtungen und an deren Kompliziertheit.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 255.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, erhält Ziffer 59 c, letzter Absatz (S. 32) der Prüfordnung für elektrische Meßgeräte, herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt 1926, folgenden Wortlaut:

Wenn die Spannungs- und die Stromwandler fehlen, werden 70 %, wenn die Spannungs- oder die Stromwandler fehlen, werden 90 % der obigen Sätze erhoben. Wenn die Einsendung der Wandler aus einem von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt anzuerkennenden Grunde unmöglich ist, kann auf Antrag die Prüfung zu dem Satz 59 a ausgeführt werden.

Ziffer 74 c der Prüfordnung (S. 38) erhält folgenden Wortlaut:

Für b) und c) werden die gleichen Gebühren erhoben, wie in Ziffer 59 b und c angegeben. Wenn die Einsendung der Wandler aus einem von dem Elektrischen Prüfamt anzuerkennenden Grunde unmöglich ist, kann auf Antrag die Prüfung zu dem Satz 74 a ausgeführt werden. Andernfalls gelten die Bestimmungen der Gebührenordnung Ziffer 59 c, letzter Absatz (S. 32).

Berlin-Charlottenburg, den 27. II. 1928.

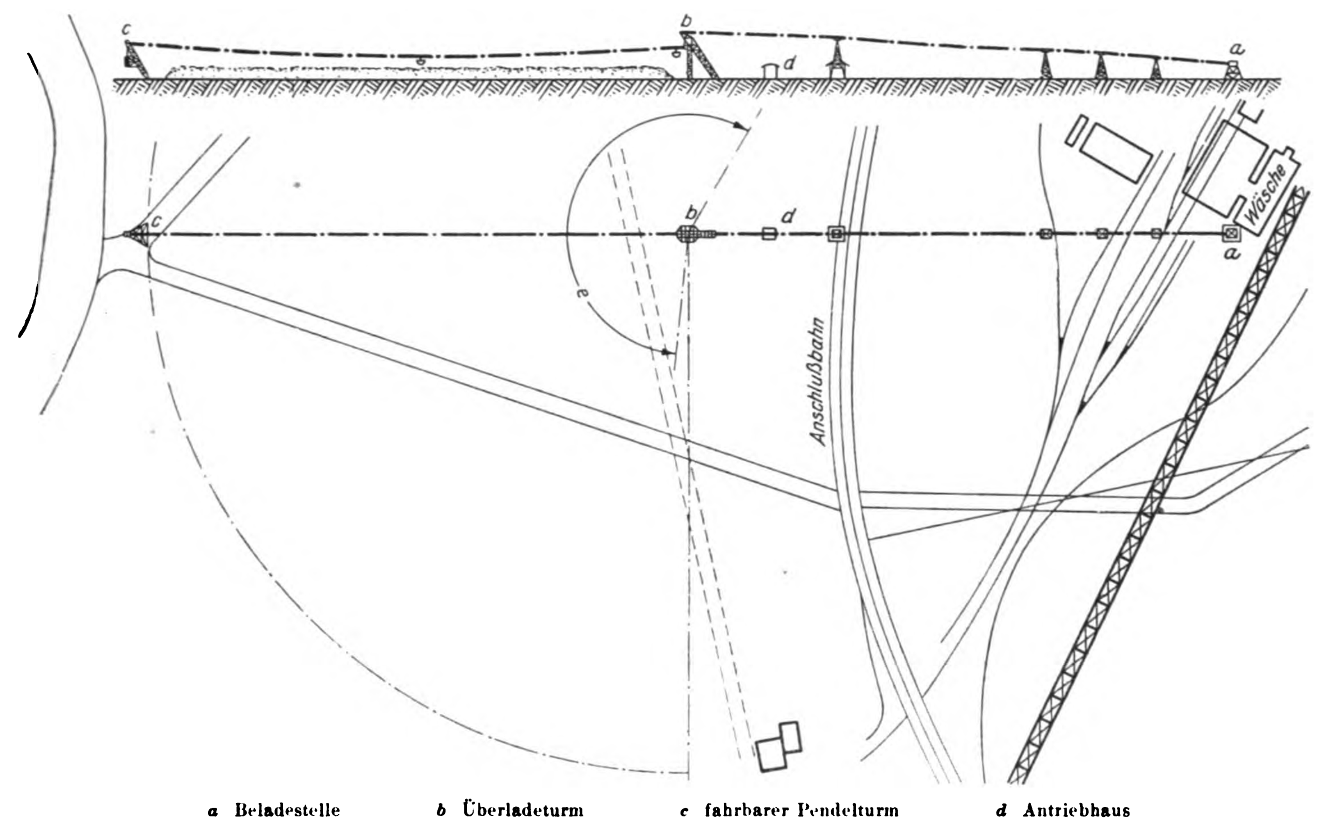
Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S 90.

RUNDSCHAU.

Hebezeuge und Förderanlagen.

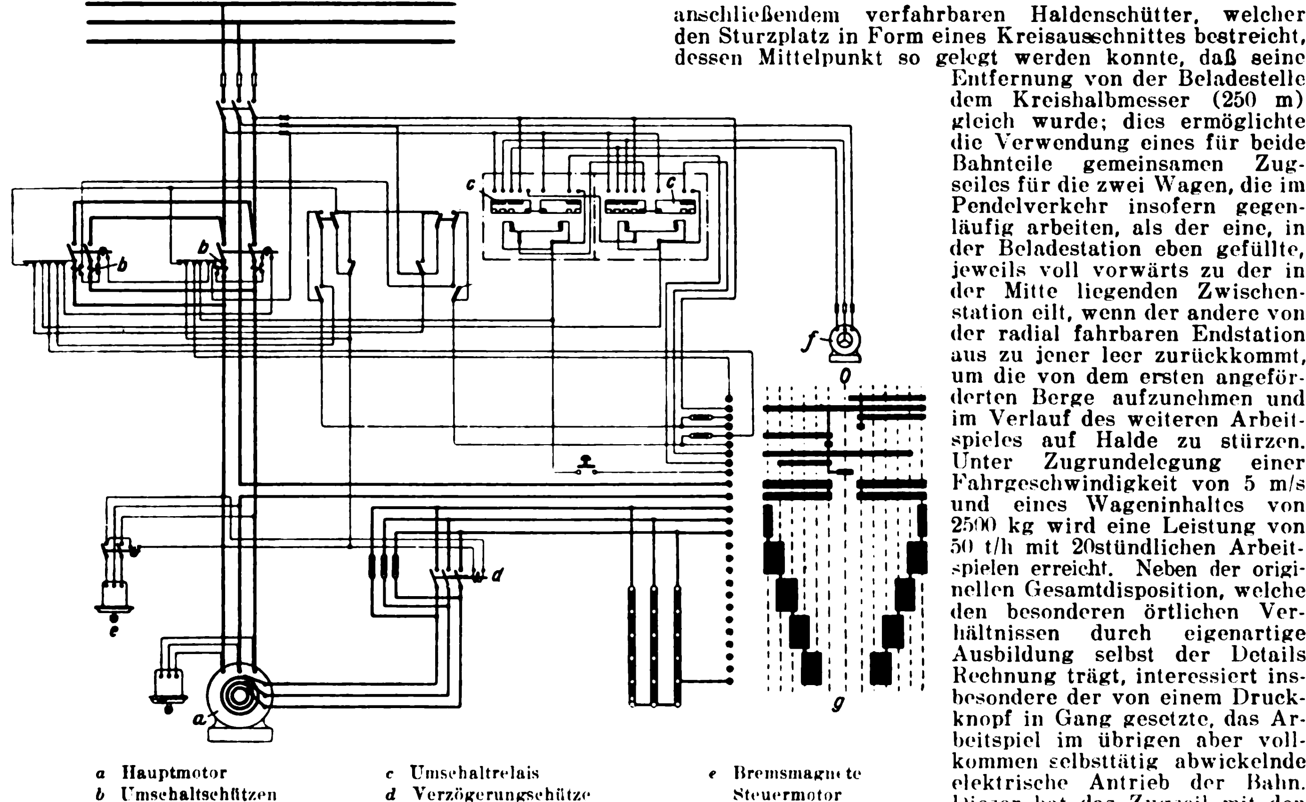
Halbselbsttätige Pendelseilbahn. — Eine von allem Gewohnheitsmäßigen abweichende Doppelpendelseilbahn wurde für Schachtanlage Mathias Stinnes III/IV (Gladbeck) seitens der Ges. f. Förderanlagen E. Heckel erbaut. Dieselbe dient zum Anschütten ausgedehnter Haldenflächen und besteht (Abb. 1) aus einer festen Zubringerbahn nebst



a Beladestelle *b* Überladeturm *c* fahrbarer Pendelturm *d* Antriebhaus
e Schwenkwinkel der radial und im Kreisbogen verfahrbaren Teile der Bahn

Abb. 1. Ansicht und Lageplan der Doppelpendelbahn auf Zeche „Mathias Stinnes III/IV".

anschließendem verfahrbaren Haldenschütter, welcher den Sturzplatz in Form eines Kreisausschnittes bestreicht, dessen Mittelpunkt so gelegt werden konnte, daß seine Entfernung von der Beladestelle dem Kreishalbmesser (250 m) gleich wurde; dies ermöglichte die Verwendung eines für beide Bahnteile gemeinsamen Zugseiles für die zwei Wagen, die im Pendelverkehr insofern gegenläufig arbeiten, als der eine, in der Beladestation eben gefüllte, jeweils voll vorwärts zu der in der Mitte liegenden Zwischenstation eilt, wenn der andere von der radial fahrbaren Endstation aus zu jener leer zurückkommt, um die von dem ersten angeförderten Berge aufzunehmen und im Verlauf des weiteren Arbeitspieles auf Halde zu stürzen. Unter Zugrundelegung einer Fahrgeschwindigkeit von 5 m/s und eines Wageninhaltes von 2500 kg wird eine Leistung von 50 t/h mit 20stündlichen Arbeitspielen erreicht. Neben der originellen Gesamtdisposition, welche den besonderen örtlichen Verhältnissen durch eigenartige Ausbildung selbst der Details Rechnung trägt, interessiert insbesondere der von einem Druckknopf in Gang gesetzte, das Arbeitspiel im übrigen aber vollkommen selbsttätig abwickelnde elektrische Antrieb der Bahn. Dieser hat das Zugseil mit den Wagen zunächst auf Normal-



a Hauptmotor *b* Umschaltschützen *c* Umschaltrelais *d* Verzögerungsschütze *e* Bremsmagnete *f* Steuermotor

Abb. 2. Schaltbild der Pendelseilbahn.



geschwindigkeit zu beschleunigen und nach beendeter Fahrt jeweils an genau festgelegter Stelle stillzusetzen. (Schaltbild Abb. 2.)

Seine Trommel wird über Vorgelege durch einen Drehstrommotor für 60 PS int. und 750 Umdr./min angetrieben. Auf einer der Vorgelegewellen sind zwei elektromagnetisch betätigte doppelte Backenbremsen angeordnet sowie eine Spindel für ein Kopierwerk, dessen Wandermutter ein verkleinertes Bild des Wagenlaufes gibt. Je nach der Fahrtrichtung betätigt die Mutter die Steuerschaltergruppe am einen oder andern Ende, und zwar jeweils zunächst den Verzögerungsschalter, den Endschalter erst etwas später, nachdem durch künstliche Belastung des Antriebsmotors mittels Verzögerungsbremse unter gleichzeitigem Einschalten eines entsprechend großen Rotorschlupfwiderstandes eine wesentliche Minderung der Umlaufzahl und der Fahrgeschwindigkeit herbeigeführt worden ist. Die durch den Verzögerungsschalter eingeleitete elektrische und mechanische Bremsung bereitet das jeweilige Stillsetzen gewissermaßen nur vor, während das endgültige „Halt" unter Vermittlung des Endschalters durch Einfallen der elektromechanischen Stoppbremse geboten wird. Diese Verbindung von elektrischer und mechanischer Bremsung zu einer Stufenwirkung gewährleistet genaues Einhalten der vorgeschriebenen Endstellungen bei stets gleichbleibenden Bremswegen. Etwaige Unterschiede im Nachlauf, die sich durch Zugseillängung oder dgl. einstellen, können mittels Umgehungsendschalter ausgeglichen werden. Die von den Bergmann-Elektricitäts-Werken gelieferten Schaltapparate bewirken selbsttätig auch den Wechsel der Dreh- und Fahrtrichtung, und zwar durch Selbstanlasser in Verbindung mit Statorumschaltschützen. Für analoge, aber noch schwieriger gelagerte Fälle wird angeregt, an Stelle teuerer Leonardschaltung zwei verschieden große Drehstrommotoren entsprechender Gesamtleistung in Verbindung mit einem Umlaufräderwerk anzuordnen derart, daß der Hauptmotor bei Beginn der Auslaufperiode abgeschaltet wird und der Hilfsmotor dann allein bis zum Stillsetzen weiterläuft, wodurch die Fahrgeschwindigkeit zunächst auf einen Bruchteil der normalen absinkt und damit in noch viel höherem Maße die beim Stoppen zu vernichtende kinetische Energie der in Bewegung befindlichen Massen. (G. W. Heinold, Z. VDI Bd. 71, S. 1751.) *Sb.*

Elektromaschinenbau.

Asynchronmaschinen mit vom Schlupf unabhängiger Wirk- und Blindleistung. — Zur Kuppelung von 2 Netzen mit veränderlichen Frequenzen eignet sich am besten ein Umformer, bei dem die eine Hälfte aus einer Asynchronmaschine besteht, deren Läufer von einer fremderregten Drehstrom-Erregermaschine Spannungen solcher Größe und Phase aufgedrückt werden, daß die Maschine ganz oder teilweise von dem Einfluß ihres Schlupfes auf ihre Wirk- und Blindleistung befreit ist. Zu diesem Zwecke müssen alle Spannungen der Schlupffrequenz, die in der Maschine auftreten, ganz oder teilweise vernichtet und an ihrer Stelle „Regelspannungen" eingeführt werden, die die Größe des Wirk- und Blindstromes der Maschine bestimmen. Es werden eine Reihe von Lösungen angegeben, die die Befreiung der Asynchronmaschine von dem Einfluß ihres Schlupfes ermöglichen. Die Maschinen und Apparate, die zur Erreichung des erstrebten Zieles erforderlich sind, ergeben sich ohne weiteres aus den Gleichungen des primären bzw. des sekundären Stromes der Maschine.

a) Für die Gleichung des Primärstromes $\mathfrak{J}_1$ gilt

$$\mathfrak{J}_1 (1+\tau_1)\, r_2 = -j\,\mathfrak{P}_1\, b\, r_2 + \mathfrak{P}_1 (1+\tau_2)\,\sigma - \mathfrak{J}_1 \{ r_1 + j\,[x_1 + (1+\tau_1)\, x_2] \}\,\sigma + \mathfrak{P}_1 (\lambda + j\mu). \quad (1)$$

Hierin bedeuten: $\mathfrak{P}_1$ die primäre Klemmenspannung, r_1 und x_1 den Ohmschen Widerstand bzw. den Streu-Blindwiderstand des Primärkreises, r_2 und x_2 den Ohmschen Widerstand bzw. den Streu-Blindwiderstand des Sekundärkreises, τ_1 und τ_2 den primären bzw. den sekundären Heylandschen Streufaktor, b den reziproken Wert des Blindwiderstandes des Hauptflusses und σ den Schlupf der Maschine. λ und μ sind Konstanten, deren Größen durch die Einstellung des Erregertransformators der Erregermaschine bestimmt sind.

Soll der Primärstrom vom Schlupf unabhängig sein, so müssen die Summanden 2 und 3 der Gl. (1) aufgehoben werden. Läßt man die Drehstrom-Erregermaschine außer dem vom Schlupf unabhängigen Summanden 4 noch zwei vom Schlupf abhängige Spannungen liefern, die gleich, aber entgegengesetzt gerichtet sind den Summanden 2 und 3, so nimmt die Gl. (1) die Form an

$$\mathfrak{J}_1 (1+\tau_1)\, r_2 = \mathfrak{P}_1 [\lambda + j(\mu - b\, r_2)]\,. \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Der Primärstrom ist dann vollkommen unabhängig vom Schlupf. Durch passende Wahl der Größe μ hat man es in der Hand, den Blindstrom der Maschine beliebig voreilend oder nacheilend einzustellen.

Ist es erwünscht, daß die Wirkleistung nicht unabhängig vom Schlupf sein soll, so muß die Regelanordnung so getroffen werden, daß die Drehstrom-Erregermaschine den Schleifringen der Asynchronmaschine außer dem Summanden 4 noch den Summanden 3 und nur einen Teil ($\ddot{u}$) des Summanden 2, beide mit entgegengesetzten Vorzeichen, zuführt. Es wird dann

$$\mathfrak{J}_1 (1+\tau_1)\, r_2 = \mathfrak{P}_1 [\lambda + j(\mu - b\, r_2)] + \mathfrak{P}_1 [(1+\tau_2) - \ddot{u}]\,\sigma\,. \quad (3)$$

Je kleiner $\ddot{u}$ ist, desto mehr ändert sich die Leistung mit dem Schlupf. $\ddot{u} = 0$ entspricht der starren Koppelung beider Netze. Zur Erzeugung der Summanden 2 und 3 muß die Erregung der Erregermaschine abhängig gemacht werden von der primären Klemmenspannung gemäß $\mathfrak{P}_1 (1+\tau_2)\,\sigma$ und vom primären Strom entsprechend $\mathfrak{J}_1 \{ r_1 + j\,[x_1 + (1+\tau_1)\, x_2] \}\,\sigma$. Die Abhängigkeit von der primären Spannung läßt sich am einfachsten durch eine mit dem Umformer gekuppelte Asynchronmaschine, die Abhängigkeit vom primären Strom durch einen Strom-Spannungstransformator im Primärkreis der Asynchronmaschine erreichen.

b) Für den Primärstrom gilt auch

$$\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{J}_{\mu_0} + \frac{1}{1+\tau_1}\,\mathfrak{P}_1\, \frac{\sigma + (1+\tau_1)(\lambda + j\mu)}{(1+\tau_1)\, r_2 + \{ r_1 + j\,[x_1 + (1+\tau_1)\, x_2] \}\,\sigma}$$

$$= \mathfrak{J}_{\mu_0} - \frac{1}{1+\tau_1}\,\mathfrak{J}_2\,, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

wo $\mathfrak{J}_{\mu_0}$ der Magnetisierungstrom der Maschine bei Leerlauf ist. Dieser hat eine konstante Größe und steht senkrecht auf der Primärspannung, ist also ein reiner Blindstrom. Zur Lösung der Aufgabe ist es also ausreichend, wenn $-\frac{1}{1+\tau_1}\,\mathfrak{J}_2$ den Bedingungen genügt, die früher in bezug auf den Primärstrom $\mathfrak{J}_1$ gestellt worden sind. Der Gl. (4) entnimmt man

$$\mathfrak{J}_2\, r_2 = -\mathfrak{P}_1 (\lambda + j\mu) - \mathfrak{P}_1 \frac{1}{1+\tau_1}\,\sigma - \mathfrak{J}_2 \frac{1}{1+\tau_1} \{ r_1 + j\,[x_1 + (1+\tau_1)\, x_2] \}\,\sigma\,. \quad (4a)$$

Soll nun $\mathfrak{J}_2$ hinsichtlich Größe und Phase vom Schlupf unabhängig sein, so müssen die Summanden 2 und 3 der Gl. (4 a) mit entgegengesetzten Vorzeichen über die Drehstrom-Erregermaschine den Schleifringen der Hauptmaschine zugeführt werden. Der Summand 2 kann wie unter a) durch eine Asynchronmaschine erzeugt werden, der Summand 3 durch einen Strom-Spannungstransformator im Sekundärkreis der Maschine. Im Vergleich zu a) liegen also hier die Hilfsapparate zum Teil auch im Sekundärkreis der Hauptmaschine. (M. Liwschitz, Arch. El. Bd. 19, H. 3, S. 335.)

Über hinreichende Dimensionierungsgleichungen elektrischer Maschinen. — Für die Vorausberechnung elektrischer Maschinen ist es wertvoll, Beziehungen zwischen den Hauptabmessungen und den an die Maschine gestellten Bedingungen zu besitzen. Beschränkt man sich auf umlaufende Maschinen, so sind Läufer- bzw. Bohrungsdurchmesser und Läufer bzw. Bohrungslänge die Hauptabmessungen. Da bekanntlich die Erwärmungsvorgänge bei der Ausnutzung einer Maschine meistens die Hauptrolle spielen, ist man gezwungen, die Dimensionierung mit hinreichenden Gleichungen vorzunehmen. Unter hinreichenden Dimensionierungsgleichungen werden Gleichungen verstanden, die mit Hilfe von Vergleichsgrößen, für deren Benutzung absolut keine zwingende Notwendigkeit vorliegt, die gesuchten Abmessungen vermitteln. Im Jahre 1891 gab Esson die Dimensionierungsgleichung $N = C D^2 l n$ an, worin N die Leistung und n die Drehzahl bedeuten. 1916 wies Zavada darauf hin, daß man auch die Gleichung $N = K D^3 l n$ für die Vorausberechnung elektrischer Maschinen benutzen kann. Unter den unendlich vielen Vergleichsgrößen werden daher drei näher betrachtet, die eine mechanische Deutung zulassen und eine einfache Gleichung zwischen den Hauptabmessungen und dem Leistungsquotienten $A = N/n$ ergeben. Das sind 1. die Schubbelastung, 2. der Drehschub und 3. die radiale mittlere Volumenschub-

kraft. Die sich aus diesen Vergleichsgrößen ergebenden Dimensionierungsgleichungen schreiben sich

$$N = \pi \, p_{t\,\max} \, D \, l_i \, \frac{n}{60} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

$$N = \pi^2 \sigma \, D^2 \, l_i \, \frac{n}{60} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

$$N = \pi^3 \, \frac{\gamma}{4} \, D^3 \, l_i \, \frac{n}{60} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

Der Zusammenhang der gewählten drei Vergleichsgrößen mit den elektromagnetischen Beanspruchungen wird gegeben, um zu versuchen, die numerischen Werte der Vergleichsgrößen theoretisch zu ermitteln. Während es leicht ist, unter Einbeziehung der Nutzzahnschicht Beziehungen zwischen den elektromagnetischen Größen und den maximalen elektrischen und magnetischen Beanspruchungen, nämlich der Stromdichte und der maximalen Zahninduktion, zu finden, ergeben sich Schwierigkeiten, wenn man diese beiden letztgenannten Werte zahlenmäßig festlegen will, da sie ja hauptsächlich durch die zulässige Erwärmung begrenzt sind, wenngleich auch andere Faktoren, wie z. B. die Erregung und die Wirbelstrombildung durch das Nutenlängsfeld mitsprechen. Nimmt man einfache Beziehungen zwischen der Stromdichte bzw. der maximalen Zahninduktion und der zulässigen Erwärmung an, z. B. daß die bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit zulässigen Verluste für die Flächeneinheit der Mantelfläche konstant sind, so lassen sich Stromdichte und Zahninduktion zahlenmäßig festlegen und daraus die möglichen Werte der Schubbelastung bzw. des Drehschubes und der mittleren Volumenschubkraft ermitteln. Wären die Beziehungen zwischen zulässiger Übertemperatur und den maximalen elektromagnetischen Beanspruchungen genau bekannt oder rechnerisch verfolgbar, so würden damit die hinreichenden Dimensionierungsgleichungen zu notwendigen Dimensionierungsgleichungen. (H. W e i s s e n s e e, Arch. El. Bd. 19, H. 3, S. 356.)

Beleuchtung.

Fortschritte im Bau von Leuchtröhren und ultravioletten Lichtquellen[1]. — Die bei elektrischen Leuchtröhren mit Stickstoff- oder Kohlensäurefüllung notwendigen Ventile für die Gasnachlieferung, welche eine Komplikation dieser Röhren bildeten, können vermieden werden, wenn die Elektroden so ausgebildet werden, daß sie während des Betriebes das notwendige Gas selbst nachliefern. Bei den Röhren mit Stickstoffüllung ist dies durch Anbringung einer kleinen Menge von Natriumazid an den Eisenblechelektroden erreicht. Bei den Leuchtröhren mit Kohlensäurefüllung wurde die selbsttätige Gasnachlieferung durch eine Füllung der Aluminiumblechelektrode mit Magnesiumkarbonat erreicht. Durch Beimengung einer geringen Menge von Helium zur Kohlensäure lassen sich ferner die Wirtschaftlichkeit verbessern und auch Röhren mit dieser guten Wirtschaftlichkeit für kleine Rohrdurchmesser herstellen. Die Leuchtfarbe wird durch die Heliumzufügung nicht verändert — Durch Verwendung stark ultraviolettdurchlässiger Gläser ist eine elektrische Glühlampe mit starker Ultraviolettstrahlung entwickelt worden. Von den therapeutisch wirksamen Strahlen werden von dem Glas mehr als 50 % hindurchgelassen. Die Lampe stellt eine billige und handliche Ultraviolett-Lichtquelle dar, wenn ihre wirksame Strahlung natürlich auch geringer als die der Quarz-Quecksilberlampe ist. (F. S k a u p y, Z. Techn. Phys. Bd. 8, S. 558.) *Schb.*

Ein Ringphotometer. — Ein von P o k r o w s k i, Moskau, beschriebenes Ringphotometer besteht in seiner einfachsten Form aus einem diffus reflektierenden Kegelmantelring. Die zu untersuchende Lichtquelle befindet sich im Zentrum der Mittelebene des Ringes. In der Kegelachse ist in passender Entfernung vom Ringe eine photographische Kamera aufgestellt. Die direkte Bestrahlung des Kameraobjektives durch die Lichtquelle wird abgeschirmt. Auf der photographischen Platte erscheint ein Kreisring mit verschiedenen Schwärzungsstufen, entsprechend der Lichtverteilung der Lichtquelle. Neben dem Ringe können Flächen mit verschiedener Reflexion aufgestellt werden, die durch eine bekannte Hilfslichtquelle beleuchtet werden. Werden diese Flächen mitphotographiert, so erhält man auf der Platte Helligkeitsmarken, die das Ausphotometrieren der Schwärzung des Ringbildes und damit die Ermittlung der Lichtverteilungskurve gestatten sollen. Die photographische Registriermethode wird besonders für Bogenlampen und andere inkonstante Lichtquellen empfohlen. Um einen zeitlichen Mittelwert der Lichtverteilung zu erhalten, wird Verlängerung der Expositionsdauer und entsprechende Lichtschwächung durch Diaphragmen oder Rauchgläser vorgeschlagen.

Bei einem Ringe mit vollkommen diffus reflektierender Oberfläche wird jedes Flächenelement nicht nur direkt von der Lichtquelle beleuchtet, sondern auch indirekt durch das von den anderen Flächenelementen zurückgeworfene Licht. Dieser Fall wird rechnerisch untersucht.

Außer Photometerringen mit diffus reflektierender Oberfläche werden auch solche mit spiegelnder Reflexion vorgeschlagen, wenn „die Oberflächenhelligkeit einer Lichtquelle, z. B. einer leuchtenden bzw. beleuchteten Fläche, in Abhängigkeit von der Beobachtungsrichtung" gemessen werden soll. Der angeführte Satz des Verfassers zeigt, daß er sich über die Aufgaben und die Leistungen seiner Anordnung nicht im klaren ist; denn da auch mit der Anwendung von spiegelnden Reflektoren nicht zugleich die lichtstrahlende Fläche selbst bestimmt werden kann, so wird nicht die Leuchtdichte, die er mit „Oberflächenhelligkeit" bezeichnet, sondern ebenso wie mit dem diffus reflektierenden Ringe nur die Lichtstärke gemessen.

Bezüglich der Anordnung selbst ist zu bemerken, daß sie nicht neu ist. Die einfache Anordnung des Verfassers entspricht dem Lumenmeter von B l o n d e l[1], Modell 3. Der Ring mit spiegelnder Fläche entspricht dem ursprünglich angegebenen Lumenmeter von Blondel; und wenn der spiegelnde Ring in einzelne ebene, spiegelnde Flächen aufgelöst wird, so entspricht er dem Integralphotometer von M a t t h i e w s[2]. Auch der Gedanke, die photographische Schwärzung für die praktische Photometrie nutzbar zu machen, ist nicht neu. Eine sehr gut durchdachte Einrichtung zur photographischen Aufnahme von Lichtverteilungskurven ist von H. E. I v e s und M. L u c k i e s h angegeben worden[3]. (G. I. P o k r o w s k i, Z. Instrumentenk. Bd. 47, S. 519.) *lx.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrischer Zugbetrieb in Schlesien. — Nachdem am 28. I. d. J. auf der Reststrecke Breslau—Königszelt der schlesischen Gebirgsbahn der elektrische Betrieb eröffnet werden war[4], wurde nun auch am 3. IV. d. J. die Anschlußstrecke Lauban—Kohlfurt dem elektrischen Betriebe übergeben.

Während die Elektrisierung der Strecke Breslau—Königszelt besonders des Personenzugdienstes wegen vorgenommen wurde, um den Lokomotivwechsel in Königszelt zu ersparen, ist für die Einbeziehung der Strecke Lauban—Kohlfurt in das elektrisch betriebene Bahnnetz die Rücksicht auf den Güterzugbetrieb maßgebend gewesen. Ein großer Teil der in dem niederschlesischen Kohlenrevier aufkommenden Güterzüge geht über Kohlfurt, so daß bisher in Lauban Lokomotivwechsel vorgenommen werden mußte, was um so störender war, als die Strecke Lauban—Kohlfurt nur 22 km lang ist und in Kohlfurt ohnehin ein weiterer Lokomotivwechsel nötig wurde. Die Elektrisierung dieser Strecke konnte mit geringen Mitteln durchgeführt werden, da weder eine Erweiterung der Kraftwerks- und Unterwerksanlagen noch eine Vermehrung der Lokomotiven nötig war, und nur die Fahrleitung hergestellt werden mußte. Die Strecke wird von dem Unterwerk Lauban aus durch einen besonderen Speiseschalter gespeist.

Der Personenverkehr auf der Strecke ist ziemlich dicht. Es verkehren neun Personenzugpaare, die fast sämtlich als Triebwagenzüge gefahren werden. Auch der Güterverkehr ist ziemlich dicht. Die Abkürzung der Fahrzeiten um 30 %, die durch den elektrischen Betrieb ermöglicht wurde, hat die Leistungsfähigkeit dieser eingleisigen Hauptbahn wesentlich erhöht.

Die gesamte Länge der elektrisch betriebenen Reichsbahnlinien in Schlesien beträgt jetzt 333 km. *sb.*

Neue Elektrisierung in Indien. — Im vergangenen Januar wurde der elektrische Betrieb auf den Vorortlinien der Bombay-Baroda und Central India Railway Co. eröffnet. Die elektrisierte Strecke umfaßt rd. 92 Gleiskilometer und wird mit 1500 V Gleichstrom betrieben. Der

[1] Vgl. ETZ 192?, S. 1659.

[1] E. L i e b e n t h a l, Praktische Photometrie S. 300, Braunschweig 1907.
[2] Z. Beleuchtungsw. Bd. 9, S. 91 u. 325.
[3] Z. Beleuchtungsw. Bd. 18, S. 373.
[4] ETZ 1928, S. 255.



Strom wird von einem Wasserkraftwerk als Drehstrom von 100 kV, 50 Hz erzeugt, in einem Hauptumformerwerk in der Nähe von Bombay auf 22 kV transformiert und den Bahnunterwerken zugeführt. Die Fahrleitung wird von schweren, teilweise 4 ÷ 6 Gleise überspannenden Jochkonstruktionen mittels Hängisolatoren getragen. Interessant ist, daß eine Schwierigkeit, die in Europa den Fahrleitungstechnikern großes Kopfzerbrechen bereitete und bereitet — nämlich das häufige Auftreten von Kurzschlüssen durch große Vögel — sich auch auf dieser indischen Bahn unangenehm bemerkbar machte. Als Gegenmaßregel hat man dort spannungführende Teile in der Nähe der Aufhängung durch Planken aus imprägniertem Teakholz abgedeckt, welche von Porzellantrögen getragen werden. (The Electrician Bd. 100, S. 157.) *H.*

Die Elektrisierung der Brennerbahn. — Zu der auf S. 477 gebrachten Notiz über die Elektrisierung der Brennerbahn teilen wir heute weiter mit, daß einstweilen nur die Strecke Bozen—Brenner elektrisiert wird. Für die Strecke Bozen—Verona dürften wohl Projekte ausgearbeitet sein, es ist jedoch keine Äußerung irgendeiner maßgebenden Stelle darüber bekannt, daß diese Strecke im Anschluß an Fertigstellung der Arbeiten von Brenner nach Bozen elektrisiert werden soll. Versuchsfahrten mit elektrischen Lokomotiven sind auf der Strecke Bozen—Brenner noch nicht möglich, weil weder die Übertragungs-, noch die Fahrleitung, noch die Transformatorenstationen betriebsfähig sind. Es ist nicht damit zu rechnen, daß dieser Zustand vor dem dritten Viertel d. J. eintritt. Weiterhin ist der Bau der großen Zugförderungsanlage in Bozen, der mit einer Bahnhofsvergrößerung verbunden ist, erst letzte Woche vergeben worden und keinesfalls vor Beginn des nächsten Jahres betriebsfähig. Ebenso sind die Bauarbeiten im Eisackkraftwerk in Kardaun, das den überwiegenden Teil der Energie für den Bahnbetrieb zu liefern hat, noch nicht soweit vorgeschritten, daß vor Jahreswende die Stromlieferung beginnen kann. Es ist wohl vorgesehen, daß das Pfitscherwerk (linksseitig von Sterzing) auch an die Bahn Strom liefert, doch ist die Leistung dieses Werkes im Winter zu unbedeutend. In Franzensfeste dürften wohl nur Schublokomotiven, ebenso wie beim jetzigen Dampfbetrieb, stationiert werden. Die Verstärkung des Oberbaues auf der Strecke Bozen—Brenner kann als beendigt bezeichnet werden. *Fr.*

Eröffnung eines weiteren Teilstückes der Schnellbahn Gesundbrunnen—Neukölln in Berlin. — In ETZ 1928, S. 531, ist an Hand mehrerer Abbildungen über die e r s t e und z w e i t e Teilstrecke der Gesundbrunnen—Neuköllner Schnellbahn (G-N-Bahn) berichtet und auch bereits auf die damals kurz vor der Eröffnung stehende d r i t t e Teilstrecke hingewiesen worden. Am 6. IV. ist nun diese Teilstrecke, bestehend aus den Abschnitten Kottbusser Tor—Moritzplatz (862 m) und Moritzplatz—Neanderstraße (801 m), dem Verkehr übergeben worden (vgl. Abb. 2 S. 532). Das im Betriebe stehende, südlich der Spree gelegene Teilstück der G-N-Bahn — gemessen zwischen den Mitten der Bahnhöfe Neanderstraße und Boddinstraße — hat somit eine Länge von 3,875 km erreicht; danach befindet sich zur Zeit etwa der dritte Teil der auf rd. 12 km bemessenen G-N-Bahn im Betriebe. Hiermit ist ein gewisser Abschluß erreicht; denn es wird geraume Zeit bis zur Fertigstellung der nördlich anschließenden Strecken dauern, da hier besonders schwierige Bauarbeiten durchzuführen sind, wie z. B. die Unterfahrung der Spree im Zuge der Jannowitzbrücke, die umfangreichen Bauten am Alexanderplatz — woselbst sich drei unterirdische Schnellbahnen berühren würden — und der schwierige Bau des Umsteigebahnhofes Gesundbrunnen. Man will jedoch die Arbeiten so beschleunigen, daß mit der Eröffnung der rd. 5 km langen Strecke Neanderstraße—Gesundbrunnen etwa Mitte 1929 zu rechnen ist. Wir werden nicht verfehlen, bei Eröffnung dieses wichtigen Teilstückes in einer erschöpfenden Abhandlung auf die Bahnanlagen nochmals näher einzugehen. Hierbei ist dann auch näheres über die kürzlich eröffnete Teilstrecke Kottbusser Tor—Moritzplatz—Neanderstraße zu berichten.

Hervorgehoben sei einstweilen, daß der Bahnhof M o r i t z p l a t z in großzügiger Weise ausgebaut worden ist und schon jetzt als unterirdischer K r e u z u n g s b a h n h o f angelegt wurde, wobei die G-N-Bahn die obere Lage erhalten hat. Für die geplante, unterhalb der Oranienstraße verlaufende, den Moritzplatz kreuzende Schnellbahn ist ein Tieftunnelstück von 40 m Länge bereits mit ausgeführt. Die Fundamentsohle dieses Tieftunnels liegt 14,3 m unter dem Straßendamm und etwa 11 m im Grundwasser. Weiter bemerkenswert ist die in etwa einjähriger Arbeit geschaffene rd. 85 m lange Unterfahrung eines aus sechs Mietshäusern bestehenden Baublocks an der Ecke Ritter- und Prinzenstraße. Die hierbei nötigen Fundamente der Tragmauern reichen fast 9 m ins Grundwasser; ihre Unterkante befindet sich bis 12,20 m unter der Straße. Die Zugänge zum Bahnhof Neanderstraße wurden der Bauersparnis halber in ein Haus verlegt, das zu diesem Zwecke eigens angekauft werden mußte. *W. Mk.*

Schaltung für Bahnmotoren. — M. Della R i c c i a beschreibt die Vorteile einer neuen Schaltanordnung für die Regelung von Antriebsmotoren, insbesondere solcher für Bahnen, gegenüber der üblichen Widerstandsschaltung. Auf die hierbei gleichfalls gründlich erörterten Vorteile, die jeder Nutzbremsschaltung eigen sind, soll hier nicht eingegangen werden, sondern lediglich auf die Besonderheiten der neuen Schaltung.

Das Eigenartige dieser Schaltung, die er System ADR nennt, besteht in der Kombination zweier Triebmotoren oder Triebmotorengruppen mit einem drei- oder vierteiligen Umformersatz, welcher die Betriebspannung unterteilt. Diese Kombination hat gegenüber den bekannten Anordnungen mit Umformern den Vorteil, daß sich zwei Dauerstufen erreichen lassen, d. h. zwei Stufen, bei welchen der Umformer leer läuft und die Triebmotoren in üblicher Weise einmal in Reihenschaltung, das andere Mal in Parallelschaltung ohne Zwischenglied arbeiten.

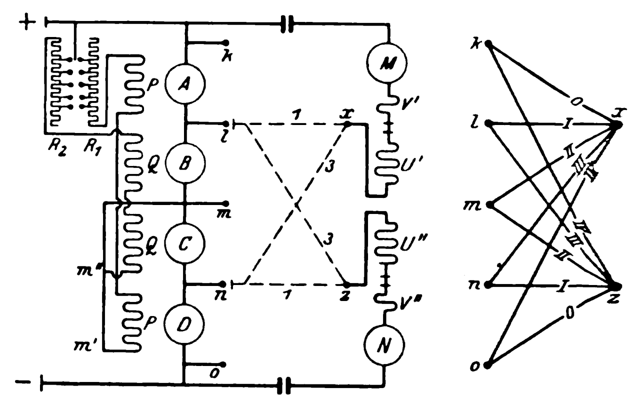


Abb. 3. Schaltanordnung bei Fahrt.

Der Umformer oder Spannungsteiler mit den Ankern A, B, C, D hat fünf Anschlußpunkte k, l, m, n, o, von denen k beispielsweise an der Plusleitung, o an der Minusleitung liegt (Abb. 3). Von den beiden Triebmotoren M und N liegt der eine mit dem Pluspol ständig an der Plusleitung, der andere mit seinem Minuspol ständig an der Minusleitung (Erde), während die freien Pole x und z die 5 Anschlußpunkte des Spannungsteilers derart durchlaufen, daß x bei k beginnt und z bei o. Um Bremsung zu erreichen, werden die Erregungen der Triebmotoren M und N an eine unabhängige Erregermaschine gelegt, welche von dem Spannungsteiler angetrieben werden kann.

A. F a h r s t e l l u n g e n.

Stufe 0. Verbindung x—k und z—o. Die Motoren sind kurzgeschlossen. Bremswirkung nur bei Rückwärtsfahrt.

Stufe I. Verbindung x—l und z—n. Die Umformerteile A und D, an denen die Motoren liegen, sind zunächst ganz schwach erregt, die Teile B und C voll. Durch allmähliche Erregung von A und D bei gleichzeitiger Aberregung von B und C wird die Klemmenspannung eines jeden Triebmotors bis $\frac{E}{2}$ gesteigert.

Stufe II. Verbindung x—m und z—m. Reihenschaltung der Motoren. Umformer läuft leer.

Stufe III. Verbindung x—n und z—l. Die Motoranschlüsse sind von jetzt an gekreuzt. Durch Erregung der Teile B und C bei gleichzeitiger Aberregung von A und D steigt die Klemmenspannung jedes der Triebmotoren auf E, d. i. die volle Netzspannung.

Stufe IV. Verbindung x—o und z—k. Parallelschaltung der Triebmotoren. Der Umformer läuft leer.

B. Bremsstellungen.

Beim Bremsen werden nach Umschaltung der Motorerregung auf die Erregermaschine die gleichen Verbindungen wie bei Fahrt, jedoch im entgegengesetzten Sinne durchlaufen (Abb. 4). Bei allen Bremsstellungen mit Ausnahme der letzten wird Energie zurückgewonnen. Die letzte Stellung ist eine reine Kurzschlußstellung.

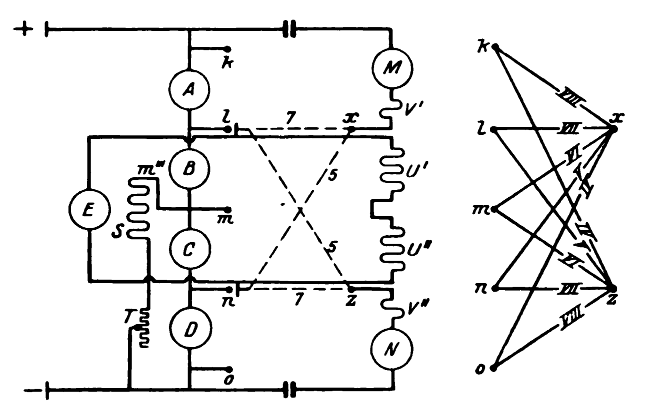


Abb. 4. Schaltanordnung beim Bremsen.

Um die Größe des Umformers bestimmen zu können, muß beachtet werden, daß abgesehen von dem motorisch wirkenden Strombetrag, der die Reibungsverluste des Umformers und den Antrieb der Erregermaschine deckt, der Strom in jedem Umformerviertel die Werte von $1/6$ *J* bis $5/6$ *J* durchläuft, während die Spannung jedes Teiles zwischen $1/12$ *E* und $5/12$ *E* schwankt. Mit *J* sei der Strom in einem Triebmotor und mit *E* die Netzspannung bezeichnet. Der quadratische Strommittelwert ist 3,31/6 *J*. Da aber der Umformer nur während der Beschleunigungs- und Bremsperioden belastet läuft, kann er je nach den Betriebsverhältnissen noch kleiner bemessen werden, als sich aus den obigen Werten und dem Energieverbrauch der Erregermaschine während der Bremsperioden errechnet. Es kommt hierzu, daß die Wicklungen der Umformerteile *A* und *D* bzw. *B* und *C* in je einem Anker zusammengefaßt werden dürfen und daß ferner der Umformer gleichzeitig als Antrieb für die erforderliche Erregermaschine dienen kann, so daß der 4teilige Spannungsteiler zusammen mit dem Erregerumformer aus nur drei Ankern auf einer gemeinsamen Welle besteht.

Die Energieersparnisse bei der Anordnung ADR ergeben sich wie bei den meisten Anordnungen mit Umformern aus dem besseren Wirkungsgrad beim Anfahren infolge der Vermeidung der großen Verluste in den Fahrwiderständen und aus dem eigentlichen Stromrückgewinn beim Bremsen. Diese Energieersparnisse gibt Della Riccia auf Grund eingehender in den Jahren 1924 und 1926 auf der Hamburger Hochbahn gemachten Versuche mit 33 % im Mittel gegenüber der üblichen Widerstandschaltung an. Die Versuche wurden sowohl mit Handsteuerung als auch mit selbsttätiger Stromwächterschaltung gemacht. Nach Angabe von M. Della Riccia lassen sich noch günstigere Werte erzielen.

Die Schaltanordnung stellt nach Ansicht des Unterzeichneten eine sehr brauchbare Lösung der Nutzbremsung überall dort vor, wo ein besonderer Umformer sich bezahlt macht und technisch möglich ist. Bei Straßenbahnen und ähnlichen Betrieben dürften Preis- und Raumbedarf ein ernstes Hindernis für die Einführung bedeuten, abgesehen von den größeren Unterhaltungs- und Wartungskosten, die sich bei der großen Zahl von Kommutatoren ergeben. (M. Della Riccia, Bull. Soc. Franç. des El. Bd. 7, 4. Serie, S. 1089.) H. Osborne.

Bergbau und Hütte.

Zur Metallurgie des Hochfrequenz-Induktionsofens. — Nachdem E. F. Northrup anläßlich der Hauptversammlung der American Electrochemical Society 1927 in Philadelphia in Aussicht gestellt hatte, daß in naher Zukunft voraussichtlich Hochfrequenz-Stahlöfen von 2 t oder mehr Fassung in Betrieb kommen würden, die ihren Einsatz mit äußerster Geschwindigkeit niederschmelzen und ihm durch Vermeidung jeder Verunreinigung sowie durch die selbsttätige und vollkommene Durchmischung hochwertige Eigenschaften verleihen sollen, sind jetzt bei der Firma Campbell & Gifford in der Nähe von Birmingham an einer 100 kW-Versuchsanlage eines 150 kg-Kippofens Versuche ausgeführt, in denen vorwiegend Weicheisen, nichtrostende Chromstähle, Werkzeug- und Schnelldrehstahl hergestellt wurden, deren Güte als hervorragend bezeichnet werden kann.

Die neuen Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung erstrebten vor allem eine Klärung der metallurgischen Verhältnisse des sauer zugestellten Hochfrequenz-Induktionsofens, wozu ein 50 kg-Kippofen benutzt wurde. Der Herd wurde aus Pfälzer Klebsand gestampft, dessen Haltbarkeit und Unempfindlichkeit gegen Temperaturwechsel hervorragend gut war. Es wurden eine Reihe von legierten und unlegierten Stählen erschmolzen, die bei der Weiterbearbeitung ein gutes Verhalten zeigten.

Dank dem Entgegenkommen von Direktor M. Tama der Firma Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A. G., Eberswalde bei Berlin, wurde dem Institut die Durchführung einer Reihe von Schmelzungen in einem 100 kW-Ofen ermöglicht, über die in Zahlentafel 1 verschiedene Angaben gemacht sind. Bei dem benutzten Ofen wurde der Herd zur Erzeugung basischer Schmelzen aus einer Teer-Magnesit-Mischung freistehend in den Ofen eingestampft und durch eine Schicht aus geschmolzener Magnesia thermisch gegen die Ofenspule isoliert; für die sauren Schmelzungen wurden einige Tongraphittiegel und Tontiegel benutzt. Die legierten Stähle wurden aus Schrott umgeschmolzen, der Abbrand an Wolfram, Chrom und Vanadin hielt sich dabei in sehr niedrigen Grenzen.

Zahlentafel 1.

Schmelze Nr.	Analyse C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	W %	V %	Zustellung	Prüfung
	1. Kohlenstoffstähle.									Härtebereich — Vielhärtung
H 1	1,32	0,10	0,55	0,020	0,008				Teer-Magnesit, neu zugestellt	760—860° — 28 ×
H 2	0,91	0,20	0,34	0,018	0,027				Ton-Graphit-Tiegel, neu	760—860° — 16 ×
H 3	1,17	0,28	0,40	0,015	0,018				Ton-Graphit-Tiegel, gebraucht	760—860° — 27 ×
	2. Transformatorenstahl.									Verlustziffer — DIN 6400
H 4	0,05	4,03	0,14						Tontiegel, neu	V 10 1,6 Watt/kg 1,3 Watt/kg V 15 3,59 ,, 3,25 ,, Induktion 𝔅 25 15 000 Gauß 14 300 Gauß 𝔅 50 16 150 ,, 15 500 ,, 𝔅 100 17 350 ,, 16 500 ,, 𝔅 300 19 450 ,, 18 500 ,, Biegezahl: 19 2
	(zu Blech von 0,35 mm gewalzt)									
	3. Schnelldrehstahl.									
H 5	0,77	0,10	0,20			4,9	18,82	1,00	Tontiegel, gebraucht	Schneidversuch: gut
	4. Magnetstahl.									$\mathfrak{B}_r$ = 10 000/10 500 Gauß
H 6	0,73	0,10	0,30				6,19		Ton-Graphit-Tiegel, neu	$\mathfrak{H}_c$ = 62/65 Gauß $(\mathfrak{B} \cdot \mathfrak{H})_{max} = 300/330 \times 10^3$

Die betriebsmäßige Prüfung der Stähle lieferte für drei untersuchte Schmelzen Vielhärtungswerte, welche diejenigen für saure Siemens-Martin-Stähle überschreiten; die Härtegrenzen lagen zwischen 760 und 860°. Der Transformatorstahl wurde zu Blech von 0,35 mm ausgewalzt. Infolge des niedrigen Kohlenstoff- und Mangangehaltes wurden die vorgeschriebenen Induktionswerte leicht eingehalten, die Verlustziffer lag jedoch höher.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bezüglich des elektrischen Wirkungsgrades bei der 30 kW-Schmelzanlage des Instituts auf saurer Zustellung ein Bestwert von 1265 kWh/t für das Einschmelzen von kaltem Flußstahlschrott erreicht wird. Bei einer 100 kW-



Einheit werden unter ungünstigen behelfsmäßigen Bedingungen für das Einschmelzen von weichem Einsatz bei kaltem Ofen 880 kWh/t benötigt. (Fr. W e v e r u. G. H i n d r i c h s, St. u. E. Bd. 48, S. 11.) *H. I.*

Belastbarkeit, Bauart und Bemessung der Transformatoren für Lichtbogen-Elektrostahlöfen. — Ausgehend von einer Arbeit von F. S o m m e r[1], die erstmalig Zahlenangaben über die Belastung der Transformatoren für Lichtbogen-Elektrostahlöfen während der Einschmelzperiode auf Grund der Großzahlforschung brachte, hat der Unterausschuß für Elektrostahlöfen folgende Gesichtspunkte für die Transformatorbemessung ausgearbeitet:

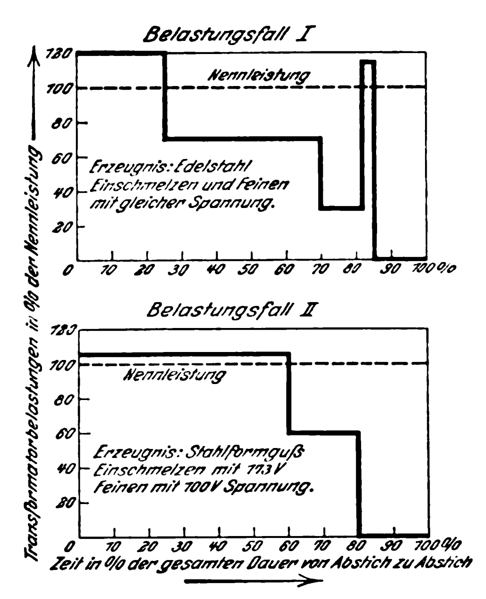


Abb. 5. Belastungsarten von Elektroofen-Transformatoren.

1. Mit Rücksicht auf den regelmäßigen Wechsel der Transformatorbelastung zwischen Höchstlast beim Einschmelzen, Teillast beim Fertigmachen und Abschaltung während des Einsetzens neuer Schmelzungen ist die Nennleistung des Ofentransformators um 5 bis 20 % niedriger als die Einschmelzleistung zu wählen. Die beim Einschmelzen auftretenden Stromstöße, die bis zu 50 % betragen, beeinträchtigen die Überlastbarkeit während dieser Periode nicht. Wie aus Abb. 5 hervorgeht, ist die zulässige Überlastung beim Schmelzprozeß um so höher, je kürzer die Einschmelzzeit im Vergleich zur Dauer des Fertigmachens und Abschaltens ist.

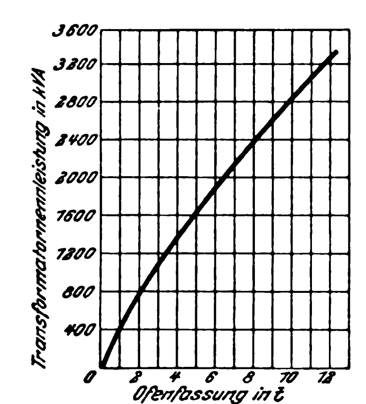


Abb. 6. Zweckmäßigste Transformatorgröße für Lichtbogen-Elektrostahlöfen mit festem Einsatz.

2. Die Entscheidung darüber, ob der Ofentransformator mit Selbst- oder Wasserkühlung auszuführen ist, wird zweckmäßig dem Hersteller des Transformators überlassen. Jedoch sollten Konstruktionen mit im Transformatorenkasten eingebauter Wasserkühlschlange aus Gründen der Betriebsicherheit vermieden werden.

3. Durch Steigerung der Leistungszufuhr während der Einschmelzperiode läßt sich diese abkürzen und dadurch eine Energieersparnis auf die Tonne Stahl erzielen. Dieser Ersparnis stehen die Verzinsungs- und Tilgungskosten des erforderlichen größeren Transformators und die wegen des stärker schwankenden Strombedarfs eventuell erhöhten Stromkosten entgegen. Durch die geringere Ausnutzung des Transformators während des Fertigmachens entstehen innerhalb der in Betracht kommenden Grenzen in bezug auf die Verluste im Transformator und den Leistungsfaktor der Anlage keine Nachteile. Eingehende Berechnungen haben ergeben, daß die größte Wirtschaftlichkeit erreicht wird, wenn die Einschmelzleistung das Dreifache der Feinungsleistung beträgt. Das gleiche Ergebnis wird erhalten, wenn man von der spezifischen Belastungsfähigkeit des Einsatzes oder dem günstigsten Verhältnis zwischen Stromstärke, Elektrodenspannung und Lichtbogenleistung ausgeht. Aus der ziemlich festliegenden Beziehung zwischen Feinungsleistung und Ofenfassung ergibt sich somit das in Abb. 6 dargestellte Schaubild der zweckmäßigsten Transformator-Nennleistung, dem neben dem gefundenen günstigsten Verhältnis zwischen Einschmelz- und Feinungsleistung eine 10proz. Überlastung des Transformators beim Einschmelzen und ein sekundärer Leistungsfaktor von 0,85 zugrunde liegt. (St. K r i z, St. u. E., Bd. 47, S. 653.) *R. K.*

[1] F. S o m m e r, Die Bemessung der Transformatoren für Elektrostahlöfen, St. u. E. Bd. 46, S. 909; Auszug: ETZ 1927, S. 1044.

Landwirtschaft.

Elektrischer Antrieb von Dreschmaschinen. — Als Anhalt für die Größe eines Dreschmotors veröffentlicht F. H o y e n in El. u. Maschinenb. folgende Zahlentafel:

ha unter dem Pflug	mit Halmfrucht bestellt	Leistung des Dreschmotors	Dreschstunden im Jahre
5	3	2	80
8	4	2	100
12	6	4	120
25	15	5,5	140
50	30	10	100
125	80	13	130
250	175	20	180

Der Kraftbedarf und die Leistungen von Dreschmaschinen seien aus folgenden Tafeln zu entnehmen:

Stiftentrommel			Körnerleistung in kg/h	Kraftbedarf in PS	Bemerkungen
Dmr. in mm	Breite in mm	Drehzahl/min			
a) Stiftendreschmaschinen.					
330	460	1200	200 ÷ 250	1,5	ohne Reinigung
330	460	1300	250 ÷ 300	2	ohne Reinigung
330	560	1300	350 ÷ 400	2,5	ohne Reinigung
400	560	1200	300 ÷ 350	3	mit Teilreinigung
430	660	1200	350 ÷ 400	4	mit Teilreinigung
450	740	1200	500 ÷ 600	5	mit Teilreinigung
b) Schlagleistendreschmaschinen.					
330	1750	1400	500 ÷ 600	5	mit Vollreinigung
440	1750	1250	800 ÷ 1000	7,5	mit Vollreinigung
475	1750	1200	1000 ÷ 1250	10	mit Vollreinigung
520	1750	1150	1250 ÷ 1500	12	mit Vollreinigung
560	1680	1100	1500 ÷ 1750	25	mit marktfertiger Reinigung und Sortierung
620	1680	1000	2000 ÷ 2500	35	mit marktfertiger Reinigung und Sortierung
710	1680	900	3500 ÷ 4000	45	mit marktfertiger Reinigung und Sortierung

Für Hilfsgeräte wären zu obigem Verbrauch noch hinzuzurechnen:

für Kurzstrohgebläse . . . . 3 ÷ 5 PS
für Spreubläser . . . . 2 ÷ 3 „
für Strohpressen für Ballen, je nach Pressung 5 ÷ 15 „
für Strohpressen für Langstroh, leichte Pressung mit Garnbindung . . . . 2 ÷ 3 „
für Strohpressen für Langstroh, für mittlere Pressung mit Garnbindung . . . . . . 4 ÷ 5 „
für Strohpressen für Langstroh, für feste Pressung mit Drahtbindung . . . . . . 5 ÷ 8 „
für Strohpressen für Langstroh, für schwere Pressung mit Drahtbindung . . . . . . 8 ÷ 10 „

Für Kleereiber gelten folgende Werte:

Reibmantel		Drehzahl/min	Leistung an Pollen kg/h	Kraftbedarf PS
Dmr. in mm	Länge in mm			
210	590	700	100	1,5
230	800	600	125	3
350	1000	400	175	4
500	1120	400	350	8

Mit vollständiger Reinigung verbrauchen diese Maschinen etwa 1,5 PS mehr. Zum Ausdreschen von 100 kg Körnern wird folgender Energiebedarf angegeben:



Art des Getreides	mindestens kWh	durchschnittl. kWh	höchstens kWh
Roggen	0,86	1	1,2
Weizen	0,7	0,85	1
Hafer	0,75	0,8	0,96
Gerste	0,60	0,75	0,9

Bei Verwendung einer Strohpresse erhöht sich der Energieverbrauch für 100 kg Körner durchschnittlich um 2,5 kWh. Kurzstroh- und Strohbläser kommen nur bei großen Dreschmaschinen zur Verwendung, so daß deren Verbrauch keine bemerkenswerte Erhöhung gegenüber obigen Ziffern bedingt. Für Motoren mit mehr als 15 PS empfiehlt sich der Dreschmotorwagen, ein Motor mit Bürstenabhebevorrichtung und Schaltwalzenanlasser. Die Anordnung eines Schützes ist zweckmäßig, um den Motor gegen Überlastung zu sichern und das störende Durchbrennen von Sicherungen zu vermeiden. Außerdem empfiehlt sich ein Fußkontakt, der direkt an der Dreschmaschine liegen kann und durch eine dünne Leitung mit dem Schaltwalzenanlasser verbunden ist, so daß man den Motor jederzeit außer Betrieb setzen kann. Die Trommel zum Aufrollen des Kabels ist zweckmäßig mit einer Sperrklinke zu versehen. Der Antriebsriemen soll stets innerhalb des Wagens liegen, um ihn den nachteiligen Einflüssen der Witterung zu entziehen. Die Deichsel des Wagens soll so ausgebildet sein, daß man sie am hinteren Wagenende aufrecht anschrauben kann, um an ihrem oberen Ende eine Lampe anzubringen, welche bei Dunkelheit den Dreschplatz ausreichend beleuchtet. Als vorteilhafteste Drehzahl der Dreschmotoren wird 1450/min genannt. Soll der Motor aber auch für andere Zwecke des landwirtschaftlichen Betriebes verwandt werden, muß man mitunter auch 950/min wählen. Für ortsbewegliche Motoren mit rd. 10 PS Leistung kann man auch sogenannte Motorschleifen verwenden, die aus einem kräftigen Holzschlitten bestehen, auf dem der Motor nebst Anlasser montiert wird. Die Festlegung der Schleife beim Arbeiten des Motors erfolgt dann durch eine Kette, die an zwei Haken befestigt wird und einen in den Erdboden getriebenen Keil umschlingt; auf diese Weise kann man auch eine gleichmäßige Riemenspannung erreichen. Wenn man kleinere Dreschmaschinen mit direkt angebautem Motor versieht, hat man den Nachteil, daß man den Motor nicht für andere Zwecke des Betriebes verwenden kann. (F. Hoyen, El. u. Maschinenb. 1927, S. 1043.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Die Störbefreiung in der drahtlosen Telegraphie nach dem Verfahren „Baudot-Verdan". — Von dem Ingenieur der französischen Telegraphenverwaltung Ch. Verdan ist ein Verfahren ausgearbeitet und erprobt worden, mit dem es möglich ist, die Störungen, die durch fremde Sender oder durch die Atmosphäre hervorgerufen werden, weitgehend unschädlich zu machen. Verdan ging von dem Gedanken aus, daß im allgemeinen die einzelnen Störungen, insbesondere die atmosphärischen Ursprungs, nur von ganz kurzer Dauer sind, und daß infolgedessen ein mehrfach wiederholtes Zeichen schließlich einmal richtig empfangen werden muß, besonders, wenn die Wiederholungen nicht unmittelbar aufeinander folgen. Ferner berücksichtigt er die Tatsache, daß durch Störungen wohl ein Trennstromschritt in einen Zeichenstromschritt verwandelt werden kann, daß aber niemals umgekehrt durch Störungen aus einem Zeichenstromschritt ein Trennstromschritt werden kann. Mit Hilfe des Baudottelegraphen und einer Anzahl Relais hat Verdan eine Anordnung zusammengestellt, bei der beim Geben jedes Zeichen selbsttätig mehrere Male wiederholt wird und dementsprechend zur Ausstrahlung gelangt. Die Empfangseite arbeitet gleichartig, jedes Zeichen wird mehrere Male empfangen und aufgespeichert. Zum Abdruck gelangt dann ein Zeichen, das aus den Wiederholungen gebildet wird und das nur dort Zeichenstromschritte hat, wo diese bei jeder Wiederholung als solche empfangen wurden.

Wird beispielsweise der Buchstabe *i*, der aus zwei Zeichenstromschritten und drei Trennstromschritten zusammengesetzt ist, gegeben, so gelangt er richtig zum Abdruck, wenn jeder der drei Trennstromschritte während der Wiederholungen mindestens einmal als Trennstromschritt empfangen worden ist.

In Abb. 7, erste Zeile, ist das Wort „Paris" mit den Zeichen des beim Baudot-Telegraphen verwendeten Fünferalphabets dargestellt. In den drei weiteren Zeilen dieser Abbildung ist durch die schraffierten Flächen angedeutet, in welcher Weise die Zeichen durch Störungen verändert werden können. Ein solcher Text läßt sich, wenn er in der üblichen Weise dreimal empfangen würde, nicht richtigstellen. Da bei diesem dreimaligen Empfang jedoch jeder Trennstromschritt einmal als Trennstromschritt empfangen wurde, würde mit dem Verfahren Baudot-Verdan das Wort „Paris" richtig zum Abdruck gelangen.

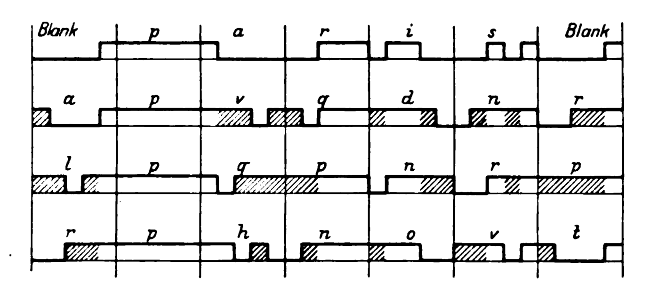


Abb. 7. Veränderung der Zeichen durch Störungen.

Bei der praktischen Ausführung dieses Gedankens sind natürlich viele Ausführungsformen möglich. Man kann jeden Buchstaben einmal, zweimal oder noch öfter wiederholen; mit der Zahl der Wiederholungen steigt die Störbefreiung ganz erheblich. Ferner kann man die Wiederholungen direkt aufeinander folgen lassen oder sie nach Ablauf gewisser Zeiten geben. Je größer der zeitliche Abstand zwischen zwei Wiederholungen, desto geringer die Gefahr, daß sich eine Störung über mehrere Wiederholungen ausdehnt.

Im folgenden soll nun eine Ausführungsform beschrieben werden, mit der von Verdan praktische Erfolge erzielt worden sind. Es wird dabei mit zwei Wiederholungen jedes Buchstabens (d. h. jeder Buchstabe wird dreimal übertragen) gearbeitet, außerdem sind zwischen den Wiederholungen je vier andere Buchstaben eingeschachtelt. Werden beispielsweise die Buchstaben *a* bis *k* gegeben, so gelangen dieselben mit ihren Wiederholungen in der in Abb. 8 dargestellten Reihenfolge zur

|a □ □|b □ $\underline{a}$|c □ $\underline{b}$|d $\underline{\underline{a}}$ $\underline{c}$|e $\underline{\underline{b}}$ $\underline{d}$|f $\underline{\underline{c}}$ $\underline{e}$|g $\underline{\underline{d}}$ $\underline{f}$|h $\underline{\underline{e}}$ $\underline{g}$|i $\underline{\underline{f}}$ $\underline{h}$|k $\underline{\underline{g}}$ $\underline{i}$|□ $\underline{\underline{h}}$ $\underline{k}$|□ $\underline{\underline{i}}$ □|□ $\underline{\underline{k}}$ □|

Abb. 8. Reihenfolge der ausgestrahlten Zeichen.

Ausstrahlung. Die einmal unterstrichenen Buchstaben bedeuten die erste Wiederholung, die zweimal unterstrichenen die zweite.

Die wesentlichen Teile der Gesamtanordnung sind auf der Empfangseite die gleichen wie auf der Sendeseite. Dies sind je ein 3-fach Baudot-Verteiler und je zwei Speicher (vgl. Abb. 10 und 11) in einer Ausführungsform, wie sie von der Firma Carpentier, Paris, hergestellt wird.

Abb. 9 läßt die Wirkungsweise des Speichers erkennen. Dieser besteht entsprechend den fünf Stromschritten eines Buchstabens aus fünf gleichartigen Anordnungen, von denen auf Abb. 9 nur eine sichtbar ist. Es sind also auf einer Achse fünf Scheiben (R) gemeinsam drehbar angebracht. Unterhalb jeder Scheibe befindet sich ein Elektromagnet (N), dessen Anker den bei B gelagerten Kniehebel A bewegen kann. Auf dem Umfang der Scheiben verteilt sind je sechs Kontaktbolzen J, die radial verschiebbar sind und die durch Federn nach außen gedrückt werden. An diesen Bolzen befestigte Stifte S ragen durch einen Schlitz aus der Stirnwand der Scheiben heraus, sie dienen dazu, die Kontaktbolzen mittels der Sperrklinken P in eingeschobener Stellung zu halten. Dreht sich die Scheibe R in der Pfeilrichtung, so streichen die Sperrklinken an dem Kopf C des Ankerhebels vorbei. Ist der Elektromagnet N erregt, so stoßen die Sperrklinken gegen den Kopf C des Ankerhebels A, werden ein wenig gedreht und geben dadurch die Kontaktbolzen J frei. Bei nicht erregtem Elektromagnet N passieren die Sperrklinken ungehindert den Ankerkopf C, so daß dann die Kontaktbolzen in der gespannten Lage bleiben. T ist ein aus zwei Blattfedern gebildeter Kontakt, der nur dann geschlossen wird, wenn ein ausgelöster Kontaktbolzen an ihm vorüberstreicht. Der Klotz L ist auf der der Scheibe zugekehrten Seite als Gleitfläche ausgebildet, die dazu dient, die ausgelösten Bolzen in die gespannte Lage zurückzuführen.

Das Zusammenarbeiten dieser Speicher mit dem Baudot-Verteiler geht für die Sendeseite aus Abb. 10 her-

vor. Auch hier ist von den fünf Scheiben der Speicher nur eine Scheibe, und zwar die, welche mit dem Kontaktstück 1 des Verteilers zusammenarbeitet, dargestellt. Die weiteren vier Scheiben der Speicher sind in gleicher Weise mit den übrigen Kontaktstücken und Tasten (2 bis 5) verbunden. Alle Scheiben der Speicher drehen sich gleichmäßig mit $^1/_6$ der Geschwindigkeit der Verteilerbürsten.

Wird mit der Baudot-Tastatur ein Buchstabe gegeben, dessen erster Stromschritt ein Zeichenstromschritt ist, so wird mit der Taste 1 der Stromkreis über den Elektromagneten *N'* und das Tastrelais geschlossen, wenn die Verteilerbürste über das Kontaktstück *1* streicht. Hierbei gelangt der Stromschritt zum erstenmal zur Ausstrahlung; gleichzeitig wird durch den erregten Magneten *N'* die an *A'* vorüberstreichende Sperrklinke bewegt und der dazu gehörende Kontaktbolzen ausgelöst. Das gleiche Spiel wiederholt sich bei jeder Umdrehung der Verteilerbürste, wenn der erste Stromschritt des jeweils getasteten Buchstabens ein Zeichenstromschritt ist. Bei einem Trennstromschritt bleibt der Kontaktbolzen in der gespannten Lage.

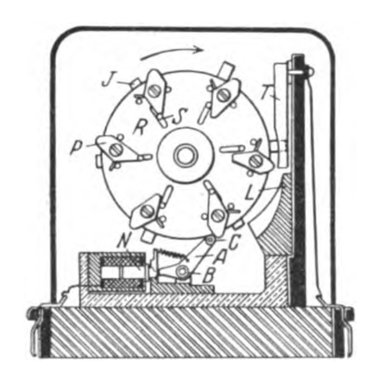


Abb. 9. Speicher.

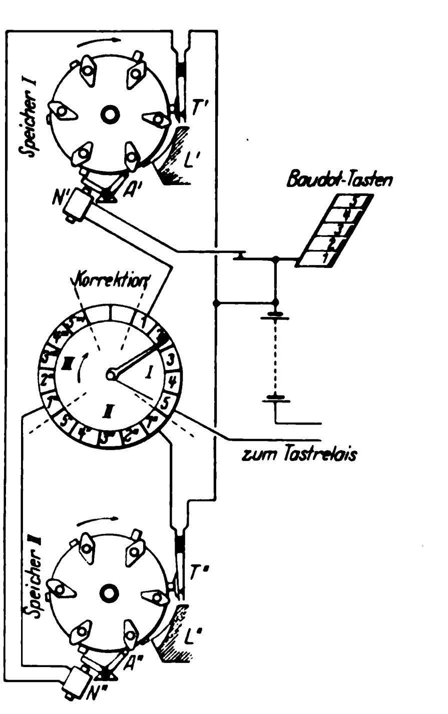


Abb. 10. Sendeseite.

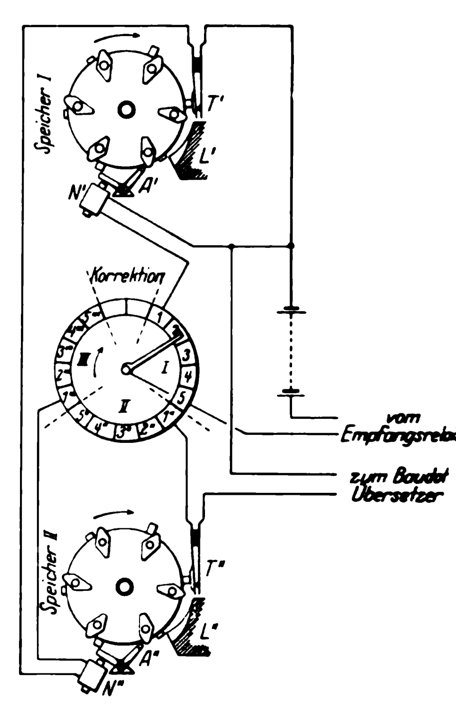


Abb. 11. Empfangseite.

Überstreicht die Verteilerbürste das Kontaktstück *1'''*, so wird ein Stromkreis über Tastrelais, Elektromagnet *N''* und Kontakt *T'* geschlossen, wenn der in diesem Augenblick dem Kontakt *T'* gegenüberstehende Kontaktbolzen von seiner Sperrklinke gelöst ist. Dies Zeichen stellt die erste Wiederholung des fünf Umdrehungen vorher zum ersten Male gegebenen Zeichens dar. Gleichzeitig mit der Ausstrahlung dieser ersten Wiederholung wird das Zeichen in gleicher Weise im Speicher II festgehalten und gelangt nach weiteren fünf Umdrehungen der Verteilerbürste zum dritten Male (2. Wiederholung) zur Ausstrahlung (vgl. Abb. 8).

Der Empfang dieser zweimal wiederholten Zeichen erfolgt in entsprechender Weise nach Abb. 11. Das zum erstenmal empfangene Zeichen wird über den Teil *I* des Verteilers dem Speicher *I* zugeführt. Beim Empfang der ersten Wiederholung überstreicht die Verteilerbürste den Teil *III* des Verteilers; die Zeichen werden dem Speicher *II* zugeführt und werden dort als Zeichenstromschritte gespeichert, wenn sie sowohl beim erstmaligen Empfang, als auch bei der ersten Wiederholung als Zeichenstromschritte empfangen wurden. Beim Empfang der zweiten Wiederholung überstreicht die Verteilerbürste den Teil *II* des Verteilers. Die jetzt bei der zweiten Wiederholung aufgenommenen Stromstöße gelangen nur dann als Zeichenstromschritte zum Baudot-Übersetzer, wenn die entsprechenden im Speicher *II* festgehaltenen Zeichen an den gleichen Stellen Zeichenstromschritte enthielten.

Ein Zeichenstromschritt gelangt also nur dann als solcher zum Übersetzer, wenn er dreimal als solcher empfangen wurde; ein Trennstromschritt gelangt dagegen auch dann als Trennstromschritt zum Übersetzer, wenn er nur einmal als Trennstromschritt empfangen wurde. Hierin liegt die Störbefreiung des Baudot-Verdan-Verfahrens, denn durch Störungen beim Empfang kann wohl ein Trennstromschritt in einen Zeichenstromschritt verwandelt werden, aber nicht umgekehrt.

Nach einer Rechnung von R. Malo[1]) wird unter der Annahme einer gewissen Menge von kurzen Störungen, die bei einem gewöhnlichen Baudot-Empfang jedes vierte Wort stören würden, bei Verwendung des Verfahrens von Baudot-Verdan mit einer Wiederholung von 272 Worten ein Wort gestört und bei zweimaliger Wiederholung nur ein Wort von 5820 Wörtern.

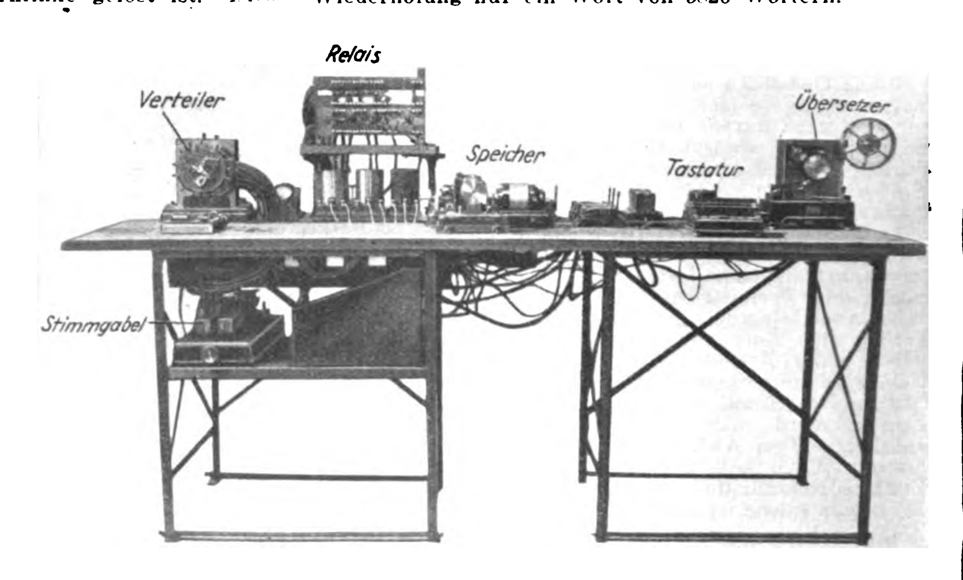


Abb. 12. Gesamtanordnung des „Baudot-Verdan"

Der Gleichlauf der Verteiler wird durch Stimmgabeln in Verbindung mit phonischen Rädern aufrechterhalten. Ferner werden die über die Korrektionskon-

[1]) R. Malo, Génie civil Bd. 90, S. 356.

takte der Verteiler gelangenden Stromstöße zur Korrektur der Phasengleichheit benutzt. Diese Stromstöße werden, bevor sie regelnd auf die Verteilerachse wirken, mit einem besonderen Zusatzapparat dreimal wiederholt, damit auch bei ihnen der Einfluß von Störungen vermieden wird.

Abb. 12 zeigt die Gesamtanordnung der für das Senden oder für den Empfang erforderlichen Apparate, wie sie von der Firma Carpentier, Paris, hergestellt werden.

Außer den beschriebenen Vorzügen der Störbefreiung hat das Baudot-Verdan-Verfahren noch den Vorzug einer sehr großen Sicherheit in bezug auf die Geheimhaltung der ausgestrahlten Zeichen.

In Frankreich sind mit diesem Verfahren ausgiebige Versuche an verschiedenen Funkverbindungen durchgeführt worden, durch die die Güte der Störbefreiung bestätigt worden ist. Das Baudot-Verdan-Verfahren versagt jedoch in den Fällen, wo durch irgendwelche Einflüsse die aufgenommenen Zeichen so schwach werden, daß das Empfangsrelais nicht mehr mit Sicherheit an den Zeichenstromkontakt umgelegt wird, z. B. bei den Schwundperioden der kurzen Wellen und auch dann, wenn die Empfangsintensität so gering ist, daß der Überlagerungston im Empfänger durch Störungen zerstört wird. (E. Montoriol, Ann. des Postes, Paris, Bd. 14, S. 645. L. Fournier, Science et la vie, Febr. 1927. R. Malo, Génie civil Bd. 90, S. 356. P. Raynaud, Ann. des Postes, Paris Bd. 16, S. 562. E. Phillips, Telegr. and Teleph. J. Bd. 13, S. 249.) *Btz.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Zündverzug von Funken und Gleitentladungen. — Den bereits vorliegenden Ergebnissen[1] über die Messung der Funkenverzögerung schließen sich recht übersichtliche experimentelle Untersuchungen von M. Iwatake an, der auch die Verzögerung von Gleitentladungen beobachtet. Zur Messung von Verzögerungszeiten in der Größenordnung 10^{-8} s wird die Verschiebung der Trennlinie zweier positiver Lichtenbergscher Figuren benutzt[2], Zeiten in der Größenordnung $10^{-4} \div 10^{-5}$ s mißt der Verfasser mit einem neuen Verfahren, bei dem die Lichtenbergschen Figuren auf einer schnell rotierenden Filmtrommel entstehen. Die Versuchsschaltung gibt Abb. 13 wieder. Die am Induktor I liegende Funkenstrecke F_1 (19 mm) gibt einen positiven Spannungstoß auf den Punkt A, in dem einerseits der Wasserwiderstand W angeschlossen ist und anderseits die beiden Leitungen *1* und *2* abzweigen, in deren einer eine Funkenstrecke F_2 liegt, deren Verzögerung gemessen werden soll. Auf der vom Synchronmotor M angetriebenen Filmtrommel T entstehen dann Lichtenbergsche Figuren, aus deren gegenseitiger Verschiebung gemäß Abb. 14 sich die Verzögerungszeit t der Funkenstrecke F_2 ergibt. Infolge der raschen Trommelbewegung entstehen allerdings nicht kreisförmige Figuren wie in Abb. 14, sondern langgestreckte Figuren; die Bestimmung des Unterschiedes bietet jedoch keine Schwierigkeiten.

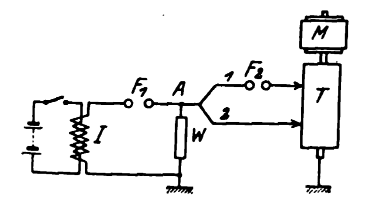


Abb. 13. Schaltung zur Ermittlung der Verzögerungszeiten an der Funkenstrecke F_2.

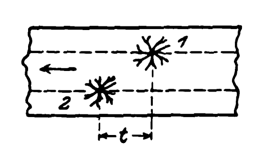
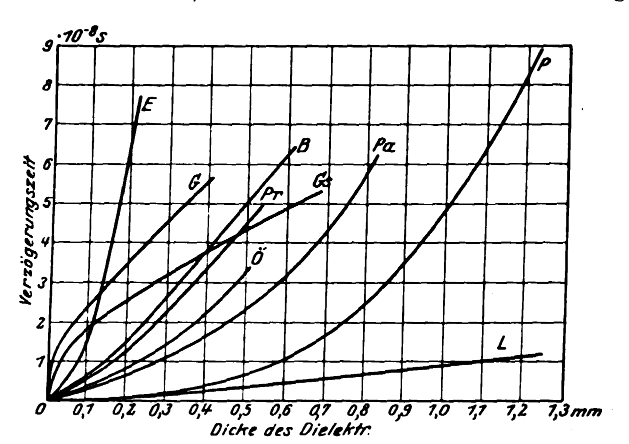


Abb. 14. Filmstreifen mit Lichtenbergschen Figuren.

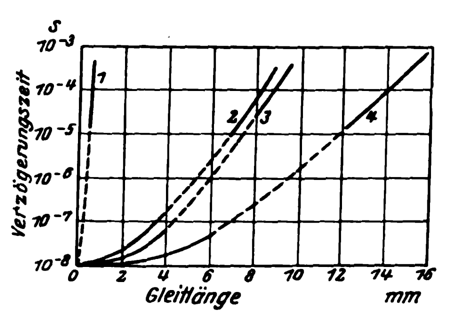
Untersucht wurden verschiedene Elektrodenformen (Kugeln von $10 \div 40$ mm Dmr., Platten und Spitzen) und verschiedene Dielektriken, nämlich Luft, Öl und feste Isolierstoffe. In Luft folgte das Ergebnis, daß bei gleichartigem Spannungstoß und gleicher Schlagweite Spitzen eine kleinere Verzögerung besitzen als Kugeln, in Öl ist der Tatbestand umgekehrt. Die einzelnen Versuchsergebnisse werden in 20 Kurventafeln mitgeteilt und zeigen die bekannte Erscheinung, daß die Verzögerung beim System Spitze-Platte für positive Spitze kleiner ist als für negative. Sowohl in Luft als auch in Öl ist die Verzögerung von der Größe der Kugeln der Funkenstrecke unabhängig. — Die untersuchten festen Dielektriken wurden an Stelle von F_2 zwischen Plattenelektroden eingeklemmt; die Verzögerung findet sich beträchtlich größer als in Luft, jedoch zeigen nur wenige Stoffe eine größere Verzögerung als Öl. Abb. 15 gibt die in 9 Diagrammen mitgeteilten Kurven gesammelt wieder. Es fällt auf, daß die Kurven für Glas und Glimmer ein anderes Aussehen zeigen als die übrigen. Der Verfasser kann seine Kurven durch die auch bereits von anderen Autoren verwandte Beziehung $t = a\,l^2$ darstellen, wobei a eine Konstante und l die Länge



B Bienenwachs *E* Ebonit *G* Glimmer *Gs* Glas *L* Luft
Ö Öl *P* Papier *Pa* Paraffin *Pr* Preßspan

Abb. 15. Funkenverzögerung in festen Dielektriken.

der Funkenstrecke bzw. die Dicke des Dielektriks bedeuten. Diese Darstellung gilt jedoch nicht für die für Glas und Glimmer erhaltenen Kurven; diese sind vielmehr durch $t = b \cdot \sqrt{l}$ darstellbar. Die Werte der Konstanten a und b werden in einer Tabelle für die verschiedenen Anordnungen mitgeteilt. Während sich die erste Formel durch einige Umformungen der von K. W. Wagner aufgestellten Gleichung anschließen läßt, gilt die Gleichung der Wärmetheorie offenbar nicht für Glas und Glimmer.



1 in Öl *2* in Luft zwischen Halbkugeln
3 in Luft zwischen Kreisscheiben *4* in Luft zwischen halben Spitzen

Abb. 16. Zeitverzögerung von Gleitentladungen.

Die Verzögerung von Gleitentladungen längs einer Oberfläche abhängig von der Elektrodenform zeigt Abb. 16. Auch bei Gleitentladungen ist die Verzögerung zwischen Spitzen am kleinsten, und die Versuche lassen sich durch $t = a\,l^2$ wiedergeben. Schließlich wurde noch die Verzögerung zwischen Kugeln bei angelegter Wechselspannung von 50 Hz gemessen. Ein ausführliches Literaturverzeichnis beschließt die Arbeit. (M. Iwatake, Technology Reports of the Tôhoku Imp. University, Sendai, Japan, Bd. 7, Nr. 1, S. 57.) *Wi.*

Hochspannung.

Studien über den Überschlag in Luft. — Pen-Tung Sah untersucht die Funkenspannungen in Luft bei Kugeln ungleichen Durchmessers und zwischen zwei senkrecht gegeneinander gekreuzten Zylindern. Nach Kirchhoff und Russel berechnen sich bei Kugeln ungleichen Durchmessers die Feldstärken an den Kugeloberflächen auf der zentralen Verbindungslinie zu

$$G_1 = \frac{V_1 F_{11}}{X} - \frac{V_2 F_{21}}{X},$$

$$G_2 = \frac{V_2 F_{22}}{X} - \frac{V_1 F_{12}}{X},$$

---

[1] Vgl. z. B. ETZ 1927, S. 251 u. 511; 1926, S. 1511.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 737.

wobei G_1, V_1 Feldstärke und Spannung an der kleineren, G_2 und V_2 die entsprechenden Werte an der größeren Kugel und X die Schlagweite bedeuten. Bei gekreuzten Zylindern lassen sich die Feldstärkekoeffizienten F nur näherungsweise für den Fall zweier gleich großer Zylinder berechnen, die von Erde isoliert und auf entgegengesetzt gleichem Potential sind. Die maximale Feldstärke ist dann

$$C = \sqrt{2}\,\frac{V\,F}{X},$$

wobei V die effektive Spannung und X die Schlagweite bedeuten. Die Schaulinien der von Sah gefundenen Funkenspannungen beginnen bei einer Schlagweite von etwa dem drei- bis vierfachen Wert des Durchmessers der kleineren Kugel größere Unregelmäßigkeiten zu zeigen (gestrichelter Teil in Abb. 17 bis 19).

Die maximalen Feldstärken an den Kugeloberflächen berechnen sich aus den Feldstärkekoeffizienten, Funkenspannungen und Schlagweiten zu

$$G_1 = \sqrt{2}\,\frac{V\,F_1}{X}, \quad G_{11} = \sqrt{2}\,\frac{V_1\,F_{11}}{X}, \quad G_{21} = \sqrt{2}\,\frac{V_2\,F_{21}}{X}$$

für die kleinere und

$$G_2 = \sqrt{2}\,\frac{V\,F_1}{X}, \quad G_{12} = \sqrt{2}\,\frac{V_1\,F_{12}}{X}, \quad G_{22} = \sqrt{2}\,\frac{V_2\,F_{22}}{X}$$

für die größere Kugel. Die Werte G_{11} bei isolierter kleinerer Kugel nehmen mit der Schlagweite etwas zu, wobei

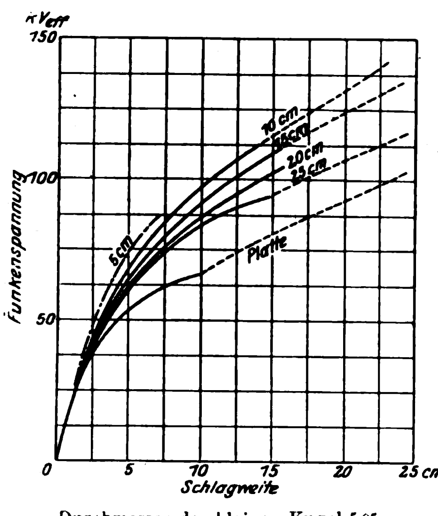
worin

- n Elektronendichte auf der Kugeloberfläche,
- n_0 Elektronendichte in einem Abstand $y_0 - a$ von der Oberfläche, in dem Stoßionisation merklich ist,
- a Kugelradius,
- α Zahl der Elektronen, die von einem Elektron auf 1 cm Weglänge unter einer Feldstärke von G kV/cm erzeugt werden.

Unter Benutzung einer näherungsweisen Integration gelangt Sah zu der Gleichung

$$\lg \frac{n\,a^2}{n_0\,y_0^2} = K$$
$$= 83{,}7\,a\left\{\frac{8}{3}\sqrt{\frac{G_a}{G_0}} + \frac{1}{3}\left(\frac{G_a}{G_0}\right)^2 - 2\,\frac{G_a}{G_0} - 1\right\},$$

in der K als unveränderlich betrachtet werden kann, wenn angenommen wird, daß die Elektronendichten sich umgekehrt wie die Quadrate der Radien verhalten. G_0 ist die Feldstärke an der Grenze der Ionisierungszone, G_a die an der Kugeloberfläche. Dann aber ist die Durchbruchfeldstärke allein eine Funktion des Radius der kleineren Kugel. In Anlehnung an die für konzentrische Zylinder und parallele Drähte entwickelte Theorie der Korona, wo Davis für die ganz ähnliche Größe K den Wert 6 bzw. 4,3



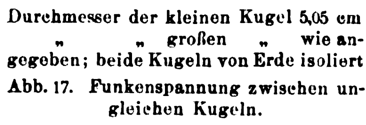
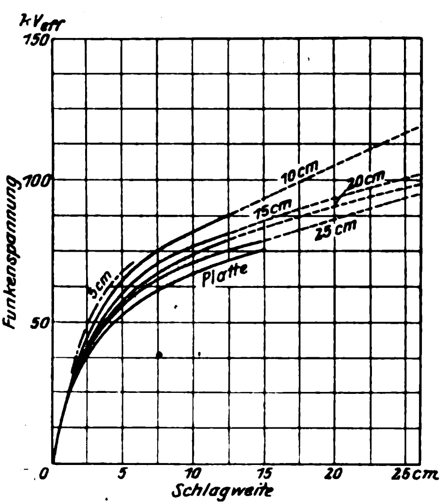

Durchmesser der kleinen Kugel 5,05 cm
„ „ großen „ wie angegeben; beide Kugeln von Erde isoliert

Abb. 17. Funkenspannung zwischen ungleichen Kugeln.



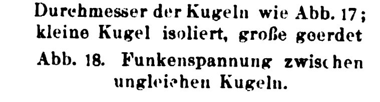
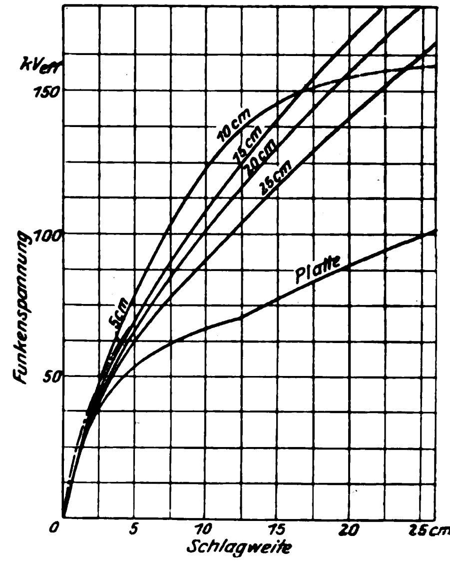

Durchmesser der Kugeln wie Abb. 17; kleine Kugel isoliert, große geerdet

Abb. 18. Funkenspannung zwischen ungleichen Kugeln.



Durchmesser der Kugeln wie Abb. 17; kleine Kugel geerdet, große isoliert

Abb. 19. Funkenspannung zwischen ungleichen Kugeln.

diese Zunahme um so stärker wird, je mehr das Radienverhältnis b/a sich der Einheit nähert. Der Einfluß der in weiten Grenzen veränderlichen Feldstärken G_2 und G_{12} an der Oberfläche der größeren Kugel scheint zu vernachlässigen zu sein. Der Eintritt des Funkens wird hauptsächlich durch die Feldstärken G_1 und G_{11} an der kleineren Kugel bestimmt. Wird die kleinere Kugel geerdet, so nimmt die Durchbruchfeldstärke G_{21} an ihrer Oberfläche mit der Schlagweite zum Teil zu oder ab, wogegen die Feldstärke an der größeren Kugel G_{22} nicht immer kleiner als G_{21} ist. Nur in den Fällen, wo die Schaulinien der Funkenspannungen sehr stark umbiegen und die anderen überschneiden, nimmt G_{22} zu und wird schließlich größer als G_{21}. Sah nimmt als wahrscheinlich an, daß in diesem Falle der Funkenüberschlag durch den Einfluß von G_{22} und G_{21} bestimmt ist. Die Ergebnisse an überkreuzten Zylindern bestätigen wieder die allgemeine Regel, daß die Durchbruchfeldstärke mit abnehmendem Radius wächst.

Die Beziehung zwischen Durchbruchfeldstärke und Kugelradius sucht Sah aus der von Bergen Davis entwickelten Theorie der Stoßionisation bei Bildung der Korona um zylindrische Leiter[1] herzuleiten. Die Korona oder Funkenbildung wird durch die Bedingung bestimmt

$$\lg \frac{n\,a^2}{n_0\,y_0^2} = K = \int_a^{y_0} \alpha\,\mathrm{d}\,y,$$

[1] Vgl. a. Schumann, Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen, S. 167. Verlag Julius Springer, Berlin 1923.

wählte, setzt Sah bei der Kugelfunkenstrecke $K = 4$, verwandelt die Quadratwurzel mittels einer weiteren empirischen Beziehung in eine quadratische Funktion und erhält dann für beiderseits von Erde isolierte, auf entgegengesetzt gleichem Potential befindliche Kugeln mit $G_0 = 25$ die Gleichung

$$G_a = 27{,}6\left(1 + \frac{0{,}52}{\sqrt{a}}\right).$$

Die Ähnlichkeit mit der von Peek gefundenen Beziehung

$$G_a = 27{,}2\left(1 + \frac{0{,}54}{\sqrt{a}}\right)$$

oder der von Russel gefundenen

$$G_a = 27{,}4\left(1 + \frac{0{,}515}{\sqrt{a}}\right)$$

ist sehr bemerkenswert.

Tatsächlich ist n_0 mit y_0 nicht einfach im umgekehrten quadratischen Verhältnis verbunden, vielmehr nimmt $n_0\,y_0^2$ bei geringer Schlagweite mit dieser ab, weil eine Anzahl Elektronen an der Oberfläche der anderen Elektrode verschwindet. Daraus erklärt sich die rasche Zunahme der Durchbruchfeldstärke beim Abnehmen der Schlagweite auf sehr geringe Werte. Die einfache Beziehung von Peek und Russel ist lediglich eine Näherung, die nur gilt, wenn beide Kugeln von Erde isoliert sind und sich auf entgegengesetzt gleichem Potential befinden, wobei K als von der Anordnung unabhängige Konstante an-

genommen werden darf. Wenn eine Kugel geerdet ist, wird *K* wahrscheinlich sowohl von der Feldstärke an der Oberfläche der größeren Kugel als auch von der Schlagweite beeinflußt und ist nicht mehr unabhängig von der Anordnung. Die Unveränderlichkeit der Durchbruchfeldstärke hat daher keine allgemeine Geltung. (Pen-Tung Sah, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1073.) *O. N.*

Verschiedenes.

Elektrische Wiedergabe von Schallplatten. — Über die von der amerikanischen General Electric Co. und der AEG hergestellten Einrichtungen zur elektrischen Wiedergabe von Schallplatten ist in dieser Zeitschrift ausführlich berichtet worden[1]. Unter den vielen Aufgaben, die dieser neue Zweig der Schwachstromtechnik stellt, ist die Konstruktion der Abnahmevorrichtung („pick-up"), bei uns auch als „elektrische Schalldose" bezeichnet, eine der interessantesten. Die in der ETZ beschriebene und abgebildete Lösung wird in einer neuen Arbeit von Kellogg nach der theoretischen und praktischen Seite hin untersucht und begründet. Indem der Verfasser den von ihm gewählten Weg aus einer Fülle konstruktiver Möglichkeiten ableitet, schafft er zugleich nach allen Seiten hin die systematischen Grundlagen für das Gebiet. Die Arbeit ist, weit über die behandelte Spezialaufgabe hinaus, ein Musterbeispiel für die Verbindung theoretisch-wissenschaftlicher Methodik, die tieferen Einblick in die Vorgänge gewährt, mit praktisch-technischen Überlegungen, die für die letzte Wahl der Konstruktion bestimmend sind. Solche exakte Behandlung des Problems erscheint um so notwendiger, als Fabriken der Rundfunkbranche in Deutschland und Nachbarländern schon die Herstellung elektrischer Schalldosen als Massenartikel in Angriff genommen und uns darunter Konstruktionen beschert haben, die, vorsichtig ausgedrückt, von theoretischen Erkenntnissen jedenfalls keinerlei Gebrauch machen. Wie der Eintritt in Platos Philosophie jedem Nicht-Geometriker verwehrt war, so sollte von den hier vorliegenden Aufgaben jeder abstehen, dem die Gedankengänge der Kelloggschen Arbeit fremd bleiben. Nur dann wird uns mit diesem Artikel eine Wiederholung der Zeit erspart bleiben, als unberufene Firmen, die weder Erfahrung, noch Theorie, noch Laboratorien hinter sich hatten, den Markt mit minderwertigen Empfangsgeräten überschwemmten.

Worauf beruht eigentlich der Vorzug der elektrischen Schallplattenwiedergabe? Jedermann ist zunächst geneigt, ihn in der prinzipiellen Möglichkeit der Energiesteigerung zu finden, die erst durch elektrische Verstärkung ermöglicht wird. Demgegenüber betont Kellogg, daß auch schon der mechanische Phonograph ein Verstärkungssystem darstellt: die Schallenergie der Wiedergabe ist nämlich ein Vielfaches der bei der Aufnahme im Schalltrichter gesammelten Schallenergie, wobei die zusätzliche Energie von der Rotation des Plattentellers geliefert wird. Dagegen ist nur mit elektrischer Verstärkung erreichbar die Klangerfüllung großer Räume, die beliebige Einstellbarkeit der Lautstärke und die Beeinflussung des wiedergegebenen Frequenzbereichs (z. B. Abschneidung der Nadelgeräusche).

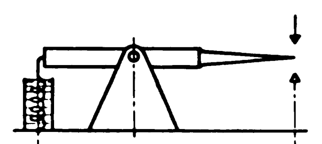


Abb. 21. Vereinfachte mechanische Darstellung des Systems.

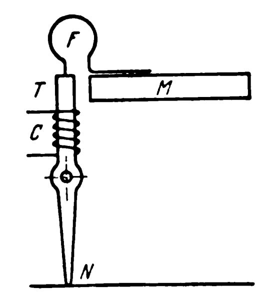


Abb. 20. Vereinfachtes Schema der elektrischen Schalldose.

Elektrische Schalldosen sollen die mechanischen Schwingungen der Nadel in elektrische Spannungsschwankungen umsetzen. Hierfür stehen verschiedene Systeme zur Verfügung: das des elektromagnetischen oder elektrostatischen oder des Kohlekörner-Mikrophons, das piezoelektrische u. a. Kellogg scheidet alle diese Systeme in zwei Grundtypen:

1. Die elektrische Spannung variiert proportional der Amplitude (= Nadelausschlag), unabhängig von der Frequenz,
2. die Spannung hängt ab von der Geschwindigkeit der Membranbewegung, d. h. variiert proportional der Amplitude und Frequenz.

Der Konstrukteur hat sich zunächst für eine dieser beiden Grundtypen zu entscheiden (erst in zweiter Linie für eines der vorgenannten Systeme, deren Mehrzahl sowohl nach 1. wie nach 2. ausgebildet werden kann). Die Gesichtspunkte für diese Wahl werden ausführlich geprüft. Aus der praktischen Forderung, daß nicht nur neueste Schallplatten, für deren Aufnahme ein der Abnahmevorrichtung kongruentes Werkzeug benutzt werden kann, sondern auch das ganze Repertoire mechanisch aufgenommener Schallplatten älterer Künstler möglichst vollkommen wiedergegeben werden müsse, daß wiederum elektrisch aufgenommene Platten auch auf mechanischen Phonographen gut klingen sollen, werden Bedingungen abgeleitet, denen der Grundtyp 2. am besten entspricht. Fabrikatorische Erwägungen geben dann den Ausschlag für ein elektromagnetisches System.

Zwecks Durchbildung dieses Systems werden zunächst die mechanischen Eigenschaften am vereinfachten Schema (Abb. 20) durch folgenden Ansatz untersucht: Gegeben eine bestimmte (durch die rotierende Schallplatte aufgedrückte) Wellenbewegung von *N*; diese soll in genau identischer Wellenform auf *T* übertragen werden, das durch eine Feder oder ein äquivalentes Mittel immer wieder in die Mittellage zurückgeführt wird. Nur wenn keinerlei Verzerrung in diese Bewegungsübertragung eingreift, können die von *C* im Felde des Magneten *M* induzierten Spannungen eine getreue elektrische Abbildung der mechanischen Schwingungen von *N* ergeben. Ein noch weiter vereinfachtes, rein mechanisches Schema (Abb. 21) liefert mathematische Beziehungen zwischen der zu übertragenden Frequenz und den elastischen und Trägheitskräften des Gebildes, die dann mit Meßresultaten an praktisch ausgeführten Systemen verglichen werden. Aus fünfzehn möglichen Anordnungen elektromagnetischer Systeme wird nach eingehender Diskussion dasjenige ausgewählt, das bei einem Minimum von Trägheit der bewegten Teile ein Maximum von Spannung abgibt. Besonderen Erwägungen unterliegt die Anbringung der Schraube, mit der die Phonographennadel festgeklemmt wird; ferner die Lagerung des schwingenden Systems, die durch Anwendung einer Gummipressung hier besonders glücklich gelöst ist. Hinweise auf die Ausschaltung der Nadelgeräusche und die Vermeidung von Vibrationen des Tonarmes beschließen die ausgezeichnete Arbeit. (E. W. Kellogg, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1041.) *Dr. N.*

[1] ETZ 1927, S. 261.

Zur Bewerbung um die silberne Heinrich-Hertz-Medaille für 1928. Termin 15. VII. 1928. — Mit der Ausschreibung werden auch diesmal Geldpreise in der Gesamthöhe von 1000 RM verbunden. Das mit der Medaille ausgezeichnete Gerät erhält einen Geldpreis von mindestens 250 RM; dieser Betrag kann bis zur Gesamthöhe von 1000 RM erhöht werden, wenn das preisgekrönte Gerät alle übrigen eingereichten Geräte weit überragt. Andernfalls können Geräte, die nicht mit der Medaille ausgezeichnet worden sind, mit Geldpreisen bedacht werden. Geldpreise können auch dann verteilt werden, wenn die Medaille nicht verliehen wird. Für die Verteilung der Geldpreise ist das Urteil des Prüfungsausschusses maßgebend, der auch den Vorschlag für die Verleihung der Medaille macht (§ 2 der Satzung).

Die Bedingungen für ein selbstgebautes Empfangsgerät zur Bewerbung um die silberne Heinrich-Hertz-Medaille sind im Jahre 1928 folgende:

1. Die Bewerber müssen Deutsche sein und dürfen nur je ein Empfangsgerät vorlegen.
2. Das Empfangsgerät muß durch den Bewerber selbst ohne Inanspruchnahme fremder Hilfe entworfen und zusammengebaut sein, was durch eidesstattliche Erklärung zu bestätigen ist. Zulässig ist es jedoch, im Handel vorhandene Einzelteile für den Zusammenbau zu verwenden. In dem Begleitschreiben ist anzugeben, welche Einzelteile fertig bezogen worden sind.
3. Der vorzulegende Empfänger soll folgende Eigenschaften haben:

   Das Gerät soll ein Netzanschlußempfänger für Wechselstrom von 50 Hz und 220 V sein. Es darf auch durch Schaltungseinrichtung an ein Wechselstromnetz von 110 V anschließbar sein. Die höchst zulässige Röhrenzahl beträgt drei[1]. Es ist die Verwendung von drei unabhängigen Anoden gestattet; dabei ist es belanglos, ob dieselben in Einzelröhren oder in einem gemeinsamen Rohr untergebracht sind.

[1] Die Verwendung einer Gleichrichterröhre im Netzanschlußgerät ist außerdem gestattet.



Es kann also auch ein Dreifachrohr oder ein Einfachrohr mit einem Doppelrohr zusammen verwendet werden.

Über die Leistung des Empfängers wird folgendes als Mindestbedingung festgesetzt:

Der Empfänger soll die Wellenbereiche von 200/600 m und von 1000/2000 m aufzunehmen gestatten. Es soll möglich sein, mit den weiter unten bezeichneten Antennen neben dem Bezirksender ohne Störung den Deutschlandsender an allen Stellen Deutschlands zu empfangen (1250 m). Diese Leistung soll auch noch in der Entfernung von 1 km von den stärkeren Rundfunksendern Deutschlands möglich sein. Als Empfangsantennen sind zulässig: Zimmerantennen, Benutzung der Lichtleitung oder eine Rahmenantenne von der Größe von 1 m² Flächeninhalt. Die Möglichkeit des Fernempfangs der deutschen Rundfunksender wird besonders bewertet. Die Röhrenzahl darf kleiner als drei sein. Werden mit kleinerer Röhrenzahl die erwähnten Leistungen erreicht, so wird dieses besonders bewertet. Der Empfang ist mit Lautsprecher gedacht. Für den Zusammenbau des Netzanschlußgerätes mit dem Empfänger sollen die Vorschriften des Verbands Deutscher Elektrotechniker für solche Geräte beachtet werden.

4. Für die Feststellung der Leistung des Empfängers wird eine Bewertung nach Punkten vorgenommen in der Weise, daß für jede Eigenschaft des Empfängers eine bestimmte Höchstpunktzahl vorgesehen wird, bis zu welcher sie nach ihrer Güte eingestuft wird.

Als Höchstpunktzahl gelten:

a) Empfindlichkeit des Empfängers	20	Punkte
b) Selektivität	20	„
c) Störungsfreiheit gegen Wechselstromtönen	10	„
d) Raumbedarf und Aufbau des Empfängers	8	„
e) Bedienbarkeit	8	„
f) Raumbedarf und Bauweise des Netzanschlusses	15	„
g) Vermeidung störender Ausstrahlung	20	„
h) Herstellung der Einzelteile	10	„
i) für jede ersparte Röhre	20	„

Soweit die geforderten Leistungen durch einen besonders großen Aufwand an technischen Mitteln oder an Stromverbrauch erzielt werden, werden die betreffenden Leistungen entweder gar nicht oder mit einer entsprechend geringeren Punktzahl bewertet.

5. Die Apparate mit den zugehörigen Röhren sind mit einem Kennwort versehen, aber ohne Namensnennung, an den Vorsitzenden der Prüfungskommission, Abteilungsdirektor Dr.-Ing. Harbich, Berlin-Tempelhof, Reichspost-Zentralamt, Schöneberger Straße, franko unter „Einschreiben" einzusenden oder abzugeben. Dem Gerät muß ein ausführliches Schaltschema sowie die Angabe beigefügt sein, daß es sich um eine Bewerbung um die silberne Heinrich-Hertz-Medaille handelt. Außerdem sind in einem besonderen Einschreibebrief an dieselbe Adresse zu senden:

a) die unter Punkt 2 geforderten Angaben und die eidesstattliche Erklärung,
b) das Kennwort des Empfängers und die Adresse des Bewerbers.

Auf dem Briefumschlag, der erst von der Kommission geöffnet wird, ist auf der Vorderseite als Absender das rot unterstrichene Kennwort des Empfängers ohne Namensnennung des Bewerbers anzugeben.

6. Die unter Punkt 5 bezeichneten Sendungen müssen spätestens am 15. VII. 1928 eingehen.

7. Die Heinrich-Hertz-Gesellschaft kann von jedem Bewerber die Vorführung und mündliche Erläuterung des von ihm eingereichten Gerätes verlangen.

9. Die Heinrich-Hertz-Gesellschaft hat das Recht, eine Beschreibung des mit der silbernen Heinrich-Hertz-Medaille ausgezeichneten Gerätes nach ihrem Gutdünken zu veröffentlichen.

9. Die Hin- und Rücksendung des Empfangsgerätes geschieht auf Kosten und Gefahr des Bewerbers.

10. Für irgendwelche Beschädigungen oder für den Verlust von Geräten, die z. B. bei dem Transport, der Lagerung oder der Prüfung der Geräte entstehen sollten, übernimmt die Heinrich-Hertz-Gesellschaft keinerlei Ersatzpflicht. Es bleibt den Bewerbern überlassen, ihre Geräte selbst zu versichern. *of.*

Energiewirtschaft.

Konkurrenzfähige Preise für Elektrizität im Haushalt. — C. F. Lacombe hat, z. T. unterstützt durch amtliches Material, Untersuchungen der Haushaltungsbudgets und der Einkommen nach Zahl und Größe vorgenommen, die ihm bei einer Gegenüberstellung mit den Tarifen einer großen Zahl von Elektrizitätswerken eine Beurteilung der Konkurrenzfähigkeit der Elektrizität mit Gas, Kohle usw. ermöglichen. Wesentlich erscheint zunächst die Feststellung, daß bei Jahreseinkommen unter durchschnittlich 2600 $ keine großen Verwendungsmöglichkeiten für Elektrizität im Haushalt bestehen, weil die Vermögenslage i. a. die Beschaffung elektrischer Apparate nicht zuläßt. Aus den Zahlentafeln über die Haushaltungsbudgets seien nur kurz folgende Daten erwähnt: Die jährlichen Ausgaben für Beleuchtung, Kochen, Kühlung, Warmwasserbereitung zum Baden und Waschen betragen durchschnittlich bei Einkommen von 2100 bis 3000 $ 84 $, von 5000 $ 156 $, von 7000 $ 219 $ und von 8000 $ 267 $. Der monatliche Elektrizitätsbedarf wird für Licht und kleinere Verrichtungen auf 30 kWh, für Licht und Kühlung auf 100 kWh, Licht und Kochen auf 130 kWh, Licht, Kochen und Kühlung auf 200 kWh, schließlich für Licht, Kochen, Kühlung und Warmwasserbereitung auf 400 kWh erfahrungsgemäß geschätzt. Die Gegenüberstellung der im Budget vorgesehenen Ausgaben mit diesen Verbrauchszahlen gibt die Grenzpreise für elektrische Energie, die als konkurrenzfähig angesehen werden können. Hierbei kommt Lacombe auf Grund seiner Untersuchungen der Tarife von 376 großen Werken zu dem Schluß, daß nur 39 Gesellschaften Preise bieten, die eine Elektrisierung der Haushaltungen ermöglichen; bei einigen Gesellschaften genügen die Preise den Anforderungen nur für die Bedürfnisse in höheren Einkommenstufen. Interessant ist die Feststellung, daß unter den Werken, die niedrigste Preise bieten, Werke mit reinem Dampfbetrieb vertreten sind. Zum Schluß behandelt der Verfasser kurz die Frage, warum eine große Zahl von Werken ihre Preise so hoch halten, daß eine Elektrisierung der Haushaltungen nicht möglich ist. Sein Urteil geht dahin, daß viele Werke aus dem Verkauf von Lichtstrom zu hohen Preisen genügend große Gewinne ziehen, um die Investitionen gut verzinsen zu können, so daß sie dem Haushaltstromgeschäft kein besonderes Interesse entgegenbringen zu müssen glauben. Solche Unternehmungen erfüllen nach seinem Urteil nicht die Pflichten gegenüber der Allgemeinheit, die ihnen die Verleihung von Monopolrechten auferlegt.

Lacombes Ausführungen verdienen auch bei uns in Deutschland volle Beachtung besonders deswegen, weil sich die deutschen Elektrizitätswerke größtenteils in gleicher oder mindestens sehr ähnlicher Lage wie die Unternehmungen in den V. S. Amerika befinden, die darauf hindrängt, neue Absatzgebiete zwecks Verbesserung der Ausnutzung ihrer Anlagen zu erschließen. Untersuchungen der Haushaltungsbudgets innerhalb verschiedener Einkommenstufen würden auch bei uns manch wertvollen Fingerzeig für den Aufbau von Haushaltungstarifen geben; es fragt sich nur, wieweit die Elektrizitätswerke von sich aus solche Erhebungen durchführen können und notfalls die Unterstützung der Behörden finden werden. Unter Umständen aber würde schon mit Ermittlungen im kleineren Kreis mancherlei erreicht werden, etwa innerhalb der Angestellten großer Unternehmungen, denn schließlich werden doch Haushaltungen, denen nur ein mittleres Einkommen zur Verfügung steht, das Gros der Haushaltstromverbraucher bilden. (El. World Bd. 89, 1927, S. 1139.) Dipl.-Ing. Rückwardt.

Staatliche Elektrizitätswirtschaft in der Tschechoslowakei[1]. — Arbeitsminister Dr. Spina hat in einer Sitzung des staatlichen Elektrizitätsrats das Arbeitsprogramm seines Ministeriums erörtert. Die tschechoslowakische Regierung will in diesem Jahr große Regulierungsarbeiten an der Moldau und an der Elbe sowie an verschiedenen kleineren Flüssen durchführen und parallel damit an den Staudämmen neue Kraftwerke erbauen. Seit 1918 sind mit Hilfe des Ministeriums 11 Kraftwerke errichtet worden, die eine Gesamtleistungsfähigkeit von 13 000 kW und eine Jahreserzeugung von 58 Mill. kWh aufweisen. Nun projektiert das Ministerium den Ausbau weiterer 9 Wasserkraftwerke von zusammen 127 000 kW und 550 Mill. kWh Jahresproduktion. Im Stadium der Vorarbeiten befinden sich folgende Anlagen: Schreckenstein (18 000 kW), Kostelec a. E. (5500 kW), Frain an der Thaya (4400 kW), Ladce an der Waag (12 000 kW), an dem Uzflusse 2400 kW und Stěchowitz-Slavy an der

[1] Vgl. auch ETZ 1927, S. 1328.



Moldau (76 000 kW). Dieses letztere Werk soll mit der Seestadtler Dampfzentrale, die Prag über 84 km bei 110 kV z. Z. mit 30 000 kW beliefert, vielleicht den ganzen Bedarf von Böhmen decken und die im Gange befindliche Elektrisierung der Bahnen im westlichen Teil der Tschechoslowakei ermöglichen. *P. P.*

Zu vorstehender Nachricht wird uns weiter mitgeteilt, daß die schon seit sieben Jahren laufenden Bauarbeiten an der Staustufe Schreckenstein, deren Kosten auf 150 Mill. Kč veranschlagt sind, erst 1932 beendet sein dürften. 1929 soll mit dem Bau der Wehre begonnen werden; die Stauung des Elbewassers wird dann bis Lobositz reichen und die Turbinenleistung bei einem Gefälle von 8,2 m 20 000 PS, die Jahresarbeit etwa 80 Mill. kWh betragen. Wegen der ungleichmäßigen Wasserführung ist mit der Notwendigkeit einer ausreichenden kalorischen Reserve zu rechnen. Da man mit dem Bau der Talsperren Stěchowitz und Wran an der Moldau noch nicht einmal begonnen hat, liegt die erwähnte, gewiß zweckmäßige Koppelung mit Seestadtl vorläufig noch in einiger Ferne. Über die Ergebnisse der staatlichen Elektrizitätswirtschaft in der Tschechoslowakei nach dem Bericht des Arbeitsministers hat auch die Trua[1] vor kurzem näheres mitgeteilt. Danach würde die Verbindung Seestadtl—Stěchowitz eine Leistung von 100 000 kW und eine Erzeugung von jährlich 400 Mill. kWh ergeben. Da der Verbrauch elektrischer Arbeit in der Tschechoslowakei überall rasch steigt, müssen manche bisherigen 22 kV-Leitungen demnächst auf 60 bzw. 110 kV umgebaut werden, eine Maßnahme, die besonders für die Westböhmischen Elektrizitätswerke, die Vereinigten Elektrizitätswerke der Nordwestslowakei und die Westslowakischen Elektrizitätswerke in Betracht kommt. Das Kapital der gemeinnützigen Unternehmungen, an denen der Staat beteiligt ist, betrug 1926 nahezu 300 Mill. Kč, wovon auf den staatlichen Anteil 70,8 Mill. Kč entfielen. Die Gesellschaften haben in diesem Jahr 347,4 Mill. kWh (158,6 i. V.) verkauft, u. zw. 223,6 Mill. kWh an den Großkonsum, d. h. der Verbrauch ist gegen 1925 um 52 % gestiegen. Die Zahl der angeschlossenen Gemeinden erreichte 1926 zusammen 2570 und die Länge der Starkstromleitungen 10 000 km.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[2]. — Nach einem vom preußischen Staatsministerium vorgelegten und kürzlich sowohl vom Staatsrat wie auch vom Hauptausschuß des Landtags genehmigten Westharz-Talsperrengesetz dürfen der Provinz Hannover aus Staatsmitteln zur Errichtung von Talsperren im Söse- und Odertal sowie eines Rhumepolders bei Northeim für den Hochwasserschutz (insgesamt 8,9 Mill. RM) 5,94 Mill. RM und zur Förderung der allgemeinen Landesmeliorationen (insgesamt 4,9 Mill RM) 3,26 Mill. RM gezahlt und außerdem ein Darlehn von 4,6 Mill. RM gewährt werden. Zwischen dem Staat und der Provinz, die zunächst eine Auslandsanleihe von 1 Mill. $ aufgenommen hat, besteht über dieses Projekt grundsätzliches Einverständnis; das Zusammenwirken beider auf elektrizitätswirtschaftlichem Gebiet wird der Provinziallandtag nach besonderen Vereinbarungen festlegen. Die Provinz betrachtet die Nutzbarmachung aller im Harzgebiet ihres Bereiches noch nicht verwerteten Wasserkräfte als ihre vornehmste Aufgabe und hat bekanntlich zu diesem Zweck in Goslar ein besonderes Vorarbeitenamt eingerichtet, ferner zur Durchführung des Unternehmens das Westharztalsperren-Kuratorium gebildet. Ihr wird das Enteignungsrecht mit gewissen Einschränkungen gegenüber staatlichem Eigentum verliehen. Auch hat sie ein Widerspruchsrecht in allen von Dritten betriebenen Verleihungsverfahren eingeräumt erhalten, durch die ihre Talsperrenanlagen wirtschaftlich oder finanziell berührt werden können.

[1] Bd. 10, 1928, S. 11.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 590.

Die Elektra, A. G., Dresden, erzielte 1927 an Geschäftserträgnissen 1 735 472 RM (1 249 698 i. V.), an Zinsen 747 318 RM (337 563 i. V.) und hat bei einem Reingewinn von 1 909 438 RM (1 385 628 i. V.) wieder eine Dividende von 12 % auf nunmehr 15 Mill. RM Aktienkapital vorgeschlagen. Dem Bericht ist eine Übersicht über die finanziellen Ergebnisse der hauptsächlichsten Unternehmungen beigegeben, an denen die Gesellschaft beteiligt ist.

Die A. G. für Gas-, Wasser- und Elektricitäts-Anlagen, Berlin, verzeichnet für 1927 eine Steigerung des Stromverkaufs von 1,464 Mill. kWh i. V. auf nahezu 2,6 Mill. kWh, also um rd. 75 %.

In dem für die kraftwirtschaftliche Ausnutzung der Werra günstigen Jahr 1927 vermochten die Werra-kraftwerke A. G., Weimar, den nutzbaren Absatz von 3,872 Mill. kWh i. V. auf 4,463 Mill. kWh, mithin um 15 % zu erhöhen. Ihre Einnahmen aus Stromlieferung usw. betrugen 177 122 RM (154 490 i. V.), der Überschuß 43 623 RM (47 646 i. V.); auf 1,260 Mill. RM Aktienkapital sind wieder 3 % Dividende zur Ausschüttung gelangt.

Bei der Überlandwerke und Straßenbahnen Hannover A. G. ist 1927 die Zahl der Abnehmer von 27 932 i. V. auf 30 024, der Anschlußwert von 54 230 auf 57 010 kW gestiegen. An elektrischer Arbeit hat die Gesellschaft 42,239 Mill. kWh bezogen (37,071 i. V.) und davon den Licht- und Kraftverbrauchern 23,223 Mill. kWh (18,732 i. V.), den Bahnen 15,238 Mill. kWh (14,623 i. V.) geliefert. Auf Eigenverbrauch und Verluste entfielen 3,778 Mill. kWh (3,716 i. V.). Während des Geschäftsjahres sind verschiedene Erweiterungen bzw. Erneuerungen in Unterwerken und Leitungsanlagen vorgenommen worden. Die Einführung eines neuen Grundgebührentarifs brachte für die Verwendung hauswirtschaftlicher Apparate, die die Gesellschaft mit Hilfe von Elektroausstellungen, Kochvorträgen usw. energisch gefördert hat, eine nicht unerhebliche Preisermäßigung. Der Licht- und Kraftbetrieb ergab 3 844 281 RM (3 492 743 i. V.).

Das Geschäftsjahr 1927 hat dem Elektricitätswerk Unterelbe A. G., Altona, eine nennenswerte Steigerung des Anschlußwertes und des Stromabsatzes gebracht. Ersterer ist im Stadtgebiet Altona von 47 511 auf 74 254 kW, also um 56 % gewachsen, im Überlandgebiet freilich von 20 206 auf 6159 kW gesunken, so daß sich im ganzen eine Zunahme um nahezu 19 % ergibt. Die nutzbare Stromabgabe zeigt eine Erhöhung von 48,233 auf 63,065 Mill. kWh, d. h. um rd. 31 %. Erzeugt wurden in der Zentrale Neumühlen und außerdem in den Kraftwerken Funkstraße, Osdorf und Gr. Flottbek (letztere beiden werden demnächst stillgelegt) 68,147 Mill. kWh (53,08 i. V.); mit dem Fremdbezug (hauptsächlich von den Hamburgischen Electricitäts-Werken) steigt dieser Betrag auf insgesamt 74,044 Mill. kWh (55,261 i. V.), ein Mehr von 34 %. Die Höchstabgabe war 21 620 kW (17 200 i. V.), die größte Tagesstromlieferung 307 237 kWh (236 690 i. V.). Durch die Bereitstellung von Mitteln für Errichtung von Mietsanlagen konnten in kurzer Zeit 4186 Haushaltungen angeschlossen werden. Die gemeinsam mit dem Verband Deutscher Installationsfirmen, Ortsgruppe Altona, betriebene Werbestelle für Elektrizitätsverwertung G. m. b. H. vermochte während ihres Bestehens bereits 6092 Apparate mit 2410 kW Anschlußwert zu verkaufen. Mit den Vereinigten Großkraftwerken in Rendsburg hat die Berichterstatterin einen Vertrag auf gegenseitige Unterstützung bis 6000 kW abgeschlossen. Durch eine für diesen Zweck vorgesehene Verbindungsleitung Elmshorn—Itzehoe wird ein Zusammenschluß mit sämtlichen größeren Elektrizitätswerken Schleswig-Holsteins erzielt. Die Einnahmen aus Stromlieferung, Mieten usw. betrugen 8 645 082 RM (7 058 386 i. V.), wozu an Erträgnissen der Altonaer Gas- und Wasserwerke 1 254 177 RM hinzukommen. Aus einem Reingewinn von 2 510 354 RM (1 536 627 i. V.) wurden bei nunmehr 22,150 Mill. RM Stammaktienkapital wieder 10 % Dividende verteilt.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV
Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 24. April 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Berlin, E. B., Hörsaal 301.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Oberingenieurs Dr. Löbl über: „Erdung, Nullung und Schutzschaltung".

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingange Gastkarten bereitgehalten. Eingeführte Gäste willkommen!

Nachsitzung im „Hotel am Knie" in Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Filmvorführungen.

Die Oberpostdirektion Berlin lädt die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins für

Freitag, den 20. April 1928, 20° Uhr (8 Uhr abends) zur Vorführung folgender Filme im **Posthörsaal der Oberpostdirektion Berlin, Postgebäude N 24, Artilleriestr. 10,** ein:

1. Herstellung und Prüfung von elektrotechnischem Porzellan (mit Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Wallich, Obering. d. Hermsdorf-Schomburg Isolatoren G. m. b. H.),
   a) Rohstoffaufbereitung — Dreherei v. Isolatoren — Gießerei — Zieherei — Presserei — Glühbrand in den Tunnelöfen. Glattbrand. Montage. Elektr. Massenprüfung. — Verpacken und Verladen.
   b) Maschinentechnisches Versuchsfeld — Keramische Versuchsanlage — Chemisches Laboratorium — Elektrische Versuchsfelder 300 000 V — Versuchstrecke 1 000 000 V — Versuchstrecke mit Überschlägen zwischen Kugel- und Spitzenelektroden. Nebelüberschläge — Mechanisch-Technisches Versuchsfeld — Temperaturwechselprüfung — Porositätsprüfung unter 300 at: Druckversuche an Isolierkörpern für Antennentürme. — 1400 m — Laufzeit: 90 min.
2. Postfahrten einst und jetzt. — 800 m Laufzeit: 40 min.

Eintritt und Garderobe unentgeltlich.

Fachtagung „Röntgenforschung".

Die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde veranstaltet **am Montag, dem 30. April 1928, im Langenbeck-Virchow-Haus,** Berlin NW 6, Luisenstr. 58/59, eine Vortragsfolge über verschiedene Gebiete der Röntgenforschung.

Führende Fachleute haben die Vorträge (mit zahlreichen Experimenten und Beispielen aus Wissenschaft und Praxis) übernommen. Die Teilnehmergebühr beträgt 10 RM; für Studierende gegen Ausweis 5 RM. Anmeldungen bis spätestens Montag, den 23. April, mittags, nimmt die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Straße 118 a II, entgegen, die auch nähere Auskunft, besonders über den Inhalt der Vorträge erteilt.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Der Entwurf für Abänderungen an den seit 1. Januar 1923 geltenden „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen" sowie der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren" ist in der Form, die er in der letzten Lesung der Gesamtkommission im April 1928 erhalten hat, nunmehr in Druck gelegt und kann als Sonderdruck der beabsichtigten

„Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929"

sowie der

„Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929"

bei der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstraße 23/24, kostenfrei bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis spätestens zum 16. Mai 1928 an die Geschäftsstelle des VDE zu richten, damit nach Erledigung evtl. Einwände der Entwurf zur Beschlußfassung der Jahresversammlung 1928 in Berlin vorgelegt werden kann.

Kommission für Isolierstoffe.

Nachstehend wird der von der Kommission für Isolierstoffe bearbeitete Entwurf der „Leitsätze für die Prüfung keramischer Isolierteile" bekanntgegeben.

Einsprüche gegen die vorliegende Fassung, die der diesjährigen Jahresversammlung zur Beschlußfassung und Genehmigung vorgelegt werden soll, sind bis spätestens 20. Mai 1928 in doppelter Ausfertigung an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.

Entwurf I

Leitsätze für die Prüfung keramischer Isolierteile.
Inhaltsübersicht.

I. Allgemeines.

§ 1. Begriffserklärung.

Keramische Stoffe im Sinne dieser Leitsätze sind anorganische Materialien, deren Festigkeit durch einen Sinterungsprozeß (Brennen bei mehr oder weniger hoher Temperatur) bewirkt ist.

Es kommen hauptsächlich Porzellan, Speckstein, Steinzeug und ihre Abarten hierbei in Frage.

§ 2. Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Juli 1928 in Kraft.

§ 3. Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für keramische Isolierteile, d. h. fertige, verwendungsfähige Konstruktionsteile, die in Niederspannungsgeräten, Installationen, Schaltgeräten usw. Anwendung finden, nicht aber für Probekörper, die zur Beurteilung der Masse besonders hergestellt werden.

Diese Leitsätze gelten im besonderen nur für solche keramischen Materialien, die bei Betriebstemperaturen bis 100 °C, ausnahmsweise etwas höher (z. B. bei Sicherungen), verwendet werden und bei denen im kalten Zustand keinerlei Leitfähigkeit durch Aufnahme von Wasser in die Poren entstehen darf.

Nicht hierher gehörig sind keramische Isolierstoffe für hohe Temperaturen, z. B. für Heiz- und Kochgeräte, bei denen mit Rücksicht auf die Temperaturbeständigkeit eine mehr oder weniger große Porosität in Kauf genommen werden muß und gegebenenfalls die Verschlechterung der Isolation bei niederer Temperatur (durch Aufnahme von Wasser) mittels Vorschaltung einer zweiten Isolation ausgeglichen wird.

II. Prüfungen.

§ 4. Art der Prüfungen.

Da allgemeine Vorschriften für die Prüfung mechanischer Festigkeitseigenschaften an beliebig geformten Stücken nicht gegeben werden können, beschränken sich die folgenden Leitsätze auf eine abgekürzte Prüfung der elektrischen Eigenschaften, Saugfähigkeit und Leitfähigkeit, bzw. der Bildung von Leitfähigkeit durch Wasseraufnahme.

Es ist zu unterscheiden zwischen der Prüfung von Bruchstücken einerseits und der von unverletzt zu erhaltenden Isolierkörpern anderseits.

§ 5. Prüfung der elektrischen Eigenschaften.

1. Zur Prüfung der Saugfähigkeit von Bruchstücken dient die Fuchsin-Druckprobe.

2. Zur Prüfung der Leitfähigkeit sowohl von Bruchstücken wie auch von ganzen Isolierkörpern und zur Prüfung der Saugfähigkeit unverletzter Isolierkörper werden wahlweise drei Methoden angegeben:

a) die Spannungs-Erwärmungsprobe,
b) die Stromdurchgangsprobe mittels der Glimmlampe,
c) die Spitzentasterprobe.

Bei Bruchstücken ist vorzugsweise die Fuchsin-Druckprobe anzuwenden. Die Spannungs-Erwärmungsprobe eignet sich besonders für große Isolierkörper und für Hochspannungsisolatoren, die Spitzentasterprobe für kleine Körper, insbesondere solche für Niederspannung; die Stromdurchgangsprobe mittels der Glimmlampe ist schließlich in beiden Fällen verwendbar, jedoch vorwiegend für kleine Stücke bei Niederspannung.

III. Versuchsausführung.

§ 6. Fuchsin-Druckprobe.

Die Prüfstücke werden in eine Lösung von 1 g Fuchsin in 100 g Methylalkohol gelegt; sie sind darin mit 600 Atmosphären-Stunden zu beanspruchen, wobei der Druck mindestens 150 at betragen soll. Wird nach Zerschlagen der Prüfstücke festgestellt, daß das Färbmittel in den Werkstoff eingedrungen ist, so entspricht der letztere nicht den Anforderungen dieser Leitsätze.

§ 7. Vorbehandlung für die Prüfungen durch Befeuchtung.

Zur Befeuchtung des Prüfkörpers genügt im allgemeinen 24stündiges Einlegen in Wasser, bzw. entsprechendes Einhüllen in feuchte Tücher oder in feuchtes Stroh, wobei jedoch die Packung, in die der Prüfkörper eingehüllt wurde, von Zeit zu Zeit wieder erneut anzufeuchten ist.

Empfohlen wird jedoch zur Erhöhung der Wirksamkeit der Befeuchtung 24stündiges Einbringen in siedendes Wasser, wobei zweckmäßig noch gleichzeitig verminderter Druck ($^1/_7$ bis $^1/_8$ at) angewendet wird.

Nach der Befeuchtung wird der Prüfkörper an der Oberfläche abgetrocknet, so daß ein feuchter Überzug nicht mehr vorhanden ist. Nach dem Abtrocknen ist zur Verdampfung der Oberflächenfeuchtigkeit vor der Prüfung noch eine weitere Zeit zu warten, die bei kleinen Stücken etwa ¼ Stunde, bei großen bis zu 2 Stunden betragen soll.

§ 8. Spannungs-Erwärmungsprobe.

Nach der Befeuchtung und Abtrocknung der Oberfläche werden gut anliegende Elektroden an unglasierten Stellen angebracht, wozu gegebenenfalls auch die normalen Armaturen des betreffenden Isolators verwendet werden können. An die Elektroden wird zur Prüfung eine Wechselspannung von 50 Per./s angelegt und diese 15 min lang etwa 5 % unterhalb der Überschlagspannung gehalten; nach der Abschaltung wird, z. B. durch Anlegen des Daumenballens, untersucht, ob an dem Prüfkörper in dem von der Spannung erfaßten Bereich eine merkliche Erwärmung aufgetreten ist. Es empfiehlt sich hierbei der Vergleich mit einem zweiten, möglichst ähnlichen, jedoch nicht unter Spannung gesetzten Isolator, der die gleiche Temperatur hat wie der zu prüfende Körper vor der Prüfung.

Da die Spannungs-Erwärmungsprobe im allgemeinen einen großen Bereich des Isolators umfassen wird, kann man sich auf e i n e Prüfung an einem Körper beschränken; die Elektroden sind jedoch dabei so anzubringen, daß nicht einwandfrei erscheinende Stellen bei der Prüfung mit erfaßt werden.

§ 9. Stromdurchgangsprobe mittels Glimmlampe.

Nach Befeuchtung und Abtrocknung der Oberfläche (wie unter § 10 beschrieben) werden Elektroden an unglasierten Stellen auf den Prüfkörper gesetzt, wozu auch der unter § 5, bzw. § 10 aufgeführte Spitzentaster Anwendung finden kann. Eine Glimmlampe ist in Reihe mit dem Prüfkörper geschaltet; als Prüfspannung dient Gleich- oder Wechselspannung von 110 bis 220 V. Bei merklicher Wasseraufnahme oder Leitfähigkeit ist ein teilweises oder völliges Leuchten der Glimmlampe zu beobachten.*) Bei der Stromdurchgangsprobe mittels der Glimmlampe werden nur verhältnismäßig kleine Bereiche der Prüfung unterzogen; es empfiehlt sich daher, den Versuch an mehreren Stellen zu wiederholen oder mit den Elektroden einen größeren Bereich zu bestreichen; hierbei sind nicht einwandfrei erscheinende Stellen bei der Prüfung besonders zu berücksichtigen.

§ 10. Spitzentasterprobe[1].

Nach Befeuchtung und Abtrocknung der Oberfläche, wie unter § 6 beschrieben, wird der Spitzentaster auf den Prüfkörper gesetzt und beobachtet, ob die Spannung abfällt oder auch ob Stromübergang durch Funken an den Spitzen des Tasters bei einer Spannung von etwa 3000 V auftritt; ist dies nicht der Fall und fällt die Spannung nicht ab, so ist das Material einwandfrei.

Bei der Spitzentasterprobe werden nur verhältnismäßig kleine Bereiche der Prüfung unterzogen; es empfiehlt sich daher, den Versuch an mehreren Stellen zu wiederholen oder mit den Elektroden einen größeren Bereich zu bestreichen; nicht einwandfrei erscheinende Stellen sind bei der Prüfung besonders zu berücksichtigen[2].

* Falls die Lampe leuchtet, ist der zu prüfende Körper zur Kontrolle mehrmals zu entfernen und wieder anzusetzen.

[1] Vgl. ETZ 1923. S. 10 u. S. 880.

IV. Anhang.

§ 11. Weitere Prüfvorschriften für Isolatoren.

Es gelten ferner im einzelnen noch

„Leitsätze für die Prüfung von Kettenisolatoren"; Sonderdruck VDE 282.

„Leitsätze für die Prüfung von Hochspannungsisolatoren mit Spannungstößen"; Sonderdruck VDE 367.

„Vorschriften für die Prüfung von Isolatoren für Betriebspannung über 500 V bis einschl. 35 000 V"; Veröffentl. ETZ 1927, Heft 15, Seite 515—517.

Abschnitt D der „Normen und Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren"; vgl. Vorschriftenbuch 1928, S. V.

§ 12. Prüfung keramischer Massen.

Für die Prüfung keramischer Massen zu Isolierstoffen an eigens dazu hergestellten Prüfkörpern dienen die vom Materialprüfungsausschuß der Deutschen Keramischen Gesellschaft herausgegebenen „Untersuchungs- und Prüfungsmethoden keramischer Rohstoffe und Erzeugnisse" (Band 8, Heft 1, Februar 1927, Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft), die Richtlinien enthalten:

1. für Festigkeitsprüfungen wie
   a) Druckfestigkeit
   b) Kugeldruckfestigkeit,
   c) Zugfestigkeit
   d) Torsionsfestigkeit,
   e) Biegefestigkeit und Elastizitätsmodul,
   f) Schlagbiegefestigkeit,
   g) Abnutzbarkeit;
2. für die Bestimmung der thermischen Eigenschaften wie
   a) Wärmeausdehnung,
   b) spezifische Wärme,
   c) Wärmeleitfähigkeit und Temperaturleitfähigkeit,
   d) Widerstandsfähigkeit gegen plötzlichen Temperaturwechsel.

Diese Methoden gestatten einen relativen Vergleich der Materialeigenschaften der untersuchten keramischen Massen. Sie sind jedoch, da sie besonders hergestellte verhältnismäßig k l e i n e Prüfkörper zur Voraussetzung haben, weder auf Fertigfabrikate anwendbar, noch auf Prüfkörper größerer Abmessungen.

Die spezifische Festigkeit ist an größeren Stücken gemessen stets kleiner als an Normalprüfkörpern.

Es ist zu beachten, daß eine Änderung des Herstellungsverfahrens auch Änderungen der physikalischen Eigenschaften zur Folge hat.

Beispielsweise kann eine nach dem Drehverfahren geformte keramische Masse die Fuchsin-Druckprobe bestehen, dagegen nach Formgebung durch Trockenpressung (sogenanntes Stanzen) vollkommen versagen.

---

25 Jahre Elektrotechnischer Verein des rheinisch-westfälischen Industriebezirks zu Dortmund e. V.

Ende Januar ging dem Verband Deutscher Elektrotechniker, den Vorstandsmitgliedern des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und sämtlichen angeschlossenen technischen Vereinen bzw. Gesellschaften die Festschrift des Elektrotechnischen Vereins des rheinisch-westfälischen Industriebezirks zu Dortmund e. V. aus Anlaß seines 25jährigen Bestehens zu. Die Festschrift enthält außer einer Vereinsgeschichte, die vielfach großes Interesse gefunden hat, Aufsätze von einzelnen Mitgliedern des Vereins über die Entwicklung der Elektrotechnik im rheinisch-westfälischen Industriebezirk, und zwar im Berg- und Hüttenwesen, in der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft und im Signal- und Meldewesen.

Die Feier selbst wurde am Sonnabend, den 28. Januar, durch einen zwanglosen Begrüßungsabend im Ratskeller zu Dortmund eingeleitet. Am Sonntag, den 29. Januar, vormittags 10.30 Uhr, fand eine offizielle Festsitzung in dem Saale des alten Rathauses zu Dortmund statt. Der altertümliche Saal mit seinen vielen historischen Erinnerungen gab von vornherein der Versammlung die richtige Weihe.

[2] Die Herstellung der Spitzentaster hat die Firma Transformatoren- und Apparatefabrik Nürnberg, Hans Magnus, Nürnberg, Galgenhofstr. 5, übernommen.
Sonderdruck VDE 282.
Sonderdruck VDE 367.
Veröffentl. ETZ 1927, Heft 15, Seite 515—517.
Vgl. Vorschriftenbuch 1928, Seite V.

Die Festfeier wurde eingeleitet durch einen musikalischen und gesanglichen Vorspruch, vorgetragen von Herrn Opernsänger Kronenberg, Düsseldorf. Hieran schloß sich eine Eröffnungsrede des zeitigen ersten Vorsitzenden, Herrn Direktor Hoffstadt, Dortmund. Besondere Begrüßungsworte galten der Stadtverwaltung Dortmund, dem Vertreter des Oberbergamtes, der Handelskammer, der Oberpostdirektion, den verschiedenen Maschinenbau- und Bergschulen des ganzen Reviers sowie den sämtlichen technisch-wissenschaftlichen Vereinen, die der Einladung gefolgt waren. Besonders herzliche Begrüßungsworte wurden der VDE-Leitung, Herrn Generaldirektor Krone und Herrn Generalsekretär Schirp gewidmet und den Elektrotechnischen Vereinen zu Düsseldorf, Barmen und Krefeld.

Von den noch lebenden 14 Gründern des Vereins waren 12 Herren bei der Feier anwesend.

In feierlicher Weise wurde die Ehren-Mitgliedschaft der beiden Herren Oberingenieur Fritz Schulte, Dortmund, und Zivilingenieur Ed. Waskowsky, Dortmund, die den Verein mitgegründet haben und seiner Leitung bis heute angehören, bekanntgegeben.

Nach einigen Worten des Willkommens, die in Vertretung des verhinderten Herrn Oberbürgermeisters Dr. jur. Eichhoff Herr Baurat Hartleb im Namen der Stadtverwaltung aussprach, ergriff Herr Generaldirektor Krone, der zeitige Vorsitzende des VDE, das Wort zu sehr interessanten, durch persönliche Erinnerungen wertvollen Ausführungen über die geschichtliche Entwicklung des VDE und besonders die Tätigkeit des Jubelvereins in seiner Entwicklung.

Als Vertreter der eingeladenen technisch-wissenschaftlichen Vereine sprach den herzlichsten Dank der zeitige Vorsitzende des Vereins Deutscher Ingenieure, Herrn Dr.-Ing. Wendt, Essen, aus und knüpfte daran sehr wertvolle Äußerungen bezüglich eines weiteren Zusammengehens der technisch-wissenschaftlichen Vereine Deutschlands und der hieraus erwachsenden Aufgaben.

Den technisch-wissenschaftlichen Teil der Veranstaltung hatte Herr Direktor Meier vom Kreis-EW. Gummersbach zu Dieringhausen übernommen mit einem Vortrag, lautend: „Die elektrisch ausgenützte Wasserkraft- und Wasserspeicher-Anlagen im rheinisch-westfälischen Industriebezirk". Das bisher sehr verstreute Material über das vorstehende Thema ist von Herrn Direktor Meier in vorbildlicher Weise mit außerordentlichem Fleiß zusammengetragen worden.

Nach einem kurzen Schlußwort des zeitigen Vorsitzenden des Vereins begaben sich die Teilnehmer in die Festsäle des Dortmunder Kasinos, wo bei kaltem Frühstück einige Stunden in angeregter Unterhaltung verbracht wurden.

Ein Festessen vereinigte sämtliche Teilnehmer nochmals abends 6 Uhr im goldenen Saal der Westfalenhalle. Der große stimmungsvolle Saal war bis zum letzten Platz besetzt. Nach dem Festessen fand ein Ball statt, der, untermischt mit humoristischen und künstlerischen Vorführungen, die Festteilnehmer bis zu den frühen Morgenstunden zusammenhielt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrot. Verein Aachen. 25. IV. 28, abds. 8 h, Hörsaal d. elektrot. Inst. d. T. H.: Vortrag Dr. Neukirchen, „Die Kommutatorbürste als Wackelkontakt".

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 26. IV. 1928, abds. 7½ h, Vortrag Dr. H. Lund, „AEG-Doppelnutmotoren".

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde, Berlin. 30. IV. 1928, vorm. 9 h, Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstr. 58-59: Fachtagung „Röntgenforschung" mit folg. Vorträgen: Prof. R. Glocker, „Kristallographische Grundl. der Röntgen-Metallographie". — Prof. H. Mark, „Entstehung u. Wesen der Röntgenstrahlen; ihre Wirkungsw. b. d. Feinstruktur-Untersuchung von Metallen". — Dr. R. Berthold, „Die Apparate der Röntgenforschung". — Prof. K. Herrmann, Methoden der Diagrammauswertung". — Dr. phil. F. Wever, „Erforschung des Feinbaues der Metalle u. Legierungen". — Prof. R. Glocker, „Anordnung der Kristallite in Vielkristallen (Texturen)". — Dr. R. Berthold, „Was leistet die Röntgenforschung für die Praxis?" — Dr. K. Günther, „Ermittlung der chem. Zusammensetzung". Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27.

Verein deutscher Gießereifachleute, Berlin. I. 5. u 6. V. 1928, 18. ord. Hauptversammlung in Berlin, Ingenieurhaus.

a) Vorträge: Dir. J. Petin, „Die Gießtechnik für Grauguß". — Dir. F. Herkenrath, „Die Verwendbark. d. Stahlgusses im Vergl. zu Grau- u. Temperguß". — Dipl.-Ing. L. Schmid, „Sonderbauformen u. Sonderbetriebsformen des Kupolofens". — Prof. M. v. Schwarz, „Der gegenwärtige Stand der Röntgentechnik u. ihre Nutzanwendung bei gegossenem Material". — Prof. Horneffer, „Die Vergeistigung der wirtschaftl. Arbeit". — b) Besichtigungen: Großkraftwerk Klingenberg, Gießerei der Hartung A. G., Berlin, Staatl. Porzellanmanufaktur.

II. 7.—12. V. 1928: Metallgießereitechnische Hochschulwoche, veranstaltet in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin, dem Gesamtverband dt. Metallgießereien und der Dt. Ges. für Metallkunde.

Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Friedrichstr. 100.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. 9. bis 11. VI. 1927, 67. Hauptversammlung in Essen-Duisburg.

9. VI. 1928. I. Mitgliederversammlung der Dt. Gesellsch. f. Bauingenieurwesen. Vorm. 9 h, kl. Saal im Börsengebäude: Oberbaurat H. Bock, „Die Wasserwirtschaft im rhein.-westf. Industriegebiet". — Baudir. v. Stegmann, „Ingenieurbauten im Bergbau über und unter Tage".

II. Fachsitzungen.

a) Vorm. 9 h, Kammermusiksaal im Städt. Saalbau: Verbrennungsmotoren. Dr.-Ing. Riehm, „Schnellauf der Dieselmaschinen". — Prof. Neumann, „Versuche an Dieselmotoren". — Dr.-Ing. Goßlau, „Experimentelle Untersuch. über Wärmebeherrschung u. Leistungsteigerung in luftgekühlten Flugmotorenzylindern".

b) Vorm. 9 h, Vortragsaal Kaupenhöhe: Betriebstechnik. Dr.-Ing. Rummel, „Betriebswirtschaft in Eisenhüttenwerken". — Dr. Voigt, „Betriebswirtschaft in Instandsetzungswerksätten". — Prof. Aumund, „Lagerung umladeempfindlicher Schüttgüter".

c) Nachm. 3 h, kl. Saal im Börsengebäude: Metallkunde. Dipl.-Ing. Obermüller, „Aufgaben, Verfahren u. Wirtschaftlichkeit beim Kokillenguß". — Dr.-Ing. Frommer, „Spritzguß u. Konstrukteur".

d) Nachm. 3 h, Roseneckssaal im Städt. Saalbau: Vertrieb. Prok. v. Appen, „Vertriebstechnik u. Ingenieur". — Ziviling. Bader, „Rationelle Absatzgestaltung". — Obering. Schlüter, „Die Einführ. eines Erzeugn. auf dem Markt".

e) Nachm. 3 h, Vortragsaal Kaupenhöhe: Ausbildungswesen. Prof. Matschoß, „Der VDI und die Fortbildung der Ingenieure". — Prof. H. Kluge, „Die Erziehung des Konstrukteurs". — Prof. Kraft, „Die Fortbildung der in der Praxis tätigen Konstrukteure".

10. VI. 1928: I. Fachsitzungen.

a) Vorm. 9 h, kl. Saal im Börsengebäude: Landwirtschaftstechnik. Prof. Vormfelde, „Die Entwicklungstendenzen im dt. Landmaschinenbau u. in den Weststaaten". — H. v. Scheidt, „Die Landwirtschaft des Industriegebietes u. ihre Forderungen an die Technik". — Dir. Feustel, „Die Bedeutung des rhein.-westf. Industriebezirks für den Landmaschinenbau".

b) Vorm. 9 h, Vortragsaal Kaupenhöhe: Anstrichtechnik. Oberbaurat Luther, „Techn. Vorbereitung für Anstriche". — Oberbaurat König, „Beobacht. über die Beanspruchung v. Schutzanstrichen an Fahrzeugen". — Dr. Droste, „Seifenbildung in Anstrichen, ihr Nachweis und ihre Bedeutung f. d. Haltbark. der Anstriche".

II. Mittags 1 h, gr. Saal des Städt. Saalbaus: Wissenschaftliche Verhandlungen. Prof. R. Riemerschmid, „Kunst und Technik". — Prof. R. Plank, „Naturwissenschaft und Technik".

11. VI. 1928: Besichtigungen.

Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27.



PERSÖNLICHES.

G. Rößler †. Wie bereits in ETZ 1928, S. 193 gemeldet, starb am 29. I. d. J. zu Danzig nach kurzer schwerer Krankheit der Geheime Regierungsrat Professor Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Gustav Rößler im 59. Lebensjahre. Sein Tod bedeutet für die Elektrotechnik im allgemeinen und für den Verband Deutscher Elektrotechniker im besonderen einen schweren Verlust.

Er war am 1. II. 1869 zu Berlin geboren, besuchte dort das Dorotheenstädtische Realgymnasium, studierte darauf in Berlin, München und Zürich und promovierte im Jahre 1892. Darauf wurde er an der Technischen Hochschule Charlottenburg Assistent des Professors



G. Rößler †.

Slaby und nahm in dieser Stellung lebhaften Anteil an der gerade damals stark einsetzenden Entwicklung des elektrotechnischen Unterrichts. Im Jahre 1894 habilitierte er sich für Elektrotechnik und Wärmelehre und erhielt im Jahre 1896 das Prädikat Professor. Nach drei Jahren würde er zum Dozenten ernannt.

Als im Jahre 1904 die Technische Hochschule Danzig eröffnet wurde, erhielt er den Ruf als ordentlicher Professor und übernahm die Einrichtung des elektrotechnischen Instituts, des elektrotechnischen Unterrichts im allgemeinen und im besonderen. Dieses Institut wurde seine Schöpfung und hat bis an sein Lebensende den Hauptinhalt seines beruflichen Wirkens gebildet. In allen das Lehramt betreffenden Fragen stellte er stets sehr hohe Anforderungen an sich, und so waren seine Vorträge bei großer Anschaulichkeit und Lebendigkeit der Darstellung, Muster in bezug auf Einheitlichkeit des Inhalts, Folgerichtigkeit der Anordnung und glänzende Abgeschliffenheit der Form. Auch die bis ins kleinste durchgearbeitete Vorbereitung der experimentellen Demonstrationen sicherte ihm stets Aufmerksamkeit und Beifall seiner Zuhörer und zeitigte vorzügliche Unterrichtserfolge. Dabei beschränkte er sich durchaus nicht auf die fachliche Ausbildung der Studenten, sondern stellte sich gern zur Verbreitung elektrotechnischer Kenntnisse in weiterem Kreise zur Verfügung.

Die Zeit der Gründung der Technischen Hochschule Danzig war auch die Zeit des Anfanges der elektrotechnischen Entwicklung des Ostens. Überall entstanden Elektrizitätswerke, und so fand er auf dem zu seinem Lehrbereich gehörigen Gebiet der elektrischen Anlagen ein lohnendes Feld lehramtlicher und privater Tätigkeit. Aus seiner schriftstellerischen Tätigkeit gingen die sehr beliebten Bücher über Elektromotoren für Gleichstrom und Wechselstrom sowie das Buch „Die Fernleitung der Wechselströme" — alles drei frühe Werke — hervor.

Eine umfangreiche und fruchtbare Tätigkeit entfaltete er im Verband Deutscher Elektrotechniker. Er war Mitglied der Ausschüsse für Einheiten und Formelzeichen, für Schaltbilder, für Überspannungsschutz, Vorsitzender der Kommission für Benennungen und des Redaktionskomitees der ETZ und Mitglied des Verbandsausschusses. Auch dem Elektrotechnischen Verein Berlin gehörte er als Mitglied des Ausschusses an. Nach der Losreißung Danzigs vom Deutschen Reich gründete er die Deutsche Elektrotechnische Gesellschaft zu Danzig, deren Vorsitzender er bis zu seinem Tode war.

Wenn wir uns nun das Bild seines Lebens vor Augen stellen, so sehen wir in ihm den mit reicher Begabung und voller Liebe zum Beruf ausgestatteten akademischen Lehrer, dessen Leistungen, wie die seines Lehrers Slaby, auf dem Gebiete zielsicheren, erfolgreichen Unterrichts liegen. Er sah seine Aufgabe nicht darin erschöpft, Fachwissen zu vermitteln, sondern betrachtete stets die kulturelle Allgemeinbildung als unerläßlichen Bestandteil der Erziehung zum Menschen. Es lag in seinem Wesen, nichts dem Zufall zu überlassen, sondern jeden Schritt sorgfältig zu erwägen und seine Handlungen festen Regeln unterzuordnen. Dieselbe kluge Voraussicht und strenge Befolgung fester Grundsätze wendete er auch auf seine Lebensführung an, um sich mit Bewußtsein gesund und arbeitsfrisch zu erhalten. Er war ein Meister in der sparsamen Verwendung und Erhaltung der eigenen Kraft. Bei mehreren Unfällen, die er auf beruflichen Reisen erlitt, war er im Enderfolg vom Glück begünstigt, wie er denn überhaupt auf der Sonnenseite des Lebens gestanden hat.

Um so erschütternder wirkte die Nachricht von seinem jähen Ende. Die Lücke, die sein Tod gerissen hat, wird sich nicht leicht schließen lassen, denn er war eine starke Persönlichkeit von eigener Prägung.

Ehre seinem Andenken!

F. Wöhrle. — Am 2. IV. d. J. beging Herr Oberregierungsbaurat a. D. Friedrich Wöhrle, Generaldirektor der Aktien-Gesellschaft Sächsische Werke, sein 25jähriges Dienstjubiläum. Er hat sich in dieser Tätigkeit um die Landeselektrizitätsversorgung große Verdienste erworben. In Württemberg beheimatet, studierte Herr Wöhrle an der T. H. in Stuttgart Maschinenbau und Elektrotechnik, kam 1899 als Ingenieur zur El.-A.G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, und von da 1903 zu deren Tochtergesellschaft Elektra in Dresden, die sich mit dem Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken befaßte. Im Jahre 1910 übernahm er in deren Diensten die Direktion der Zwickauer Elektrizitätswerk- und Straßenbahn-Aktiengesellschaft sowie später die Leitung der Erzgebirgisch-Vogtländischen Bahn- und Elektrizitätsgesellschaft in Annaberg. Als dann im Jahre 1916 die staatlichen sächsischen Elektrizitätswerke konstituiert wurden, übertrug ihm das Sächsische Finanzministerium die Direktion derselben. Hier hatte er die Aufgabe, die Landeselektrizitätsversorgung im Sinne der Beschlüsse des Landtages aufzubauen, eine Aufgabe, die Wöhrle so wirksam bearbeitete, daß er bei der im Jahre 1924 erfolgten Gründung der Aktiengesellschaft Sächsische Werke in deren Generaldirektion berufen wurde. Herr Wöhrle gehört heute zu den angesehensten Fachleuten auf dem Gebiete der öffentlichen Elektrizitätsversorgung, das in seinem planmäßigen Ausbau noch manche weitere Förderung von ihm erwarten darf.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Zur Frage der Definition des Leistungsfaktors.

Herr G. HAUFFE, Dresden, macht mich darauf aufmerksam, daß der Sonderfall eines symmetrischen Verlaufes des Stromes i zum Maximum der Spannung e nicht gekennzeichnet ist durch das Fehlen der geradzahligen Oberwellen, sondern durch das Fehlen aller Cosinusglieder in der Entwicklung von i. Im übrigen geht schon aus dem gegebenen Ausdruck für die Blindleistung hervor, daß zu deren Verschwinden schon das Fehlen des ersten Cosinusgliedes in der Entwicklung von i ausreicht.

Berlin, 19. II. 1928. K. E. Müller.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch der Physik. Unter red. Mitwirk. mehr. Fachgen. herausgeg. v. H. Geiger u. K. Scheel. Bd. VII: Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper. Redig. v. R. Grammel. Mit 290 Textabb., XI u. 413 S. in gr. 8°. Verlag v. Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 34,50 RM, geb. 36,60 RM.

Die beiden Hauptkapitel: Ideale und zähe Flüssigkeiten sind von Lagally, Dresden, und Hopf, Aachen, behandelt worden. Der Natur der Sache nach ist das erste



Kapitel wesentlich abgeklärter und daher mehr von formaler Schönheit erfüllt als das den Stempel einer in der Entwicklung begriffenen Disziplin tragende Kapitel der zähen Flüssigkeiten. Die ausgezeichnete Klarheit und Methodik des ersten Kapitels findet hier in den schöpferisch-empirischen Darlegungen zu den Begriffen, z. B.: Grenzschicht, Grenzübergang zu kleiner Reibung, Turbulenz, Rauhigkeit u. a., ein die Struktur einer physikalischen Wissenschaft gut ergänzendes Gegengewicht.

Ph. Forchheimer, Wien, behandelt in alter Meisterschaft und Gründlichkeit (diesem Kapitel wäre mehr Platz zu gönnen!) „Wasserströmungen", wie Stau- und Grundwellenprobleme, Wandungsunstetigkeiten, Ausfluß und Überfall, Wasserschloß, Widder und andere „Stoß"probleme. Betz und Ackeret, Göttingen, schrieben die ausgezeichnet in der Theorie verankerten Kapitel „Tragflügel und hydraulische Maschinen" (Betz) und „Gasdynamik" (Ackeret). Zum Schluß steht eine gründliche, zusammenfassende Darstellung der „Kapillarität" von Gyemant, Charlottenburg.

Die Erstklassigkeit der Autoren verbürgt das hohe Niveau, so daß sich der neue Band des nunmehr bald kompletten Handbuches der Physik sehr würdig den Vorgängern anschließt und darüber hinaus eine längst entbehrte zusammenfassende Darlegung des heutigen Standes der Strömungslehre bietet, die nicht nur den Physiker, sondern besonders auch den Ingenieur angeht, für den die Wichtigkeit der Strömungslehre immer mehr erkannt wird.

Fr. Eisner.

Der Stromverbrauch in Industrie und Landwirtschaft. Wirtschaftstechn. Unters. u. Ergebn. aus d. Elektrizitätswerksbetr. u. aus d. Praxis d. Stromverbrauchs. Von M. Kühnert. Mit 25 Textabb. u. 107 S. in 8°. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1927. Preis geb. 11,50 RM.

Das Erscheinen dieses Buches ist mit Freuden zu begrüßen, da es für den Elektrotechniker der verschiedensten Betätigung wertvolles Material bringt. Dieses ist nicht nur allgemein von großem Interesse, sondern es wird auch dem projektierenden und dem installierenden Ingenieur wertvoll sein. Schon eine Angabe über die behandelten Verwendungsgebiete der Elektrizität zeigt die Bedeutung dieses Buches, in dem wirtschaftliche Unterlagen über die Elektrizitätsversorgung in der Landwirtschaft, in Kleinstädten sowie in einer großen Zahl von industriellen Anlagen, wie Ziegeleien, Brennereien, Molkereien, Zuckerfabriken, Mühlen, Textilfabriken, Steinbruchbetriebe und keramische Fabriken, zu finden sind. Weiter beschäftigt sich ein besonderer Abschnitt mit der Elektro-Futterbereitung und den Kartoffeldämpfern. Diese Betrachtungen sind jeweils durch wertvolle Messungen und Diagramme ergänzt, so daß damit sehr brauchbares Material für die Ausführung von Anschlußanlagen in den vorgenannten Betrieben gegeben ist. Der Verfasser hat es verstanden, in übersichtlicher und knapper Form das Wesentliche zu bringen und dadurch die praktische Brauchbarkeit des Buches zu erhöhen.

Leider werden Resultate solcher Messungen, die sicherlich auch an anderen Stellen schon mehrfach, wenn auch nicht immer in solcher Ausführlichkeit, gemacht worden sind, von den Werken sehr selten veröffentlicht. Der Verfasser erklärt das in seinem Vorwort mit dem Zeitmangel der im Betriebe stehenden Fachgenossen. Das ist sicher ein wesentlicher Grund, aber wohl nicht der einzige. Vielfach wird leider eine gewisse Geheimniskrämerei mit derartigen Messungen getrieben, ohne daß durch ihre Veröffentlichung den Werken Schaden zugefügt werden könnte. Die Bekanntgabe solcher Betriebszahlen ist nicht nur für die Allgemeinheit, sondern auch für die anderen Werke wertvoll. Es wäre sehr zu wünschen, daß solche Veröffentlichungen öfter erfolgten, damit nicht immer wieder die gleichen zeitraubenden und teuren Untersuchungen angestellt werden müssen. Es scheint sogar eine gewisse Pflicht der Werke vorzuliegen, solche Zahlen bekanntzugeben. Hier liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen der fabrizierenden Industrie und den Elektrizitätswerken vor. Letztere genießen den Vorzug der ihnen erteilten Konzession, die nicht nur Rechte gibt, sondern auch die Pflicht auferlegt, die Interessen der Allgemeinheit tunlichst zu fördern.

Ohne den Wert dieses Buches irgendwie schmälern zu wollen, möchte ich doch für eine zweite Auflage zwei Wünsche aussprechen. Bei einer großen Zahl von Abbildungen ist die Beschriftung so klein, daß viele Benutzer sie nur mittels Vergrößerungsglases lesen können. Beispiele dafür sind die Abbildungen 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 20 und 23. Bei verschiedenen Diagrammen ist auf der Abszisse, soweit es sich um Tageskurven handelt, teils nachts 12 Uhr, teils morgens 6 Uhr, teils morgens 8 Uhr begonnen worden. Diese Verschiedenheit ist bei der Benutzung des Buches störend, und es wäre sehr empfehlenswert, in Zukunft im ganzen Buche die gleiche Einteilung zu verwenden, u. zw. entweder von 12 bis 12 oder von 6 bis 6.

G. Dettmar.

Ultraviolet Radiation. Its properties, production measurement and applications. Von M. Luckiesh 2. Aufl. Mit zahlr. Tab., XI u. 258 S. in 8°. Verlag von D. van Nostrand Company, Inc., New York 1927. Preis geb. 3,00 $.

Der Verfasser, Direktor in den Untersuchungslaboratorien der Lampenwerke der General Electric Comp., gibt in der vorliegenden, in zweiter Auflage erscheinenden Veröffentlichung eine klare Zusammenfassung der gegenwärtigen wichtigsten Kenntnis von den Eigenschaften, der Erzeugungs- und Meßweise und von den Anwendungen der ultravioletten Strahlen. Die gesamte hierhergehörige experimentelle Erfahrung wird mit reicher Sachkenntnis und großer Vollständigkeit wiedergegeben. Es wird damit dem für die praktischen Fragen auf diesem zu großer Bedeutung gelangten Gebiet sich interessierenden Leser ein trefflicher Überblick über die einschlägigen Ergebnisse der umfangreichen, teilweise schwer zugänglichen, hier gut gesichteten Originalliteratur geboten.

Hervorgehoben seien die eingehenden Angaben über die Zusammensetzung der Sonnenstrahlung, die ultraviolette Strahlung der gebräuchlichen Bogen- und Funkenentladungen und über die Ultraviolett-Durchlässigkeit fester, flüssiger und gasförmiger Medien. Ein besonderes Kapitel behandelt die Hilfsmittel und Verfahren zum Nachweis und zur Messung dieser kurzen Wellen. Unter den Anwendungen werden zahlreiche Beispiele der Bestrahlung von Körpern zu therapeutischen und zu chemischen bzw. chemisch-technischen Zwecken aufgezählt. Überall ist der Hauptwert auf die Wiedergabe des rein empirischen Tatsachenmaterials gelegt, während theoretische Gesichtspunkte stark zurücktreten. Man vermißt leider auch jeden Versuch, in den Mechanismus der einzelnen Strahlenwirkungen oder in die heute im allgemeinen nicht mehr unübersehbaren energetischen Verhältnisse einzudringen. Vielleicht hätte in dieser Hinsicht auch die wichtige Erscheinung der lichtelektrischen Wirkung in der Darstellung noch etwas stärker hervortreten dürfen. Zu begrüßen sind die ausgedehnten, jedem Kapitel angefügten Literaturangaben, die es dem Leser ermöglichen, an jeder gewünschten Stelle näher den Einzelheiten sich zuzuwenden.

A. Becker.

Das elektrische Haus. Von Dipl.-Ing. E. R. Ritter. Mit 62 Textabb. u. 90 S. in 8°. Verlag von Schubert & Co., Berlin-Charlottenburg. Preis geh. Ausg. A 1,20 RM, B 2,20 RM, C 3,50 RM.

Der Verfasser hat sich ein Eigenheim gebaut und darin alle Errungenschaften der Technik, besonders der Elektrotechnik verwertet. Mit Ausnahme der Zentralheizung wird alles elektrisch betrieben. Für den Elektrotechniker ist es nicht nötig, hier auf die Beschreibung der elektrischen Apparate einzugehen, die der Verfasser dem Leser in einem Gang durch das schöne Haus vorführt. Es ist alles sehr gut durchdacht und angeordnet. Nur auf einen kleinen Schönheitsfehler technischer Art will ich hinweisen, auf die Wäscherolle, die als Gewichtsrolle alter Bauart ausgeführt ist. Es ist technisch besser, Federdruck zu verwenden; es fallen dann die Beschleunigungsarbeiten fast ganz weg.

Das wichtigste für uns Elektrotechniker sind die Kostenberechnungen und Vergleiche. Es ist nachgewiesen, daß sich diese ausgedehnte Anwendung der Elektrizität im Hause des Verfassers rentiert. Die Rentabilität wird besonders durch Ersparnisse an der Zahl der Dienstboten gestützt; man braucht nur mehr einen Dienstboten. Allerdings ist dies auch durch die Bauart des Hauses (einstöckig) mitbegründet. Diese Berechnungen und Vergleiche zu studieren, kann ich jedem Fachgenossen nur empfehlen. Der Verfasser hat sich ein großes Verdienst erworben, daß er durch die genauen Aufzeichnungen ein wertvolles Material zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit beigebracht hat.

Aber auch in anderer Hinsicht ist dieses Büchlein sehr lehrreich. Man sieht, daß eine derartig ausgedehnte Ausnutzung der Elektrizität heute nur den „oberen Zehntausend" vorbehalten bleibt. Der Verfasser teilt mit, daß er in einem Jahr 20 750 kWh (davon 15 770 kWh als Nachtstrom) verbraucht hat. Die Kosten hierfür be-



trugen 1921 RM. Dazu ist noch die Verzinsung und Abschreibung der Anschaffungskosten zu rechnen im Betrage von 800÷1000 RM. Dieses Ergebnis ist sehr betrübend; man sieht aufs neue, daß die Hausfrauen des Arbeiterstandes und der mittleren Volkschichten leider immer noch nicht auf die Elektrizität als erschwinglichen Dienstboten rechnen dürfen. Die kommende Münchener Ausstellung „Heim und Technik" soll die Vorzüge der Technik im Heim dem Laien vor Augen führen. Die ausgedehnte Anwendung der Technik im Heim aber steht und fällt mit den Strompreisen und den Beschaffungskosten der Apparate. Noch ist das „elektrische Haus" für den wirtschaftlich Schwachen ein Luftschloß.

Schwaiger.

Das Weltreich der Technik. Entwicklung und Gegenwart. Von A. Fürst. Bd. 4: Lastenförderung, Kraftmaschinen, Der elektrische Starkstrom. Mit 963 Textabb., XXVI Taf. u. 538 S. in 8°. Verlag Ullstein, Berlin 1927. Preis geb. 36 RM.

Nun liegt auch der vierte Band dieses gewaltigen Werkes von Artur Fürst vor. Die beiden ersten Abschnitte dieses letzten Bandes hat der Verfasser noch vollendet, bevor ihm ein früher Tod die Feder aus der Hand genommen. Die Vollendung seiner großen Arbeit sollte er nicht mehr erleben. Hans Dominik hat deshalb im Sinne des Verstorbenen den letzten Abschnitt „Der elektrische Starkstrom" noch hinzugefügt.

Der erste Teil des Buches behandelt die „Lastenförderung" in vier Unterabschnitten (Stetige Förderer, Hebezeuge, Rohr- und Seilpost, Aufzüge). Auf den folgenden 275 Seiten wird dann das Gesamtgebiet der „Kraftmaschinen" in fünf Abschnitten dargestellt. Nachdem man mit den verschiedenen „Muskel-, Wind- und Wasserkraftmaschinen (einschl. Talsperren)" bekanntgeworden ist, wird auf die „Kolben-Dampfmaschine" ausführlich eingegangen. „Die Dampfturbine" und „der Dampfkessel" vervollständigen die Darstellung des Dampfes als Krafterzeuger. Den Schluß dieses Abschnittes bildet das Kapitel über „die Gas- und Ölmaschine". Dieses führt uns bis zur neuesten technisch durchgebildeten Errungenschaft, der Holzwarth-Gasturbine.

Wie schon erwähnt, hat die letzten 150 Seiten Hans Dominik dem elektrischen Starkstrom gewidmet. Mit der „Entwicklung der Starkstromtechnik" beginnend, geht der Verfasser zur Schilderung der „technischen Beherrschung der elektrischen Energie" über, um dann die „Anwendungsgebiete des Starkstroms" zu schildern. Das Schlußkapitel beschäftigt sich mit dem „Großkraftwerk der Gegenwart". Damit ist der vierte und letzte Band dieses gewaltigen Werkes abgeschlossen.

Beim Durchblättern der vier Bände (ETZ 1923, S. 115; ETZ 1925, S. 66; ETZ 1927, S. 1283) zieht das Weltreich der Technik in seiner ganzen gewaltigen Größe an unsern Augen vorüber; die anschauliche, klare und bilderreiche Sprache des meisterhaften Darstellers Artur Fürst bringt es auch dem Fernstehenden nahe. Der Verfasser hat sich selbst ein bleibendes Denkmal geschaffen. Möge auch dieser letzte Band gleich den früheren zahlreiche Freunde finden.

Moench.

Perlitguß. Eine Sammlung einschlägiger Arbeiten. Im Auftr. d. Studienges. f. Veredelung von Gußeisen G. m. b. H. herausg. v. Dipl.-Ing. G. Meyersberg. Mit 92 Textabb., IV u. 112 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 7,50 RM[1].

Wie Titel und Vorwort besagen, handelt es sich bei dem vorliegenden Buch um eine Sammlung von Veröffentlichungen verschiedener Verfasser, auch des Herausgebers, die seit 1920, dem Jahre, in dem sich die Firma Lanz den Perlitguß nach Stoff und Herstellungsverfahren patentieren ließ, erschienen sind. Diese Art der Verarbeitung des einschlägigen Schrifttums hat den Vorteil, daß in einem weiteren Bande später erscheinende Arbeiten gesammelt werden können, ohne daß der erste an Wert einbüßt. Dem Fachmann wird nützlicher Nachschlagestoff geboten, dagegen wird der Nichtfachmann, der sich über den heutigen Stand der verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Perlitguß unterrichten will, enttäuscht sein, denn in dem Buch findet er nur den Lanzschen Perlitguß beschrieben, dessen Einführung in den Maschinenbau Hauptzweck der Studiengesellschaft für die Veredelung von Gußeisen ist. Wenn auch der Stoff Perlitguß Lanz geschützt ist, so läßt es sich doch nicht verhindern, daß neue Verfahren, ihn herzustellen, entstehen, und nicht leugnen, daß er schon früher, mehr oder weniger bewußt, z. B. unter dem Namen Halbstahl, erzeugt wurde, so daß dieser einseitigen Behandlung die Berechtigung abgesprochen werden muß. In dieser Form erscheint das Buch mehr als eine geschickte wissenschaftliche Werbung für den Lanzperlitguß, ganz im Widerspruch zu dem im Vorwort gegebenen Versprechen, ein möglichst abgerundetes Bild des ganzen Gebietes geben zu wollen.

[1] Im Buchhandel vergriffen.

Ziemlich vollständig ist die Literaturübersicht, bis etwa auf den fehlenden Hinweis auf die grundlegende Arbeit von Maurer (1925) über sein Gußeisendiagramm. Maurer trägt darin Silizium und Kohlenstoff auf Koordinaten ein und teilt das Feld von 0 % *Si* und 4,3 % *C* bis 7 % *Si* und 1 % *C* durch Vektoren in drei Felder, ein zementitisches, ein perlitisches und ein ferritisches, und es kann auch der Nichtfachmann, z. B. der Konstrukteur, sich leicht darüber klar werden, in welchem Gebiet das zu verwendende Eisen liegt, wenn er weiß, daß das ferritische Gußeisen im allgemeinen weich und schwammig, das zementitische zu hart und zu schwer zu bearbeiten ist. Je nach der Abkühlungsgeschwindigkeit, die beim Lanzverfahren durch starkes Erhitzen der Formen vermindert wird, bei anderen Verfahren durch hohes Überhitzen des flüssigen Eisens, verschieben sich die Grenzen des Perlitgusses nach der einen oder andern Richtung.

Die als Anhang wiedergegebenen Merkblätter der Studiengesellschaft über deren Prüfungsverfahren für Gußeisen verdienen allgemeines Interesse.

M. Escher, Sayn a. Rh.

Rezepte für die Werkstatt. Von Dr. F. Spitzer. (H. 9 d. Werkstattbücher, herausg. v. E. Simon.) 2. vermehrte u. verbesserte Aufl. mit 72 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis kart. 1,80 RM.

Das bereits in zweiter Auflage erschienene Heft bringt, wie sein Titel besagt, Rezepte für die Werkstatt, etwa 300. In seinem weitaus größten Teile wird die Oberflächenveredelung der Metalle besprochen, zunächst die Vorbereitung der Metalloberfläche und dann die eigentlichen Veredelungsverfahren selbst (galvanische Metallniederschläge, chemische Metallfärbung, Emaillieren, Metallspritzverfahren usw.). Nach der Entstehung der Rostbildung wird der Schutz gegen diese behandelt, auch auf die Wärmebehandlung der Metalle (Glühen und Härten) wird eingegangen. Es folgen Rezepte für Zusammenfügungsarbeiten, wie Löten und Schweißen, aber auch die verschiedensten Kitte und Klebemittel sind nicht vergessen. Schließlich werden fernerliegende Rezepte wie beispielsweise Schreiben auf Glas, Herstellung von wasserdichtem Papier, Nachschärfen stumpfer Feilen usw., gebracht. Vor jeder einzelnen Abteilung wird in einem kurzen Abschnitt das Grundsätzliche für die folgenden Rezepte als Einleitung hervorgehoben. Auf kurzem Raum ist eine Zusammenstellung von Rezepten gegeben, die für den im Betriebe Stehenden sicherlich von Nutzen sein wird.

Witt.

Dighe. Von Ettore Scimemi. Mit 442 Textabb., 5 Tab., X u. 512 S. in 8°. Verlag von Ulrico Hoepli, Mailand 1928. Preis 60 Lire.

Die Stauwerke (Talsperren, feste und bewegliche Wehre) spielen eine wichtige Rolle in der Wasserwirtschaft, die sich in den letzten Jahrzehnten besonders nach der verkehrs- und energiewirtschaftlichen Seite hin stark entwickelt hat. Das Buch von Ing. Scimemi behandelt den umfangreichen Stoff auf knappem Raum in folgenden 8 Hauptabschnitten: Zweck, Wirkung, Wasserhaushalt der Staubecken — Stauwerke in Mauerwerk — Massive Schwergewichtsmauern — Einzel-Gewölbemauern — Gewölbereihenmauern — Erd- und Steindämme, Trockenmauern — Entnahme- und Entlastungseinrichtungen — Bewegliche Wehre.

Die Darstellung der hydrologischen, hydraulischen, Bau- und Betriebsbedingungen der verschiedenen Arten von Stauwerken wird in enger Anlehnung an zahlreiche, im allgemeinen gut gewählte Beispiele besprochen, so daß ein übersichtliches und ziemlich vollständiges Bild des heutigen Standes der vielseitigen Technik des Stauwerkbaues entsteht. Eine noch eingehendere Verfolgung der neuesten in Deutschland und den nordischen Ländern erzielten Fortschritte in der Konstruktion von Großschützen, Walzen- und Segmentwehren und im Bau und Betrieb von Fischpässen hätte noch zur Erhöhung des Wertes des gehaltvollen, auf ein weitreichendes Literaturstudium abgestützten Buches beitragen können. Leider beeinträchtigt die vergleichsweise ziemlich mangelhafte zeichnungs- und drucktechnische Ausstattung des Buches den Eindruck der ihrem wissenschaftlichen Gehalt nach recht guten Arbeit des Verfassers.

Ludin.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

25 Jahre Siemens-Schuckert. — Am 4. II. 1903 ist zwischen der Siemens & Halske A. G., Berlin, und der Elektrizitäts-A. G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, ein Abkommen unterzeichnet worden, die der Starkstromtechnik dienenden Werke beider Firmen in einer Gesellschaft m. b. H. zu vereinigen. Diese hat unter dem Namen Siemens-Schuckertwerke mit 90 Mill. M. am 1. IV. 1903 ihre Tätigkeit unter Leitung der Herren A. Berliner, H. Schwieger, F. A. Spiecker, C. Dihlmann, H. Natalis, O. Petri, R. M. Friese und F. Nerz aufgenommen. Vorsitzender des Aufsichtsrats wurde Wilhelm v. Siemens. Es wäre verlockend, angesichts dieses Marksteins am Lebensweg der deutschen Elektroindustrie nach nunmehr 25 Jahren den Werdegang und die außerordentlichen Erfolge des seit 1927 als Aktiengesellschaft[1] wirkenden Unternehmens auch hier zu schildern; leider erlaubt der verfügbare Raum nur den Hinweis auf ihre eingehende Darstellung durch A. Rotth in der Siemens-Z. (März 1928) und auf einen vom derzeitigen Vorsitzenden des Vorstandes der SSW, Direktor Dr. C. Köttgen, im Siemens-Jahrbuch[2] veröffentlichten Aufsatz, der mit folgenden beachtenswerten Worten schließt: „Der heutige Absatz hat sich, im Vergleich mit den Jahren vor dem Kriege, nach der Seite des Bedarfes für den täglichen Konsum verschoben. Der Bedarf an elektrischem Strom, auf den Kopf der Bevölkerung berechnet, ist in starkem Zunehmen begriffen. Die Elektrotechnik selbst sorgt für diese Zunahme durch die Schaffung der vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten des elektrischen Stromes für den täglichen Bedarf des einzelnen.

Ein gleich starkes Anwachsen des Bedarfes an Maschinen und elektrotechnischen Einrichtungen für Produktionsstätten, für Erweiterungen und Neubauten der Wirtschaft, wie es die Jahre 1903 bis 1914 gebracht haben, ist jedoch noch nicht vorhanden. Zwar wird an vielen Stellen modernisiert, auch werden sogar in dem einen oder anderen Wirtschaftsgebiete Neubauten errichtet. Die große Linie der Entwicklung fehlt jedoch noch. Das Erreichen dieses Zieles liegt nicht in der Hand einer Industrie allein, auch nicht in der Hand der Industrie als Ganzes. Das ist Sache der Wirtschaftspolitik. Vor dem Kriege herrschte freies Spiel der Wirtschaftskräfte. Es ging der Arbeitnehmerschaft gut, das Unternehmertum konnte genügend Mittel, nicht so sehr zur Ausschüttung einer Rente wie zum inneren Ausbau der Werke, zu Erweiterungen und Neubauten verwenden. Der so wichtige Export kam zu seinem Recht. Die wachsende und durch Betriebsverbesserungen freiwerdende Arbeitnehmerschaft fand Arbeitsgelegenheit.

Heute sind die Hände gebunden. Die staatliche Lohnpolitik nimmt in der Wirtschaftspolitik die erste Stelle ein. Die kommende Entwicklung muß beweisen, ob in dem Abwägen zwischen Lohnanteil und Entwicklungsanteil der Wirtschaft das richtige Maß getroffen ist."

Aus der schwedischen Elektroindustrie. — Die Aktien der Allmänna Svenska Elektriska A. B., Västerås, wurden in den letzten Jahren an der Stockholmer Börse zu folgenden Mindestkursen notiert: 1925 mit 39 %, 1926 mit 63 %, 1927 mit 77 %, 1928 bis 1. III. mit 97 %. Diese Werte lassen auf eine regelmäßige und solide Befestigung der Geschäftslage des Unternehmens schließen. 1927 hat es seine Tätigkeit ausgedehnt, doch bringt der Jahresbericht keine Angaben über den Umfang der Produktion. Die erweiterten Fabrikationsstätten in England befassen sich vorwiegend mit Transformatorenbau und beschäftigen einige Hundert Arbeitnehmer. Eine bereits vor der russischen Revolution geplante Fabrik in Jaroslaw wird zur Zeit errichtet, u. zwar für eine Jahreserzeugung von etwa 30 000 Maschinen in den Größen von 0,25 bis 700 PS. Die Ausfuhr weist erhöhte Ziffern auf. Nach der amtlichen Statistik betrug der Ausfuhrwert der elektrischen Maschinen — das letzte Vorkriegsjahr 1913 mit 100 % gerechnet — 1927 750 % gegenüber 597 % i. V. Diese Warengruppe schließt aber Erzeugnisse anderer Herkunft, z. B. elektrische Staubsauger, ein und ist somit für den Export der ASEA nicht maßgebend. Die Preislage befriedigt noch nicht. Nach einem Index der Preise normaler Motoren betrugen diese im ersten Halbjahr 1927 etwa 115 % derjenigen von 1913. Die Zahl der Angestellten ist im Berichtsjahr auf 6959 (6312 i. V.) gestiegen. Auch sollen die vorliegenden Aufträge gegenüber dem Vorjahr erheblich größer sein. Darunter befinden sich namhafte Bestellungen aus Deutschland und England, die in Wettbewerb mit der sehr starken nationalen Industrie hereingeholt wurden. Eine neue Tochtergesellschaft, die Società Italiana di Elettricità Asea wurde in Mailand mit 0,2 Mill. Lire gegründet und erscheint in der Bilanz mit 1 Kr Buchwert. Der Rohertrag ist von 4,536 auf 5,249 Mill. Kr gestiegen und ergibt mit Einkommen aus der Finanz- und Grundstücksverwaltung einen Bruttogewinn von 6,73 Mill. Kr (5,99 i. V.). Der Reingewinn betrug 4,549 Mill. Kr (3,939 i. V.), wovon 4,5 Mill. Kr (3,75 i. V.) als 6 % (5 %) Dividende auf 75 Mill. Kr Aktienkapital ausgeschüttet wurden. Die Liquidität der Gesellschaft ist nach wie vor sehr gut. Die Bilanz des Eisenwerks Surahammar ist in den obigen Ziffern des Stammhauses mit enthalten. Seine Erzeugnisse, namentlich Dynamo- und Transformatorenbleche, gelten als vorzüglich, wodurch die Herstellung und der Vertrieb von Transformatoren günstig beeinflußt werden[1]. *Hldn.*

„Die internationale Elektrizitätsindustrie und ihre Verflechtung." — Wem die in der ETZ 1928, S. 434, besprochene Denkschrift der englischen „Beama" über Zusammenschlüsse und Trusts in der Elektroindustrie nicht zur Verfügung steht, sei auf einen in der „Wirtschaftskurve" der Frankf. Zg.[2] kürzlich von K. Grünebaum und L. Bauer unter obigem Titel veröffentlichten Artikel aufmerksam gemacht, der davon ausgeht, daß im Gegensatz zu den von einander unabhängig als nationale Gebilde aufgewachsenen „alten" Industrien, wie dem Bergbau, der Textilerzeugung und dem Maschinenbau, die während der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstandenen Industriezweige, besonders die elektrotechnische Industrie, infolge der Entwicklung der technischen Gundlagen und der Kapitalkonzentration durchaus anders aufgebaut worden sind. Sehr bald schon spannten sich hier Fäden und Verbindungen, auch über die Landesgrenzen hinaus, denen die Verfasser, hauptsächlich soweit solche finanzieller Natur sind, nachzugehen versuchen. Das geschieht in einer Reihe von Skizzen, die die General Electric Co., Thomson-Houston, die AEG-Gruppe, die Elektrobank, die Gruppen der Sofina, der Sidro und Chade, den Gesfürel-Konzern, Schneider-Empain, Brown, Boveri & Cie., Vickers und die englische General Electric Co. behandeln. Als außerhalb der Betrachtungen stehend werden Siemens und Westinghouse genannt, die, durch ein gewisses Freundschaftsverhältnis verbunden, nach Ansicht der Verfasser im Sinne ihrer Untersuchung nicht als Bestandteil des eigentlichen Netzwerks internationaler Verflechtung gelten sollen.

Jubiläum. — Am 1. IV. konnte die Firma Carl Kretzschmar, Beleuchtungs- und Elektro-Großhandlung, Breslau, ihr 25jähriges Geschäftsjubiläum feiern. Das Unternehmen hat sich zunächst mit dem Gasglühlicht befaßt, seit 1908 aber in Anpassung an die Elektrisierung des deutschen Ostens durch die Überlandzentralen elektrotechnische Installationsartikel und Beleuchtungskörper seinem Arbeitsgebiet angegliedert.

Aus der Geschäftswelt. — Während das erste Halbjahr 1927 den Vereinigten Isolatorenwerken A. G., Berlin-Pankow, noch keine voll ausreichende Beschäftigung geboten hatte, waren deren Werkstätten in der zweiten Jahreshälfte einigermaßen gut ausgenutzt. Das Preisniveau befriedigte allerdings auch dann noch zum großen Teil nicht. Die Gesellschaft verzeichnet einen Bruttogewinn von 304 375 RM (102 662 i. V.) und einen Reingewinn von 22 263 RM; der 1926 vorgetragene Verlust von 445 027 RM ist durch Zusammenlegung des Aktienkapitals gedeckt worden. Die 0,5 Mill. RM Vorzugsaktien erhielten für Juli/Dezember 6 % Dividende. — Die Vereinigten Zünder- u. Kabelwerke A. G., Meißen, konnten 1927 infolge der wesentlichen Steigerung der Umsatzziffern ein günstiges Ergebnis erzielen, obwohl die Verkaufspreise häufig zu wünschen übrig ließen und Steuern, Löhne sowie soziale Lasten hohe Aufwendungen erforderten. Auf Generalwarenkonto wurden 1 606 087 RM (1 275 310 i. V.), auf Interessenkonto 38 968 RM (30 883 i. V.) eingenommen. Aus dem 410 729 RM betragenden Reingewinn (281 441 i. V.) sollen auf 1,86 Mill. RM Stammaktien, deren Erhöhung um 0,465 Mill. RM beantragt ist, 14% Dividende verteilt werden (11 % i. V.). — Unter der Firma Allgemeine Energieversorgung A. G. ist in Heidelberg mit 1 Mill. RM Grundkapital unter Beteiligung der Allgemeinen Lokalbahn- und Kraftwerke-A. G., Berlin, und der Kraftanlagen A. G., Heidelberg, ein Unternehmen gegründet worden, das die Errichtung, den Erwerb, Betrieb usw. von Einrichtungen und Anlagen zur gewerbsmäßigen Lieferung und Verwendung jeglicher Energieformen, den Erwerb der dazu erforderlichen Konzessionen usw. zum Gegenstand hat.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1095.
[2] Wiedergegeben in den immer sehr lesenswerten Siemens-Mitteilungen (Nr. 103) 1928.

[1] Nach „Affärsvärlden"
[2] 6. Jahrg. Heft IV., 1927, S. 470.

Abschluß des Heftes: 14. April 1928.



Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



.. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 26. APRIL 1928
..37—668)


TEFAG
TELEPHONE SIND DIE LEBENSNERVEN ALLER UNTERNEHMEN
AUTOMATISCHE TELEFONZENTRALEN
TELEPHONFABRIK BERLINER
BERLIN-STEGLITZ ◆ AKTIENGESELLSCHAFT ◆ SIEMENSSTR. 27

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme. Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 26. April 1928 | Heft 17

Die Frühjahrsausstellung im Hause der Elektrotechnik.

Von **E. Orlich**, Charlottenburg.

Die diesjährige Messeausstellung im Hause der Elektrotechnik wies keine besonderen Neuigkeiten oder Erfindungen von überragender Bedeutung auf; man kann auch nicht sagen, daß sie von irgendeiner Frage besonders beherrscht gewesen wäre, aber eine große Menge von Kleinarbeit auf allen Teilgebieten zeigt, daß man in fleißiger Arbeit wieder ein Stück vorwärts gekommen ist. Die Ausstellung war in diesem Jahre drei Tage länger geöffnet als in früheren Jahren; dafür muß gerade der Fachmann der Messeleitung Dank wissen; denn Fachleute und solche, die es werden wollen, — die Angehörigen der Technischen Hochschulen und Mittelschulen waren zahlreich erschienen — bekommen dadurch um so besser Gelegenheit, die Ausstellung eingehend zu studieren.

1. Maschinen, Motoren, Transformatoren, Antriebe.

Maschinen und Motoren in normalisierter und typisierter Form werden von vielen Firmen gezeigt; es ist nichts besonderes darüber zu bemerken.

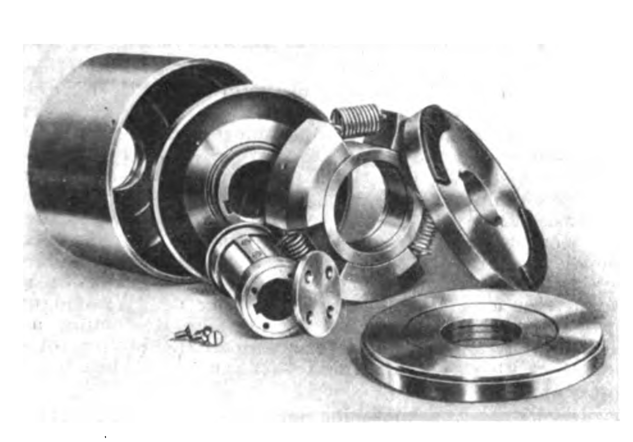


Abb. 1. Anlaßkuppelung.

Die Frage des Anlassens von Kurzschlußläufern ist im letzten Jahr erneut aufgerollt worden (vgl. Kloss, ETZ 1927, S. 721 u. 754), und verschiedene Lösungsversuche sind gegeben. Selbstverständlich werden überall Stern-Dreieck-Schalter verwendet. Hierfür hat die AEG Sprungschalter konstruiert, damit auch bei ungeschicktem Schalten ein Drehzahlabfall vermieden wird. Die Sprungschaltung ist auch beim Zurückschalten auf Stern wirksam. Weiter hat dieselbe Firma einen neuen Doppelnutmotor herausgebracht, bei dem die Rotorwicklung wie beim normalen Kurzschlußläufer gegossen wird. Dazu tritt eine neue Anlaß-Riemenscheibe, die sich von anderen Kuppelungen dadurch unterscheidet, daß die Lagerung der Fliehgewichte nicht starr mit der Welle verbunden ist, sondern auf einem frei um diese drehbaren Ring angeordnet ist; der Motor kann also völlig entlastet hochlaufen und infolge der mechanischen Verzögerung der Kuppelung noch im Leerlauf auf Dreieck umgeschaltet werden (Abb. 1). Grundsätzlich auf demselben Gedanken (Doppelkäfigmotor und Anlaßscheibe) beruht die vom Sachsenwerk ausgestellte Lösung des Problems. Die Albo-Anlaßkuppelung der Maschinenfabrik Eßlingen wird nach dem bekannten Prinzip, aber in neuer, vereinfachter Bauart ausgeführt. Eine andere Lösung der Aufgabe wird von der Firma Klöckner unter dem Namen Elektroma in den Handel gebracht. Sie besteht in der Benutzung eines Ständerwiderstand-Schaltgerätes und einer geeigneten Fliehkraftkuppelung. Dr. Max Levy baut einen Halbkäfigmotor, dessen Läufer einerseits eine hartgelötete Käfigwicklung trägt und anderseits eine Phasenwicklung für den Anlauf, die bei voller Drehzahl selbsttätig kurzgeschlossen wird. Die Kurzschlußvorrichtung ist gegen die Umgebung vollkommen abgedichtet.

Die Voltawerke stellen eine hübsch konstruierte Pendelmaschine für Meßzwecke aus.

Die Einheits-Transformatoren der AEG weisen alle im Bau von Klein-Transformatoren gemachten Erfahrungen in bezug auf günstigste Bemessung und Anordnung von Kern und Wicklung, die Dimensionierung von Kasten und Ausleitung auf. Hierdurch und durch Verwendung einer neuen Art von Isolatoren konnte die Bauhöhe verkürzt und das Gewicht vermindert werden. Die Maffei-Schwartzkopff-Werke stellen eine sehr widerstandsfähige und robust konstruierte dreiphasige Kurzschluß-Drosselspule für 6000 V Betriebspannung, Nennstrom 350 A, Dauerkurzschlußstrom 7000 A während 20 s aus (Abb. 2). Die Hochspannungs-Gesellschaft (Köln) zeigt Modelle ihrer Hochspannungs-Prüftransformatoren, die aus abgestuften Hartpapierzylindern ohne Verwendung von Öl aufgebaut sind. Die neueste derartige Anlage für 1 000 000 V ist im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin aufgestellt worden (Abb. d. Type in ETZ 1928, S. 208).

Abb. 2. Dreiphasige Kurzschluß-Drosselspule.

Von den elektrischen Antrieben fällt am meisten in die Augen ein von der AEG konstruierter Tisch für Fließarbeit, an dem die Fabrikation von Installation-Selbstschaltern vorgeführt wird, so daß auch der Laie einmal die praktische Wirksamkeit der Fließarbeit an einem wichtigen Beispiel sehen kann. Eine große Zahl von Antriebsmaschinen für Holz- und Metallbearbeitung, wie sie von unseren Großfirmen in den mannigfaltigsten Formen durchgeführt

sind, befinden sich in der Halle 9 (Werkzeugmaschinen): sie scheiden daher für diesen Bericht aus. Unter den Antrieben für Elektrowerkzeuge (Bohren und Schleifen) verdient die von den SSW ausgestellte Dynbal-Schleifmaschine mit federnd gelagerter Schleifwelle erwähnt zu werden; sie ist mit biegsamer Welle für die Schleifscheibe ausgerüstet, die ein bequemes und präzises Arbeiten erlaubt.

Die Schieber-Kreiselpumpe „Gea" der A E G wird von einem Eglektromotor mit 3000 Umdr/min und etwa 0,5 PS Leistung direkt angetrieben und ist mittels einer Laterne mit dem Motor verbunden; Grund- bzw. Fundamentplatten fallen dadurch fort. Die Pumpen werden für eine Leistung von 2 m³/h bei einer manometrischen Förderhöhe von 30 m mit Rohranschluß für Gleich- und Drehstrom sowie Einphasen-Wechselstrom geliefert. Die kleine fahrbare luftgekühlte Motorluftpumpe der A E G, die überall verwendet werden kann, wo elektrische Licht- oder Kraftleitung vorhanden ist, bringt schnell und mühelos die Autoreifen auf den richtigen Druck, gewährleistet sicheren, sparsamen Betrieb, Verlängerung der Lebensdauer des Reifens um ein Vielfaches sowie wirksamsten Schutz gegen Pannen.

Die elektrisch betriebene Schermaschine besteht aus einem Hängemotor, der für sämtliche Stromarten lieferbar ist, mit angeschlossener biegsamer Welle und der aus Kamm und Messer bestehenden Schermaschine.

Die neu entwickelte Reihe kleiner Schmiedefeuergebläse derselben Firma wird in drei Größen geliefert, die, je nach Größe und Düsenöffnung der Schmiedefeuer, für 1 bis 5 Feuer geeignet sind. Die Gebläse werden serienmäßig für direkten Motorantrieb gebaut. Der Motor hat Kugellager und ist vollkommen geschlossen. Die Antriebmotoren für die kleinsten Gebläse können wahlweise entweder an Wechselstrom oder Gleichstrom derselben Spannung angeschlossen werden.

Auf einem besonderen Stand im Freien stellen die SSW ihre Elektrokarren aus, und zwar folgende Typen:

- mit 750 kg Tragkraft (Werkstattskarren),
- mit 1500 kg Tragkraft mit Vierradlenkung (Werkstattskarren),
- mit 1500 kg Tragkraft mit Zweiradlenkung (Straßenkarren),
- mit 1500 kg Tragkraft mit Führersitz, für längere Straßenfahrten,

ferner im Hause der Elektrotechnik einen Hubkarren, der mit gesenkter Plattform unter die hierfür angefertigten Ladebänke fährt. Der Führer kurbelt die Plattform samt Ladetisch hoch und fährt die Last an den neuen Bestimmungsort, um hier durch Herunterkurbeln der Plattform den Tisch wieder abzusetzen.

2. Gleichrichter.

Unter den Glasgleichrichtern fällt ein Kolben von gewaltigen Abmessungen für 500 A, 600 V auf, der von B B C ausgestellt wird. Eine neue Zündvorrichtung zeigt die A E G; sie benutzt dazu den in letzter Zeit für die mannigfachsten Anwendungen modern gewordenen Bimetallstreifen, der sich nach dem Einschalten abbiegt und durch den dabei entstehenden Lichtbogen die Zündung bewirkt, ohne daß der Glaskolben bewegt zu werden braucht. Einen Eisengroßgleichrichter (600 V, 3000 A), wie er in ähnlicher Ausführung für den Betrieb der Berliner Stadt- und Ringbahn vorgesehen ist, zeigt B B C.

Unter den Kleingleichrichtern zur Ladung von Akkumulatoren, die in großer Zahl ausgestellt sind, fällt der Protos-Gleichrichter der S S W auf (Abb. 3). Er besteht aus einem Wandler und einer aus festen Substanzen bestehenden Gleichrichtersäule; er kann dauernd an die zu ladenden Akkumulatoren angeschlossen bleiben; der Verbrauch wird also durch die sogenannte Tropfenladung ergänzt. Von derselben Firma wird ein Glühkathodengleichrichter ausgestellt, der durch eine thorierte Molybdänkathode gegenüber älteren Anordnungen Vorteile aufweist (vgl. Siemens-Z. 1927, S. 559). Schließlich sei der Silox-Gleichrichter von Dr. Max Levy erwähnt, dessen Gleichrichterwirkung auf der Ventilwirkung zwischen einem Metall und Metalloxyd beruht.

3. Elektrische Beheizung, Haushaltungsapparate.

Man kann wohl sagen, daß heutzutage jeder Hausfrau ein „elektrisierter" Haushalt als Ideal vorschwebt, um von den täglich wachsenden Schwierigkeiten der dienstbaren Geister loszukommen. Hinderungsgründe sind:

1. Die noch recht hohen Anlagekosten für die nötigen Apparate; das dürfte auch weiterhin der wundeste Punkt bleiben.

2. Ein ungeeigneter Tarif der Elektrizitätswerke. Es ist kein Zweifel, daß sich darin vieles gebessert hat.

3. Ungeeignete Konstruktionen. Man kann sich da des Eindrucks nicht erwehren, daß dabei die praktische Hausfrau noch zu wenig herangezogen worden ist, nicht nur durch gelegentliche Ratschläge, sondern auch durch tätige Mitarbeit. Im ganzen genommen scheint die Summe der gebotenen Neukonstruktionen noch in keinem Verhältnis zu stehen zu der Wichtigkeit dieses Kapitels.



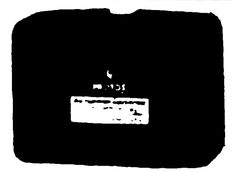


Abb. 3. Protos-Gleichrichter.

Die verhältnismäßig reichhaltigste Ausstellung auf diesem Gebiet haben die Siemens-Schuckertwerke gebracht. Die bereits bekannte Brat- und Backröhre hat ein nützliches Zusatzgerät in Form eines „Wärmefangs" erhalten, in dem die nach außen abgegebene Wärme aufgefangen und für Speisebereitung, Wärmen von Tellern usw. nutzbar gemacht wird. Der Protos-Turbowascher (Abb. 4) ist gleichzeitig Waschmaschine und Wäscheschleuder, d. h. die Wäsche kann ohne Unterbrechung nacheinander gewaschen, gespült und geschleudert werden. Ein Waschvorgang mit rd. 5 kg Trockenwäsche dauert 15 ÷ 20 min, während das Trockenschleudern rd. 3 min in Anspruch nimmt. Die Konstruktion gewährleistet eine schonende Behandlung der Wäsche und schließt irgendeine Gefährdung bei der Bedienung aus. Einfachere Waschapparate (Sprudelprinzip) stellen ferner die SSW, die AEG, die Thermagesellschaft, München, aus.

Die Protos-Bügelmaschine der S S W für Wäschestücke aller Art wird elektromotorisch betrieben und elektrisch oder mit Gas beheizt. Das Anheizen der Plättmulde erfordert nur geringe Zeit. Mittels Handgriff kann die Bügelwange für Dauerstellung von der Bügelwalze abgehoben werden, ferner dient ein Fußhebel dazu, die Plättmulde von der Bügelwalze den Arbeitsvorgängen entsprechend zu trennen. Das Zuführen der Wäschestücke kann im Sitzen geschehen. Das Durchführen der Wäsche wird durch bequem angeordnete Zuführungsflächen ermöglicht und die fertig gebügelten Wäschestücke werden durch den Verschlußkasten aufgenommen. Küchenmotoren mit allerhand Anschlußgeräten werden im wesentlichen in den gewohnten Formen von den S S W und der A E G gezeigt. Geräte für das besonders unangenehme Geschäft des Geschirrabwaschens und Trocknens fehlen vollständig.

Einen neuen Bratofen mit Luftisolation und gut verteilter Wärme zeigt die A E G. Für sparsames Kochen eignet sich gut der Elektroökonom, wie er schon seit längerer Zeit von Joh. Henrich, Freiburg-Littenweiler, in den Handel gebracht wird; neuerdings baut die gleiche Firma eine „Schnellbratpfanne mit Bratglocke"; die Leistungsaufnahme (700 bzw. 1200 W) ist verhältnismäßig hoch (vgl. ETZ 1928, S. 358). Eine Erwähnung verdient weiter die Degea-Küche der Deutschen Auergesellschaft, Berlin, ferner ein Sparkochtopf aus Aluminium mit aufgewalztem dünnem Kupferblech der Firma

Steinberger in Bamberg; letztere Firma zeigte anschaulich die Widerstandskraft ihrer Erzeugnisse gegen Überhitzung.

Staubsauger werden von zahllosen Firmen in allen möglichen Ausführungsformen gebracht. Die Mängel — der Lärm, den sie verursachen, und mangelhafte Beseitigung gewisser Staubformen, z. B. die sog. „Fussel" — sind nicht beseitigt.



Abb. 4. Protos-Turbowascher.



Abb. 5. Conduit-Schutzfassung.

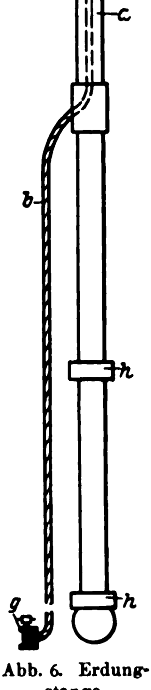


Abb. 6. Erdungsstange.

Auf dem Gebiet der industriellen Beheizung werden von den Großfirmen verschiedene Ausführungsformen von Punkt- und Nahtschweißmaschinen, Nietwärmern, Lichtbogen-Schweißanlagen, Vulkanisiereinrichtungen, Glüh- und Härteöfen gebracht; zum Teil für verschiedene besondere Verwendungszwecke, ohne besonders hervorstechende Neuerungen. Erwähnt seien ferner die Erzeugnisse der elektrokeramischen Ofenfabrik Emil Löw, Oos, die u. a. einen Garagenheizofen von genügender Feuersicherheit ausgestellt hat.

4. Installationsmaterial, Schaltgeräte.

An Installationsmaterial wird von mannigfachen Firmen eine erdrückende Menge gezeigt, so daß es vollkommen ausgeschlossen ist, auf Einzelheiten einzugehen. Alle Konstruktionen sind beherrscht von dem Gedanken der Vereinheitlichung und des Berührungsschutzes, wie er durch die Vorschriften des VDE gefordert wird. Material ohne VDE-Zeichen wird kaum noch gezeigt, hat wohl auch kaum noch Aussicht auf nennenswerte Verwendung. Auffällig ist, wie stark sich jetzt der Druckknopfschalter gegenüber dem Drehschalter einbürgert; auch der Kippmomentschalter (Kontaktgesellschaft, Frankfurt a. Main) ist verbandsmäßig geworden. Mehr und mehr bürgern sich offenbar kleine Selbstschalter ein. Gegenüber den Sicherungen haben sie den Vorteil der steten Betriebsbereitschaft, so daß die beim Auswechseln der Sicherungen entstehenden unwirtschaftlichen Zeitverluste vermieden werden; weitere Vorzüge sind ferner die verringerte Gefahr unsachgemäßer Eingriffe und die Möglichkeit der Anwendung einer geeigneten thermischen Verzögerung. Das neueingeführte Kleingewinde für Sicherungen besticht durch das gefällige Aussehen und den geringen Raumbedarf. Bemerkenswert ist, daß die SSW mit ihrer Ode-Steckdose für 10 A auf die totgeglaubte konzentrische Anordnung zurückgegriffen haben.

Die Bergmann Elektricitäts-Werke zeigen ihre neue Conduit-Schutzfassung (Abb. 5), bei der der Gewindekorb isoliert ist und sich zwei spannungführende Metallappen erst bei der fast ganz eingeschaubten Lampe an das Metallgewinde der Lampe legen; ferner besitzt sie eine bemerkenswerte neue Nippelbefestigung. (Bergmann-Mitt. 1928, S. 80.) Auch die AEG hat ihre Berührungschutzfassungen „Savas" (früher Sava-Fassungen) vervollkommnet.

Um schädliches Kondenswasser in Blechgehäusen auszuschließen, haben die SSW doppelte Wandungen und geeignete Lüftung ausgeführt. Um dafür einen sicheren, dichten Verschluß zu gewährleisten, ist das innere Verschlußblech an der Öffnungstür federnd angeordnet. Derartige Türen werden gezeigt bei Linienverzweigern, Kabelverzweigern, Überführungsendverschlüssen.

Die Firma Klöckner hat in größerem Maßstabe den Gedanken durchgeführt, im Schaltgerätebau die alten Papp- oder Blechhauben der Schaltgeräte durch Hauben aus widerstandsfähigem Isoliermaterial zu ersetzen; auch die gußgekapselten Schaltgeräte sind im Innern reichlich mit Isoliermaterial ausgestattet (Näheres ETZ 1928, S. 347).

Ölschalter werden von vielen Firmen in allen möglichen Varianten, aber im allgemeinen in der üblichen Form gezeigt Von Interesse ist, daß versucht wird, von den üblichen Messerkontakten loszukommen. Brown, Boveri & Cie. statten ihre neuen Hochleistungschalter mit sogenannten Solenoidkontakten aus, d. h. die beiden Kontaktstücke bestehen aus kurzen Solenoidstücken mit zusammenfallenden Achsen und liegen stumpf aufeinander. Die Kontakte sollen durch die elektrodynamische Wirkung fest aufeinandergepreßt, der Lichtbogen unterdrückt werden. Demgegenüber benutzen die Bergmann Elektricitäts-Werke einen Wälzkontakt mit hoher Flächenpressung und massiven Kontaktstücken.

An dem Schnellschalter der AEG für Ströme bis 2000 A wird die halbselbsttätige Wiedereinschaltung im praktischen Betrieb vorgeführt. Die Ausschaltung des Schnellschalters erfolgte infolge der nicht zur Verfügung stehenden, für die direkte Auslösung des Schnellschalters notwendigen hohen Belastung durch ein getrennt angeordnetes Überstromrelais ohne Verzögerung. Bei den dreipoligen Überstrom-Fernschaltern derselben Firma für 6000 A erfolgt der Antrieb durch Handrad oder durch zwei Elektromagnete für Fernbetätigung mittels Betätigungschalters. Die mehrpoligen, freistehenden und fahrbaren Großautomaten sind aus einzelnen 3000 A-Schaltelementen gebildet, die aus zwei beweglich aufgehängten Bürsten bestehen. Für Zwischentypen (4500 und 7500 A) sind Schaltelemente für 1500 A vorgesehen. Die Abreißkontakte bewegen sich in magnetischen Funkenlöschungen, die ein sicheres und schnelles Löschen des Abreißfunkens gewährleisten. Einen interessanten neuen Gleichstrom-Schnellschalter stellt die Voigt & Haeffner A. G. aus; das wichtigste Konstruktionselement daran ist eine eigenartige Lamellenkuppelung (vgl. ETZ 1927, S. 1727).

Das Sachsenwerk bringt einen 220 kV-Trennschalter in Freiluftausführung, der mit Eisbrechvorrichtungen an den Messerenden ausgerüstet ist, bestehend aus einem federnden Kugelgelenk. Der drehbare Mittelisolator hat einen gewissen Leergang, so daß der Antriebsmotor zuerst leer hochläuft.

Die SSW zeigen auf ihrem Stand eine neuzeitliche Freiluftdurchführung aus Repelit mit einseitigem Porzellanüberwurf für 200 000 V. Die Durchführung selbst ist nach dem bekannten Kondensatorprinzip mit günstiger Feldverteilung gebaut und hat eine Gesamtlänge von 4620 mm.

Eine praktische Erdungs- und Kurzschlußstange für Höchstspannungsanlagen, deren wesentlichster Teil ein Hartpapierrohr ist, war auf dem Stande der Isolawerke zu sehen (Abb. 6).

Das Relaiswesen, das im ganzen noch ziemlich bunt aussieht, ist durch eine ganze Reihe von Neukonstruktionen vertreten. Eine ganze Anzahl von Neuerungen auf diesem Gebiet wird von der Siemens-Schuckertwerke A. G. gezeigt. Zunächst ein sehr genau arbeitendes und einstellbares neues Gleichstrom-Zeitrelais, das unabhängig von der Höhe des Kurzschlußstromes in Tätigkeit tritt und zusammen mit dem Überstromrelais benutzt wird. Bemerkenswert ist an dem Relais seine hohe Abschaltleistung, die mit 300 VA bei kürzester Zeiteinstellung festgelegt ist, während die Einschaltleistung 1000 VA beträgt. Für hohe Kurzschlußströme eignet sich auch ein von derselben Firma gebautes neues Überstrom-Zeitrelais nach dem Ferrarisprinzip, mit dem Staffelzeiten von 0,5 s zu erreichen sind. Für Differential-Schutzschaltungen ist ein Stromrelais mit dem geringen Eigenverbrauch von 0,1 A entwickelt worden, das außerordentlich kurzschlußfest ist und eine für Zeit- und Hilfsrelais ausreichende Schaltleistung aufweist. Die zum Schutz von Gleichstrom-Drehstrom-Umformern dienenden Gleichstrom- und Spannungsrelais sind weiter vervollkommnet, u. a. werden sie jetzt für eine Prüfspannung von 10 000 V gebaut. Zu dem sogenannten Erdschluß-Wischerrelais wurde eine Zählvorrichtung konstruiert, mit deren Hilfe man einwandfrei feststellen kann, wie oft das Wischerrelais ansprach.

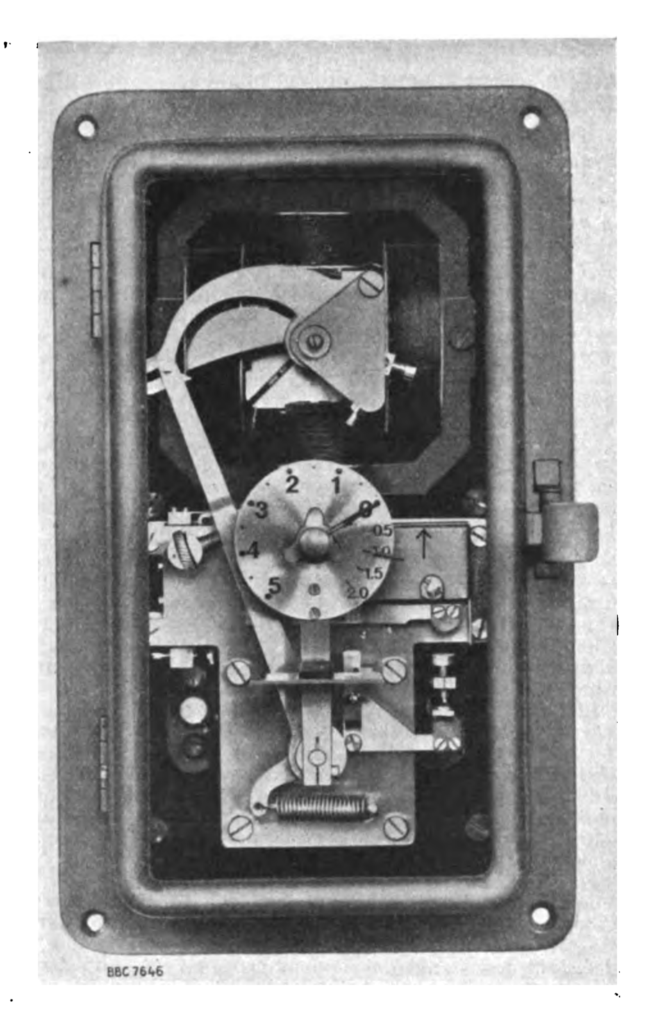


Abb. 7. Distanzrelais.

Einer der interessantesten Apparate, die auf der Messe gezeigt wurden, ist das neue Distanzrelais von Brown, Boveri & Cie. (s. BBC-Nachr. 1928, S. 27). Das Relais, das in Abb. 7 dargestellt ist, zeichnet sich dadurch aus, daß es aus drei verschiedenen zusammenwirkenden Teilen besteht:

a) dem Ansprechorgan, das aus zwei Weicheisenapparaten besteht, die auf den Quotienten U/I ansprechen, und das im Störungsfall das Triebwerk freigibt,

b) dem Zeittriebwerk, das die mechanische Arbeit für die Kontaktbetätigung leistet und die genaue Einhaltung der Ausschaltzeiten der Ölschalter verbürgt, und

c) dem Zeiteinstellorgan, das die Auslösezeit festsetzt und bei zufließender Energie das Relais sperrt, so daß ein besonderes Energierichtungsrelais überflüssig wird (vgl. BBC-Mitt. Baden, Jan./Febr. 1928).

Der einphasige Überstrom-Schutzregler, Bauart Brown, Boveri & Cie. ist so umkonstruiert worden, daß er auch für Drehstrom brauchbar wird (BBC-Nachr. 1928, S. 34).

Die Schiele & Bruchsaler Industriewerke haben in dankenswerter Weise zur Demonstration des bekannten RWE-Schutzes ein schematisch nachgeahmtes künstliches Netz aufgebaut, an dem in anschaulicher Weise die verschiedenen Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Berührungsspannung studiert werden können. Der Stationschalter selber hat eine interessante Umkonstruktion erfahren durch einen Bimetallstreifen, der gleichzeitig im Innern einer Stromschleife liegt, so daß bei langsamer, dauernder Erwärmung der Bimetallstreifen sich allmählich durchbiegt und bei starken Stromstößen auf elektrodynamischem Wege zur Seite geschleudert wird. Die Calorwerke, über deren Erzeugnisse früher berichtet worden ist, haben einen neuen Motorschutzschalter konstruiert, der ebenfalls mit dem RWE-Schutz ausgerüstet ist.

Auf dem Stande der SSW war ein von der Celos Anlasserbau G. m. b. H. gebauter, sehr interessanter doppelseitiger Druckluftantrieb ausgestellt, der zum Ein- und Ausschalten von Hochspannungsölschaltern mittels Druckluft für Schaltleistungen über 15 mkg bis zu größten Leistungen verwendet werden kann. Es sind geeignete Druckluftbehälter mit Luft einer Pressung von 5 atü vorgesehen, der Schaltvorgang wird durch Druckknöpfe eingeleitet, die Geschwindigkeit am Ende der Schaltungen weich abgefangen (vgl. auch ETZ 1928, S. 351).

S & H stellt eine sehr schöne Fernbedienungs- und Lastverteilungsanlage aus. Dazu gehören eine Fernmeßeinrichtung, eine Fernsteuereinrichtung, die Schalter und Apparate in den entfernt liegenden Anlagen von einer Zentralstelle aus betätigt, eine Rückmeldeeinrichtung, an der man erkennt, daß die verlangten Schaltungen richtig ausgeführt sind und ein Leuchtschaltbild, an dem man überaus klar und anschaulich den augenblicklichen Zustand der Anlage erkennt. Die Mix & Genest A.-G. hat in Verbindung mit der AEG ein neues Wähler-Fernsteuersystem über nur zwei Leitungen zur Fernschaltung von Ölschaltern über große Entfernungen ausgebildet. Es werden dazu die bekannten und bewährten Mittel der selbsttätigen Telephonie benutzt. Auf dem „Sendepult" sind für jeden fernzusteuernden Schalter ein Kippschalter (Wählerschalter) sowie zwei Signallampen für die „Ein"- bzw. „Aus"-Stellung vorgesehen. Nach erfolgter Wahl geschieht die Ein- bzw. Ausschaltung durch einen allen Ölschaltern gemeinsamen Kippschalter (Betätigungschalter). Der Empfänger besteht im wesentlichen aus zwei Wählern, dem Empfangs- und dem Signalwähler. Die Steuerung und die Rückmeldung arbeiten praktisch ohne Zeitverzögerung. Die Bergmann Elektricitäts-Werke führen ihr neues System für selbsttätige Ein- und Ausschaltung von Motoren vor, wie sie bei der Berliner Stadt- und Ringbahn eingeführt werden soll; dasselbe System findet auch beim Antrieb in Walzwerken Verwendung.

Die AEG zeigt ihr Universal-Signalrelais für Ruf- und Meldeeinrichtungen in Schaltanlagen. Es besitzt eine drehbare Scheibe mit drei gleichen Sektoren. In der Ruhestellung ist der schwarze Sektor sichtbar. Durch einen kurzen Signalstromstoß wird als Alarmstellung ein weißer Sektor mit rotem Punkt sichtbar; dadurch werden gleichzeitig Hupe und Signallampe eingeschaltet. Durch Drehen eines Knopfes wird das Signal aufgehoben, und es erscheint ein weißer Sektor, der von selbst verschwindet, wenn der anormale Betriebszustand aufhört. Die Emag, Frankfurt a. M., zeigt ihre Sekundärrelais und Auslöser für Stromwandleranschluß für verschiedene Zwecke und Stromsysteme. Beim Überstrom-Zeitrelais mit stromunabhängiger Charakteristik werden zum Abschalten des Relaisstromes durchweg die bekannten Quecksilberschaltröhren benutzt.

5. Leitungsmaterial, Freileitungen, Kabel.

Die Fabrikate der AEG Metallwerke Oberspree weisen mannigfache Fortschritte auf. Sehr dünnwandig gegossene Stücke aus Silumin von großer Zähigkeit fallen auf, ferner ein Motorgehäuse aus „deutscher Legierung" für einen NAG-Lastkraftwagen. Weiter seien die Drei-

kantrohre für Straßenbahnstromabnehmer erwähnt, die hergestellt wurden, um die Störungen des Rundfunkempfangs durch Lichtbogenerscheinungen zu beseitigen, ferner ein „Holländermesser" aus Spreemetallblech. Das Felten & Guilleaume-Carlswerk zeigt Leitungen aus einer Legierung Aldrey (98,7 *Al*, ½ *Mg*, ½ *Si*, 0,3 *Fe*), der eine hohe Festigkeit nachgerühmt wird.

Die Firma Guido Horn hat eine neue Kreuzspulmaschine ausgestellt, die neben anderen Verbesserungen sich hauptsächlich dadurch auszeichnet, daß die Spulenspindel eine selbsttätig veränderliche Antriebsgeschwindigkeit erhält. Man beginnt das Spulen zunächst mit der größten Spindelgeschwindigkeit; bei zunehmendem Spulendurchmesser schaltet die Maschine in vier Stufen selbsttätig auf geringere Geschwindigkeit um.

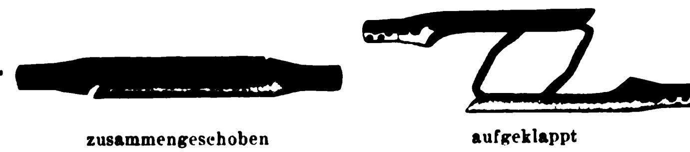


Abb. 8. Dehnungsklemme.

Für die Freileitungsmaste mit schwenkbaren Auslegern hat die A E G eine Rutschklemme konstruiert. Die Klemme hat weder Gelenke, noch andere bewegliche Teile. Die Montage ist denkbar einfach, da zum Festklemmen des Seiles weder Klemmteile noch Schrauben erforderlich sind. Eine andere Rutschklemme für Freileitungen für geringere Spannungen kann durch einfache Verstellung eines Bügels für vier oder fünf verschiedene Seilquerschnitte benutzt werden. Eine Tragklemme mit fester Seileinspannung ist gleichfalls, je nach der Stellung eines Klemmteiles, für vier verschiedene Seile verwendbar.

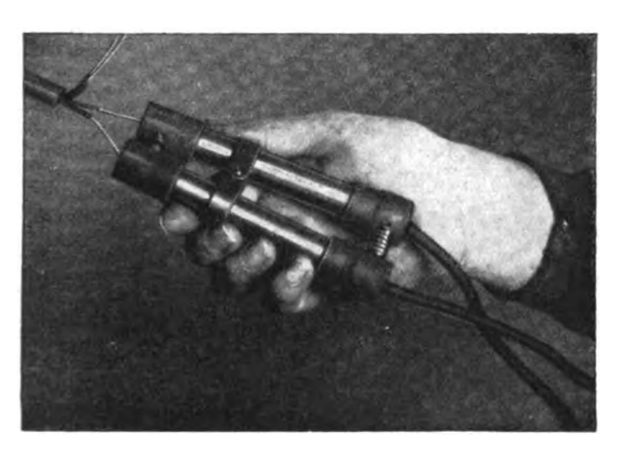


Abb. 9. Kabelmeßklemme

Aus der Kabeltechnik seien folgende Neuerungen hervorgehoben: Das Felten & Guilleaume-Carlswerk zeigt ein neues Dreileiterkabel, bei dem die Zwickelräume nur so weit ausgefüllt werden, daß eine dreieckähnliche Querschnittsform des Kabels entsteht. Es werden dadurch ein kleinerer Gesamtquerschnitt und eine höhere Strombelastbarkeit erzielt. Die Rheinischen Draht- und Kabelwerke zeigen Kabel mit Selektivschutz. Der Schutz besteht darin, daß konzentrisch zum Stromleiter in der Isolierschicht ein zylindrischer Metallleiter eingebettet ist. An Mantel, Metall, Zylinder und Stromleiter ist ein kleiner Differentialtransformator gelegt, der Auslöseorgane betätigt, wenn die Spannungsverhältnisse zwischen diesen drei Teilen anormal werden.

Die A E G bringt eine neue Kabelabschlußkonstruktion in Form eines Spreizkopfes, in dem das Drehstromkabel in drei verbleite Einfachkabel aufgeteilt wird, die in einpolige Endverschlüsse auslaufen (Abb. siehe ETZ 1928 S. 297). Bei dem neuen Endverschluß-Stromwandler der A E G sind Meßwandlerkern und Sekundärbewicklung konzentrisch zur Kabelader angeordnet. Die S S W bringen einen neuartigen Kabelkasten mit Vorrichtung zum gefahrlosen Auswechseln der Sicherungen, einen Endverschluß für ein 100 kV-Kabel und einen Freileitungsendverschluß für 60 kV-Dreileiterkabel.

Eine besonders wichtige Neuerung scheint das Dehnungskabel der Land- und Seekabelwerke zu bedeuten, das überall da Anwendung finden soll, wo stärkere Bodensenkungen zu befürchten sind (Bergwerke). Um eine größere Elastizität in der Längsrichtung zu erreichen, sind zunächst sogenannte Dehnungsklemmen geschaffen, deren Wirksamkeit aus Abb. 8 ohne weiteres hervorgeht. Bei Dehnungskabeln geht man so vor, daß der sonst übliche zentrale Draht in der Litze weggelassen und z. B. durch Jute ersetzt wird. Um diesen nachgiebigen Kern werden die Drahtlagen schraubenförmig unter einem viel geringeren Steigungswinkel, als sonst üblich, verseilt, und zwar so, daß die Einzeldrähte mit ziemlich reichlichem Spiel nebeneinander liegen. Es liegt auf der Hand, daß damit der Leiter als Ganzes sich mit ziemlich geringem Kraftaufwand dehnen oder stauchen läßt. Demgegenüber werden nun die Muffen vollkommen zug- und druckfest ausgeführt.

Zum Schluß sei auf eine praktische Kabelmeßklemme (Abb. 9) aufmerksam gemacht, die von dem Felten & Guilleaume-Carlswerk angegeben ist und bei der die eingesteckten Kupferdrähte beim Entspannen der Zangenhälften selbsttätig festgeklemmt werden.

6. Isolierstoffe.

Auf dem Gebiete der Isolierstoffe werden verhältnismäßig wenig Neuerungen gezeigt, was um so überraschender ist, als man gerade in letzter Zeit die große Wichtigkeit betont und erkennt, die in einer energischen Vervollkommnung der Isolierstoffe liegt. Freilich muß man, um ein richtiges Urteil zu bekommen, in Betracht ziehen, wie Isolierstoff jetzt in viel stärkerem Maße als früher bei Installationsmaterial, Schalterbau und überraschend stark bei Meßinstrumenten angewandt wird. Man kann das nur dem Umstand zuschreiben, daß die Isolierstoffabrikanten die vom VDE aufgestellten Forderungen für die Eigenschaften von Isolierstoffen hinreichend erfüllt haben. Das hindert aber nicht, sich bewußt zu bleiben, daß gerade auf diesem Gebiet noch eine außerordentlich schwere Arbeit zu leisten ist.

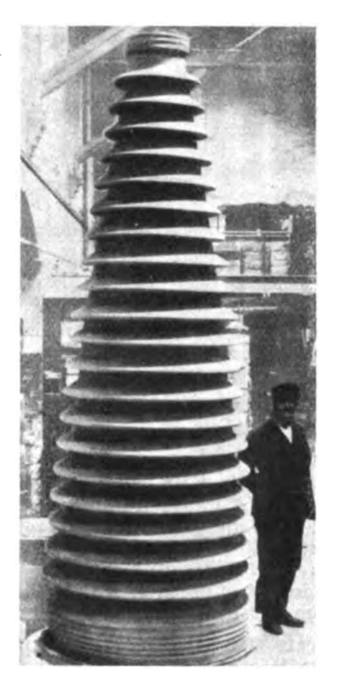


Abb. 10. Freiluftdurchführung.

Für Heiz- und Kochapparate benutzt die A E G eine neue Preßmasse, Micalex, die aus Bleiglas und Glimmerstaub besteht. Als neuestes Erzeugnis der gummifreien Preßmassen zeigt dieselbe Firma ein hochhitzebeständiges Material „Tenatherm" als Heizgerätestecker.

Auch die keramische Industrie bringt nicht viel Neues. Hübsch ist der Demonstrationsversuch der Fabrik Ph. Rosenthal & Co. A.G., durch den die Tragfähigkeit von Isolatoren bewiesen werden soll. An einem Gerüst hängt an einem zweigliedrigen Kegelkopfisolator ein Eisenbahnwagen von mehr als 10 000 kg Gewicht. Die Steatit Magnesia A.G. zeigt auf ihrem Stande das Oberteil einer Freiluftdurchführung, das bei einer Höhe von 2,25 m, einem größten Durchmesser von 84 cm, einem Gewicht von etwa 500 kg aus einem einzigen Stück besteht. Der Isolator ist für eine Spannung von 220 kV bestimmt (Abb. 10).

7. Meßgeräte und Elektrizitätszähler.

Die Siemens & Halske A.G. pflegt auf der Messeausstellung mit ihren Arbeitsgebieten zu wechseln. Sie stellt in diesem Jahre die Erzeugnisse ihrer Meßinstrumentenfabrik aus und hat damit ein geradezu glänzendes Bild geboten. Besonders rühmend muß hervorgehoben werden, daß bei den Neuerzeugnissen das sachlich Ausgezeichnete mit einer ästhetisch schön wirkenden Aufmachung verknüpft worden ist, wie man sie nicht immer bei industriellen Erzeugnissen findet, und die eine künstlerische Begabung des Konstrukteurs verrät. Die Sammlung der an sich bekannten Präzi-

sionsinstrumente für die verschiedensten Zwecke mit ihren einheitlichen Isolierkappen, verrundeten Ecken, deutlichen und schön wirkenden Beschriftungen stellt eine hervorragende Leistung dar. An Einzelheiten sei erwähnt der sogenannte Promillewandler, die Neukonstruktion der Stöpselwiderstände, die ein Wackeligwerden der Stöpselkontakte ausschließen. Von besonderem Interesse ist ein Kaskadenspannungswandler für 220 kV Gesamtspannung, der in sechs Abteilungen übereinander angeordnet ist und auf den Eisenkernen eine Ausgleichswicklung besitzt.

Kurz hingewiesen sei auch auf die ausgezeichnete Sammlung von wärmetechnischen Meßapparaten, die in der Halle für Brennstoff, Kraft und Wärme praktisch vorgeführt wurden. — Dahin gehören auch die neuen Apparate von Keiser & Schmidt, ein Taschenpyrometer und ein Thermalarm, die auf der Wirksamkeit eines Bimetallstreifens beruhen.

Eine für Zentralen wichtige und wertvolle Bereicherung bildet die Telewatt-Fernmeßeinrichtung der Aronwerke. Die Achse eines beliebigen Zählers trägt eine Gleichstromwicklung, die sich zwischen den Polen von Dauermagneten durchbewegt (Abb. 11 oben). Diese tung kann die Brücke auch zur Messung von Kapazitäten brauchbar gemacht werden.

Auf dem Gebiete des Zählerwesens verdienen folgende Neuerungen Berücksichtigung. Körting & Matthiesen haben ihren Eichzähler weitergebildet, bei dem man unmittelbar die prozentischen Fehler ablesen kann. Der Fortschritt besteht darin, daß der Strompfad des Gebrauchszählers über einen Stufenwandler angeschlossen wird, der dem Gebrauchszähler nach Bedarf $^1/_1$, $^1/_2$, $^1/_{10}$ oder $^1/_{20}$ seines Nennstromes zuführt, während die Stromstärke des Eichzählers unverändert bleibt. Damit ist die Genauigkeit, mit der der Eichzähler mißt, für alle Stufen die gleiche. Die AEG bringt neue Münzzähler auf den Markt, von denen ein sehr schönes und anschauliches Modell ausgestellt ist; sie werden als Münzzähler für Grundgebühr mit Abschaltung und als Münzzähler mit fortwährender Gebührenkassierung gezeigt. Der sogenannte Fixum-Münzzähler ermöglicht eine selbsttätige allmähliche Einziehung der Grundgebühr. Praktisch wird dies dadurch erreicht, daß in einem normalen Münzzähler außer dem kWh-Zähler noch ein mit konstanter Drehzahl umlaufender Ferrarismotor über ein Differentialgetriebe auf den Ablauf des Guthabens einwirkt. Ferner bringt die-

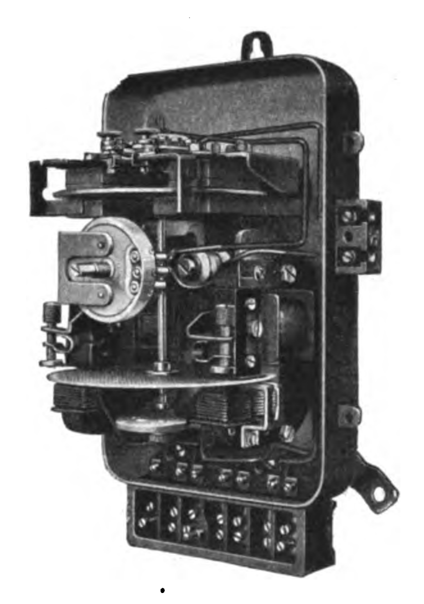


Abb. 11. Fernmeßeinrichtung.

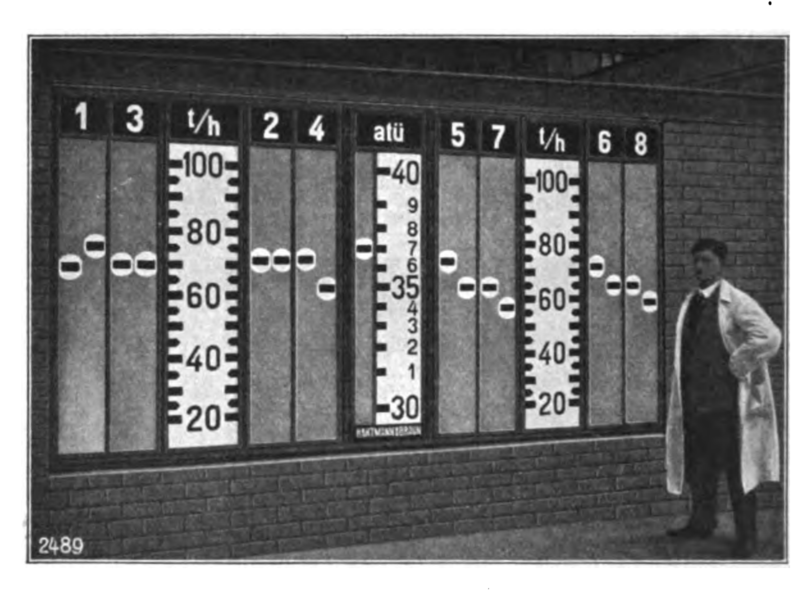


Abb. 12. Großablese- und Kommandogerät.

kleine Magnetmaschine gibt also eine EMK, die proportional der Drehgeschwindigkeit ist, d. h. bei Zählern proportional der Leistung. Wenn also diese Maschine durch Strommesser mit konstantem Gesamtwiderstand geschlossen wird, so zeigen diese die Leistung an. Bei Hintereinanderschaltung von mehreren solchen Apparaten erhält man natürlich die Summe der Einzelleistungen.

Neue Demonstrationsapparate zur Messung von Spannung, Strom und Leistung für Vorlesungszwecke bringt die AEG auf den Markt. Die Hochspannungsgesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock, stellt einen Hochspannungsmesser nach Prof. Starke (Aachen) aus, der ähnlich aufgebaut ist wie der von Koch & Sterzel. In der Mitte der Elektrode eines Plattenkondensators ist ein kleines Fenster ausgeschnitten und darin ein kleiner Flügel drehbar angeordnet, dessen Drehung mit Fernrohr und Skala beobachtet werden kann. Geeicht wird mit verhältnismäßig kleinen Spannungen, und nach Vergrößerung des Plattenabstandes wird die früher gewonnene Eichkurve entsprechend verschoben.

Hartmann & Braun haben ihr bereits vor einem Jahre gezeigtes Großablese- und Kommandogerät mit Lichtzeigern weiter vervollkommnet (Abb. 12).

Die Firma Dr. G. Seibt hat die von Zickner (Arch. El. Bd. 8, S. 49) vorgeschlagene Meßbrücke zur Messung von Induktivitäten ausgeführt und ausgestellt. Der Apparat, dem eine an sich nicht neue Methode zugrunde liegt, gestattet sehr bequem, Induktivitäten von 10^{-5} bis 10^{-1} H zu messen. Durch eine einfache Umschal-

selbe Firma einen kleinen Höchstlastzeiger, der als Zusatzgerät zu jedem vorhandenen Zähler hinzugeschaltet werden kann. Die SSW stellen erstmalig aus:

1. Belastungsdoppeltarifzähler für Einphasen-Wechselstrom, dessen Zählwerk bei Überschreitung der Belastung nicht den Überverbrauch, sondern den ganzen Verbrauch anzeigt.
2. Überverbrauchzähler für Einphasen-Wechselstrom mit Zählwerk für gesamten Verbrauch und für Überverbrauch, bestehend aus einem normalen Zähler und einem mechanisch abgebremsten Zähler, die auf einer gemeinsamen Grundplatte befestigt sind.
3. Kleinmaximumanzeiger, bei welchem ein Bimetallstreifen mit hohem Ausdehnungskoeffizient durch die angeschlossenen Stromverbraucher erwärmt und die Ausdehnung als mechanische Arbeit auf ein Zeigerwerk übertragen wird.
4. Einen nach den neuesten Gesichtspunkten durchkonstruierten Selbstverkäufer mit und ohne Gebühreneinziehvorrichtung, für Einphasen-Wechselstrom. Die Wirkungsweise des Apparates wird an Hand eines vergrößerten Modelles gezeigt.

8. Fernmeldetechnik mit und ohne Stromleiter.

Die führenden Firmen auf dem Gebiet des Fernsprechwesens, Siemens & Halske, Mix & Genest, Zwietusch, Deutsche Telefonwerke, zeigen



ihre Erzeugnisse auf dem Gebiete der selbsttätigen Fernsprechanlagen in den mannigfachsten Formen. Zahlreiche kleine Verbesserungen sind gemacht worden, etwas grundsätzlich Neues wird nicht gebracht. Namentlich auf dem Gebiete der Kleinstationen (selbsttätige Verbindung von 10 bis 20 Teilnehmern) fielen hübsch konstruierte Apparate auf. Die Elektropostanlagen sind von Mix & Genest insofern verbessert worden, als zur Auswahl der gewünschten Zielstation nicht mehr Drucktasten, sondern Wählerscheiben benutzt werden. Viel Anklang wird eine überaus einfach konstruierte gleislose Seilpost derselben Firma finden, bei der die Briefe in einfachster Weise unmittelbar an das laufende Seil geklemmt und selbsttätig abgesetzt werden.

Die Firma Wilhelm Quante, Elberfeld, hat die Neukonstruktion eines Kabelüberführungs-Endverschlusses herausgebracht, bei dem die blanken Freileitungen unmittelbar ohne jede Verbindung von Anschlußleitungen bis zu den Klemmen der Sicherungsätze im Überführungs-Endverschluß eingeführt werden (Abb. 13). Außerdem befindet sich als weitere Neuerung ein Kabelaufführungspunkt auf dem Stande, bei dem ein Norm-Überführungsendverschluß des Telegraphentechnischen Reichsamtes in einem runden Querträgerkorb untergebracht ist und als Dachaufführungspunkt Verwendung findet.

Abb. 14. Schaltbild des Hochleistungs-Luftleer-Spannungsableiters.

Siemens & Halske haben einen neuen Hochleistungs-Luftleer-Spannungableiter für Freileitungen herausgebracht (Abb. 14). Wenn die dem Luftleer-Spannungsableiter vorgeschaltete Grobsicherung ansprach, so konnte man bisher den Ableiter vor Zerstörung durch den nachfolgenden Strom nicht schützen. Der wesentliche Fortschritt, der erzielt wurde, liegt darin, daß die neue Hochleistungspatrone einen Strom von 3 A bis zum Durchbrennen einer 3 A-Sicherung aushält. Außerdem verträgt sie statische Entladungen in der Größenordnung von 10 Ws, ohne nachher nennenswerte Änderung der Ansprechspannung aufzuweisen.

Die Zahl der Rundfunkgeräte ist Legion; es ist vollständig aussichtslos, aber auch zwecklos, im einzelnen auf die verschiedenen Typen einzugehen. Denn etwas grundsätzlich Neues ist nicht aufgetaucht. Alle die bekanntgewordenen Schaltungen sind mit mehr oder weniger Geschick zu n-Röhrengeräten benutzt worden. Im ganzen genommen waren wohl Verbesserungen nach zwei Richtungen zu bemerken. Einerseits herrscht die Tendenz, gute und betriebsichere Netzanschlußgeräte zu bekommen. Anderseits ist nach den ausgezeichneten Arbeiten akustischen Inhalts aus den letzten Jahren, die der Entwicklung des Lautsprechers zugute gekommen sind, eine sehr große Zahl von Lautsprechern auf den Markt gekommen, die mit mehr oder weniger Geschick diese Erkenntnisse ausnutzen. Man kann heutzutage eine ganze Reihe Lautsprecher für verhältnismäßig billiges Geld bekommen, die nicht zu hoch gespannten Anforderungen vollkommen genügen dürften.

Unter den von der Telefunken-Gesellschaft gezeigten Gegenständen interessieren am meisten die neuesten Röhrentypen. Dazu gehören: neue Schirmgitterröhren, bei denen zwischen Steuergitter und Anode ein Schirm eingeschoben ist, der die Beeinflussung des Steuergitters durch die Anode beseitigen soll; eine Widerstandsröhre für Netzbetrieb, d. i. eine wechselstromgeheizte Röhre für den Betrieb eines widerstandgekoppelten Empfängers, schließlich neue Ladegleichrichterröhren.

9. Beleuchtungstechnik.

Die Osramgesellschaft bringt einen praktischen und einfach zu handhabenden Beleuchtungsmesser auf den Markt, der den Praktiker und Laien darüber aufklären soll, ob in irgend einem Raum die Beleuchtung ausreicht. Die für eine gute Beleuchtung erforderlichen Werte sind in Tafeln übersichtlich zusammengestellt. Die Handhabung des Apparates wurde auf dem Stande praktisch vorgeführt. Die SSW und Körting & Mathiesen zeigen eine neue „Fluchtlichtleuchte", die für eine wirkungsvolle Anstrahlung von Gebäuden, Reklameflächen usw. Verwendung findet. Körting & Mathiesen haben eine neue Kohlebogenlampe konstruiert, die Dia Carbone-Lampe. Sie dient zur Starklichtbeleuchtung von Straßen, Plätzen, Gleis- und Hafenanlagen usw. Es ist eine unter Luftabschluß brennende Lampe von 120 h Brenndauer und einer Lichtstärke bis zu 8000 HK hemisph.

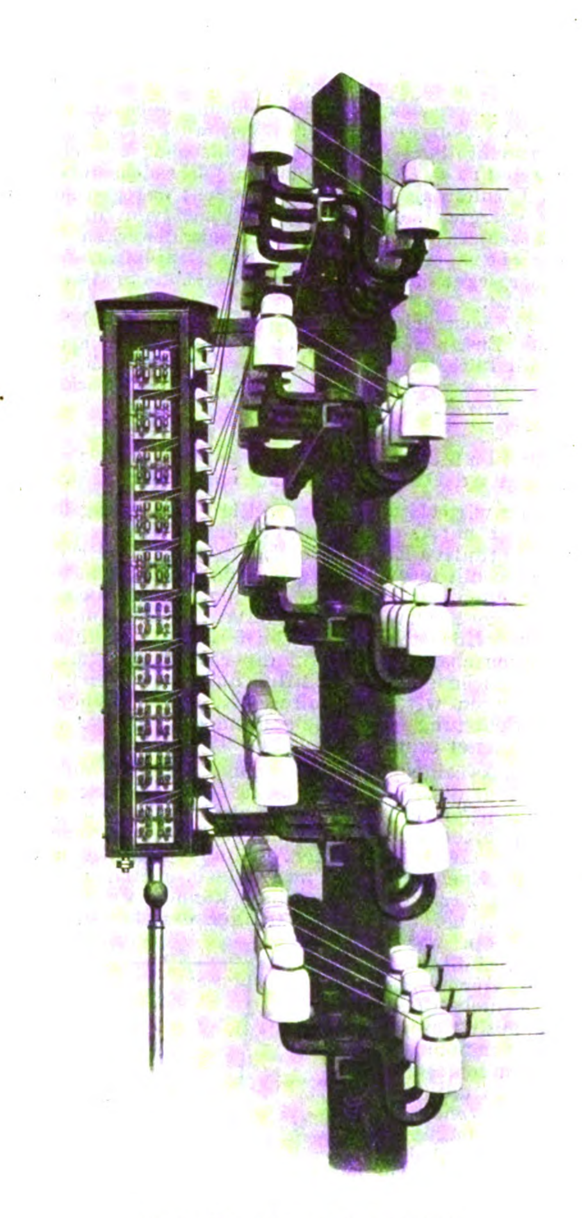


Abb. 13. Überführungs-Endverschluß.

Unter den neueren Lampen der Osramgesellschaft sind erwähnenswert die Osram-Spezialtype für Sucher, mittels der der Automobilist in der Dunkelheit Wegweiser, Hausnummern usw. auch aus großer Entfernung gut erkennen kann, die genormten Osram-Projektionslampen von 100 bis 3000 W und die Osram-Nitraphotlampe zur Verwendung bei photographischen Innenaufnahmen.

Die Spaltung der Energieerzeugung.

Von Dr.-Ing. **Michael Seidner,** Budapest.

Übersicht. **Die Spaltung der Energieerzeugung in Grund- und Spitzenkraftwerke kann eine Ermäßigung der Erzeugungskosten und eine Verminderung der Anlagekosten herbeiführen. Zur Erniedrigung der ersteren genügt jedoch die Errichtung von speziellen Grund- und Spitzenkraftwerken nicht, vielmehr muß noch eine besondere örtliche Anordnung der Spezialwerke getroffen und eine besondere Führung des Verbundbetriebes organisiert werden.**

Dementsprechend soll die Spaltung auch örtlich durchgeführt werden; die Masse des Verbrauchs kann von einem Ferngrundkraftwerk hohen thermischen Wirkungsgrades k o n z e n t r i e r t erzeugt und den Verbrauchsmittelpunkten durch Fernleitungen zugeführt werden; dagegen sollten die Spitzenenergien sowie die Blindströme von in den Verbrauchszentren aufgestellten Spitzenkraftwerken d e z e n t r a l i s i e r t erzeugt werden. Der Konzentrationsvorgang der Energiegewinnung wird somit durch die Spaltung kräftig unterstützt.

In Ländern mit hohen Zinssätzen sollten die Erweiterungen der Elektrizitätswerke, um an Kapital zu sparen, und auch mit Rücksicht auf die heimische Kohlenindustrie durch Errichtung bzw. Ausbildung von Spitzenkraftwerken durchgeführt werden.

1. Einfluß der Spaltung auf die Erzeugung und Übertragung der Energie.

Eine wirtschaftliche und billige Erzeugung der Energie hängt mit deren Quantität und Qualität zusammen. Der quantitative Einfluß der Energie auf die Produktionskosten erhellt aus der Tatsache, daß unter sonst gleichen Bedingungen die Kilowattstunde bei einer maximalen Belastung von 200 kW 4 mal soviel kostet als in einem Werk mit einer Höchstbelastung von 50 000 kW. Die qualitativen Eigenschaften üben auf die Erzeugungskosten ebenfalls einen bedeutenden Einfluß aus; unter sonst gleichen Bedingungen wird die Kilowattstunde bei einer spezifischen Belastung (Benutzungsstunden) von 600 kWh/kW 6 mal so teuer erzeugt wie bei 6000 kWh/kW.

Zwecks einer wirtschaftlichen und billigen Produktion drängt daher die kalorische Energiewirtschaft durch eine quantitative Erweiterung des Verbrauchs zu einer konzentrierten Erzeugung von großen Energiemassen in modernen Großkraftwerken. Einer qualitativen Gestaltung der Energie stehen zwar gewisse tarifarische Möglichkeiten zur Verfügung, doch können wesentliche Resultate nur bei Wasserkraftanlagen erzielt werden.

Als ein wirkungsvolles technisches Mittel zur Gestaltung der spezifischen Belastung und damit zu einer weiteren Verminderung der Produktionskosten empfiehlt sich die Spaltung der konzentrierten Energieerzeugung. Die Kurve I der Abb. 1 repräsentiert das Dauerbelastungsdiagramm eines Elektrizitätswerkes; als Abszissen sind die 8760 Stunden eines Jahres aufgetragen, und die Ordinaten geben die Belastungen des Werkes (kW) an. Das Diagramm ist in der Weise entstanden, daß die nebeneinander gereihten 365 Tagesbelastungsdiagramme, gegen die Ordinatenachse geschoben, aufeinander gelagert wurden. Die eingeschlossene Fläche des Diagramms repräsentiert die jährliche Leistung in Kilowattstunden. Mit einer maximalen Belastung von 20 000 kW werden nach dem Diagramm — einer spezifischen Belastung von 3000 kWh je kW entsprechend — jährlich 60 Mill. kWh erzeugt.

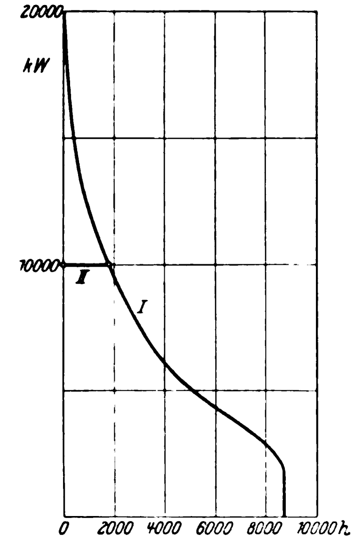


Abb. 1. Dauerbelastungsdiagramm eines Elektrizitätswerkes.

Spaltet man das Diagramm durch Halbierung der maximalen Ordinate mit Hilfe der Linie II in zwei Teile, dann stellt der Grundteil bei 10 000 kW Belastung eine jährliche Energiemenge von 55 Mill. kWh und der Spitzenteil bei einer maximalen Belastung von ebenfalls 10 000 kW eine Energie von nur 5 Mill. kWh dar. Durch die Spaltung erhöht sich daher die spezifische Belastung für den Grundteil auf 5500 kWh/kW, dagegen erniedrigt sie sich für den Spitzenteil auf 500 kWh/kW. Der Grundteil erhält damit sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Bedingungen einer wirtschaftlichen und billigen Energieerzeugung: er besitzt eine große Energiemasse und eine hohe spezifische Belastung. Demgegenüber werden durch die Spaltung die Erzeugungsverhältnisse des Spitzenteiles nachteilig beeinflußt. Falls es nun möglich wäre, den schlanken, energiearmen Spitzenteil mit seiner niedrigen spezifischen Belastung gleichfalls billig zu erzeugen, würde die Spaltung der Energiegewinnung die Lösung der wirtschaftlichen und billigen Produktion näher bringen.

Es soll der jährliche Verbrauch eines Elektrizitätswerkes von 60 Mill. kWh, mit einer maximalen Belastung von 20 000 kW, von einem Dampfkraftwerk mit drei je 10 000 kW-Einheiten gedeckt werden. Der Preis der verfeuerten Kohle von 6600 WE soll 18,5 RM/t ab Werk betragen. Die Betriebsverhältnisse, sowie die jährlichen Erzeugungskosten sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt. Darin sind weiter die Erzeugungskosten der Grund- und Spitzenenergien angegeben, wobei sämtliche Kosten, mit Ausnahme der Heizmaterialkosten, zwischen den beiden Energietypen gleichmäßig verteilt werden.

1. Erzeugungskosten der Gesamt-, Grund- und Spitzenenergie.

	Gesamtenergie	Grundenergie	Spitzenenergie
Maximale Belastung kW	20 000	10 000	10 000
Maschinenleistung (M) kW	10 000	5 000	5 000
Spezifische Belastung kWh/kW	3 000	5 500	500
Ausbau des Werkes kW	30 000	15 000	15 000
Jährliche Erzeugung (S) Mill. kWh	60	55	5
Anlagekosten (P) Mill. RM	8,4	4,2	4.2
Kohlenverbrauch/kWh bei Vollast (k) WE	5 000	5 000	5 000
Preis von 10 000 WE Kohle ab Kraftwerk (p) Pf	2,8	2,8	2,8
Kohlenkosten/kWh bei Vollast $\frac{k}{10\,000} \cdot p = (r)$ Pf	1,4	1,4	1.4
„ je Stunde Leerlauf von Maschine und Kessel $= 25\% \cdot \frac{r}{100} \cdot M = (L)$ RM	35	35	35
„ je Stunde Stillstand der Kessel $= 33\% \cdot L$ RM	12	12	12
„ je 1 kWh ohne Leerlauf $= 75\% \times r$ Pf	1,05	1,05	1,05
Leerlaufstunden der ganzen Einheit (h) St.	10 600	8 760	1 800
Stillstand der Kessel (h_1) St.	7 000		7 000
Jährliche Kosten der Energieerzeugung in 1000 RM			
Heizmaterialkosten für Leerlauf $(h \cdot L + h_1 \cdot L \cdot 0{,}33)$	450	310	140
Heizmaterialkosten ohne Leerlauf $(75\% \cdot r \cdot S)$	630	580	50
Schmier-, Putz- und Dichtungsmaterialien	54	44	10
Personalausgaben	210	150	60
Verzinsung und Amortisation $(8\% \cdot P)$	670	335	335
Erneuerung, Erhaltung u. Reparatur $(7\% \cdot P)$	585	340	245
Verwaltungsausgaben (5% der Gesamtkosten)	131	91	40
Gesamtausgaben in 1000 RM	2 730	1 850	880
Erzeugungskosten je 1 kWh in Pf	4,55	3,4	17.6

Die Heizmaterialkosten wurden aus dem von der Menge der erzeugten Kilowattstunden unabhängigen Leerlaufverbrauche sowie aus dem mit der Menge der erzeugten Kilowattstunden proportional sich ändernden Heizmaterialverbrauche der Maschinen und Kessel berechnet. Betragen die Kohlenkosten der bei Vollast erzeugten Kilowattstunde rPf, dann verbraucht eine Maschine samt Kessel mit der Leistungsfähigkeit von M kW für Leerlauf je Stunde $\frac{r \cdot M \cdot 0{,}25}{100}$ RM. Falls die maximale Winterbelastung von zwei Maschinen erzeugt wird, läuft eine Maschine samt zugehörigem Kessel Tag und Nacht, die zweite Maschine dagegen nur während der Zeiten der Spitzen; die zugehörigen Kessel müßten demnach, um Dampfspannung und Kesseltemperatur zu halten, nicht nur während der Spitzenzeiten, sondern auch während der Stillstandperioden der Maschine geheizt bzw., um den stabilen Zustand herzustellen, vor einer neuerlichen Inbetriebsetzung aufgeheizt werden. Diese Leerverluste der Kessel betragen etwa 33 % des Vollastverbrauches einer Maschine mit Kessel, somit $\frac{r \cdot M \cdot 0{,}08}{100}$ RM/h. Falls die Kessel täglich während h_1 Stunden stehen, ist der Wert der zur Erhaltung des stationären Zustandes bzw. zur Aufheizung notwendigen Kohlenmenge $h_1 \frac{r \cdot M \cdot 0{,}08}{100}$ RM. Die Leerlaufstunden der Maschinen und Kessel wurden aus Abb. 1 wie folgt entnommen. Eine Maschine samt dem zugehörigen Kessel für die Grundenergie ist jährlich während 8760 Stunden, die zweite Maschine samt Kessel für die Spitzenenergien während 1760 Stunden in Betrieb. Die Kessel der zweiten Maschinengruppe sind somit jährlich rd. 8760 — 1760 = 7000 Stunden unter stillem Feuer zu halten.

Die Resultate der Zahlentafel 1 beweisen auch zahlenmäßig die Folgen einer Spaltung: die Grundenergien können — dank ihrer quantitativen und qualitativen Bereicherung um 25 % billiger erzeugt werden; demgegenüber erhöhen sich die Erzeugungskosten der quantitativ und qualitativ verarmten Spitzenenergien auf den vierfachen Betrag.

Die Spaltung der Energieerzeugung übt auf die Übertragungskosten der Energieteile gleichfalls einen wesentlichen Einfluß aus. Nehmen wir an, daß eine Energie mit der maximalen Belastung von 20 000 kW bei einer Phasenverschiebung von $\cos\varphi = 0{,}75$ auf 200 km übertragen werden soll. Die Anlagekosten hierfür sind folgende:

200 km Fernleitung mit einem Kupferquerschnitt von $2 \times 3 \times 70$ mm² bei einer Spannung von 100 kV	4,5 Mill. RM
Auf- und Abspannwerke für $2 \times 30\,000$ kVA samt Schaltanlagen und Baulichkeiten . .	0,9 „ „
Anlagekosten der Fernübertragung	5,4 Mill. RM.

Die Kosten der Übertragung sind, falls die Ausgaben zu 10 % der Anlagekosten festgestellt werden, folgende:

2. Übertragungskosten der Gesamt-, Grund- und Spitzenenergie.

	Gesamt-energie	Grund-energie	Spitzen-energie
Jährliche Kosten in 1000 RM . . .	540	270	270
Übertragungskosten je 1 kWh in Pf	0,9	0,49	5,4

Gemäß Zahlentafel 2 vermindern sich die Kosten der Energieübertragung einer Kilowattstunde Grundenergie gegenüber der Gesamtenergie um 45 %, während sich die Übertragungskosten der Spitzenenergien auf den 6fachen Betrag erhöhen.

Ein Zuwachs der Übertragungskosten der Spitzenenergien wäre demnach ohne Belang, wenn die Eisenbahntarife zur Beförderung der Kohle davon abhängig wären, ob für das Werk eine größere oder nur eine kleinere Menge an Kohle geliefert werden soll. Die Eisenbahntarife für die Verfrachtung von 1 kg Kohle sind jedoch unabhängig davon, ob größere oder kleinere Kohlenmengen befördert werden; die Transportkosten einer Kilowattstunde mit der Eisenbahn sind daher dieselben, gleichgültig ob Spitzen- oder Grundenergien verfrachtet werden. Demgegenüber verhalten sich die elektrischen Übertragungskosten der Kilowattstunde umgekehrt proportional zu den transportierten Energiemengen. Mit einer maximalen Belastung von 10 000 kW betragen die Übertragungskosten von 1 kWh Spitzenenergie laut obigem Beispiele bei einer spezifischen Belastung von 500 kWh je kW 11 mal so viel als die Übertragungskosten von 1 kWh Grundenergie mit einer spezifischen Belastung von 5500 kWh/kW.

2. Der Verbundbetrieb.

Die Spaltung der Energieerzeugung kann sich demnach als ein wirkungsvolles Mittel zur Verbilligung der Produktion und Übertragung erweisen, sobald die Grund- und Spitzenenergien — nach einer vorhergehenden Analysierung der Teilkosten — mit den den eigenartigen Betriebsverhältnissen angepaßten Maschinen und Einrichtungen getrennt erzeugt und übertragen werden. Hiermit können nicht nur die hohen Kosten der Spitzenenergien verringert, sondern auch die Erzeugungskosten der Grundenergien noch weiter ermäßigt werden.

Die größten Posten der Erzeugungskosten der Spitzenenergien werden nach Zahlentafel 1 mit 65 % sämtlicher Ausgaben von dem Dienste der investierten Kapitalien gebildet; demgegenüber spielen die Heizmaterialkosten mit 22 % Anteil eine bescheidene Rolle. Sie überwiegen dagegen mit einem Anteil von 48 % bei den Kosten der Grundenergien; der Kapitaldienst beträgt hier nur 36 %.

Die Grund- und Spitzenenergien dürften daher nicht mit ein und denselben Maschinen erzeugt werden; vielmehr sollten die beiden Energiearten ihrem widersprechenden Charakter gemäß mit Hilfe von zwei Maschinentypen gewonnen werden. Für die Spitzenerzeugung wären billige Maschinen und Einrichtungen, selbst auf Kosten der Wirkungsgrade, zu wählen, für die Grundenergien dagegen Maschinen und Einrichtungen von hochthermischen Wirkungsgraden, wenn auch dadurch die Anlagekosten wachsen.

Nehmen wir an, daß zur Erzeugung der Grundenergien moderne, hochthermische Maschinen und Einrichtungen aufgestellt werden, welche um 30 % weniger Heizmaterial verbrauchen, jedoch um 15 % höhere Investitionen verlangen als normale Kraftwerke; zur Spitzenerzeugung sollen dagegen Maschinen und Einrichtungen verwendet werden, deren Anlagekosten um 50 % niedriger sind, die jedoch um 100 % mehr Heizmaterial verbrauchen als normale Kraftwerke. Unter diesen Voraussetzungen sind die Kosten der Energieerzeugung in Zahlentafel 3 zusammengestellt. In der ersten Spalte sind die Erzeugungskosten für den Fall berechnet, wenn die gesamte Energie mit hochthermischen Maschinen und Einrichtungen erzeugt werden sollte.

3. Kosten der Gesamt-, Grund- und Spitzenenergie, wenn in Spezialwerken erzeugt.

	Gesamt-energie 1000 RM	Grund-energie 1000 RM	Spitzen-energie 1000 RM
Heizmaterialkosten	760	630	380
Annuitäten[1], Erneuerung, Erhaltung	1 450	770	290
Schmiermaterial, Personal, Verwaltungspesen	395	285	110
Jährliche Ausgaben	2 605	1 685	780
		2 465	
Verminderung d. Erzeugungskosten%	4,6	9,7	

Das Ergebnis weist darauf hin, daß — falls die Gesamtenergie in einem hochthermischen Werke gewonnen werden sollte — die Erzeugungskosten sich um 4,6 % niedriger stellen würden als die eines normalen Werkes; wenn jedoch dieselbe Energiemenge in zwei den Betriebsverhältnissen angepaßten Kraftwerktypen produziert wird, vermindern sich die Kosten um 9,7 % gegenüber den Erzeugungskosten normaler Kraftwerke. Die Anlagekosten des selbständigen hochthermischen Werkes würden um 15 % höher, die der zwei Spezialwerke zusammen dagegen um 18 % niedriger ausfallen als die normaler Kraftwerke.

Ein technisch-organisches Zusammenarbeiten von Kraftwerken, welche derart disponiert sind, daß zur Erzeugung der Grundenergien Maschinen und Einrichtungen mit geringem Heizmaterialverbrauch angeschafft werden, zur Deckung der Spitzenenergien dagegen billige Maschinen und Einrichtungen aufgestellt werden, wird als Verbundbetrieb, seine Teile werden als Grundkraftwerk bzw. als Spitzenkraftwerk bezeichnet.

Die Grundkraftwerke laufen Tag und Nacht während 8760 Stunden des Jahres; die Spitzenkraftwerke sind dagegen nur periodisch, während der kurzen Dauer der täglichen Spitzen in Betrieb. Einerseits aus betriebstechnischen Rücksichten, anderseits um die beträchtlichen Leerlaufverluste zu ersparen, sollten die Spitzenkraftwerke momentan angelassen und abgestellt werden kön-

[1] Summe der Zinsen und Abschreibungen.

nen; sie sollten weiter während der Stillstandperioden keine Heizmaterialien verzehren.

Die quantitative und qualitative Vergrößerung der Grundenergie, welche infolge der Spaltung der Energieerzeugung entsteht, hat eine wesentliche Verbilligung der Übertragungskosten dieses Teiles zur Folge, so daß dadurch die Übertragungsmöglichkeiten der Energie bedeutend begünstigt werden; die quantitativ und qualitativ armen Spitzenenergien werden dagegen von den Übertragungskosten schwer belastet, was die Möglichkeiten der Übertragung wesentlich beengt. Daraus ergibt sich die einfache Regel, wonach Grundenergien unter Umständen auch auf größere Entfernungen übertragen werden können, Spitzenenergien dagegen von im Schwerpunkte der Verbrauche errichteten Spitzenkraftwerken erzeugt werden sollten.

Zurückgreifend nun auf die anfangs aufgeworfene Frage der Verminderung der Erzeugungskosten der Energie durch eine qualitative Beeinflussung dieser, kann auf Grund der durchgeführten Untersuchungen festgestellt werden, daß die Spaltung die Möglichkeit und die Bedingungen einer wirtschaftlichen und billigen Energieerzeugung gewährt; durch eine den Betriebsverhältnissen angepaßte Gestaltung, Auswahl und Aufstellung der Maschinen, Einrichtungen und Fernleitungen kann die Verbilligung der Energieerzeugung mit ausgiebigen Resultaten praktisch verwirklicht werden.

Durch die Spaltung der Energieerzeugung wird die spezifische Belastung der in dem Grundkraftwerk zu erzeugenden Energie bedeutend erhöht, und hiermit werden die Erzeugungskosten einer Kilowattstunde der Grundenergie selbst in dem Falle vermindert, wenn die Grundenergie in normalen Kraftwerken erzeugt werden sollte. Durch Errichtung von besonderen hochthermischen Grundkraftwerken können nun die Erzeugungskosten noch weiter und um so mehr verringert werden, je größer der prozentuale Anteil der Heizmaterialausgaben an den Gesamterzeugungskosten ist.

Hochthermische Dampfkraftwerke erzielen bei Errichtung in den Schwerpunkten der Verbrauche eine größere Rentabilität als bei Aufstellung an Kohlengruben. Falls z. B. die Kohlenpreise der Zahlentafel 1 sich infolge Verlegung des Werkes an Braunkohlengruben auf 1,4 Pf je 10 000 WE ermäßigten, würden sich die Erzeugungskosten der Grundenergien alternativ in einem normalen und in einem hochthermischen Dampfkraftwerke wie folgt stellen:

4. Erzeugungskosten der Grundenergie an der Kohlengrube.

	Normales Kraftwerk 1000 RM	Hochthermisches Kraftwerk 1000 RM
Heizmaterialkosten	445	315
Annuitäten, Erneuerungen, Erhaltung	675	770
Schmiermaterial, Personal, Verwaltung	285	285
Jährliche Ausgaben	1 405	1 370

Hochthermische Dampfkraftwerke erzeugen die Grundenergie nach Zahlentafel 3 mit einem Kohlenpreise von 2,8 Pf/10 000 WE um 9 % billiger als das normale Grundwerk nach Zahlentafel 1; bei einem Kohlenpreise von 1,4 Pf/10 000 WE fallen jedoch die Ersparnisse nach Zahlentafel 4 auf 2,5 %. Steinkohlenkraftwerke bedingen daher hochthermische Kessel und Dampfturbinen eher als an Braunkohlengruben angelegte Werke.

Die Zinssätze spielen für die Rentabilität von hochthermischen Dampfkraftwerken gleichfalls eine wichtige Rolle. Die Annuitäten sind nach den Zahlentafeln 1, 3 und 4 mit 8 % berechnet worden. Bei einem Zinssatz von 4 % würden sich die Kosten eines normalen und eines hochthermischen Dampfkraftwerkes wie folgt stellen:

5. Erzeugungskosten der Grundenergie bei niedrigen Zinssätzen.

	Normales Kraftwerk 1000 RM	Hochthermisches Kraftwerk 1000 RM
Heizmaterialkosten	890	630
Annuitäten, Erneuerungen, Erhaltung	507	585
Schmiermaterial, Personal, Verwaltung	285	285
Jährliche Ausgaben	1 682	1 500

Falls somit die Annuitäten von 8 % auf 4 % ermäßigt werden, würden sich damit die Ersparnisse zugunsten der hochthermischen Dampfkraftwerke nach Zahlentafel 5 von 9 % auf 11 % erhöhen. Die Heizmaterialkosten übersteigen die Kapitaldienste selbst noch nach der Errichtung von hochthermischen Werken um 8 %, so daß es lohnend wäre, den thermischen Wirkungsgrad des Werkes durch eine weitere Erhöhung der Anlagekosten noch mehr hinaufzudrücken.

Die höchst charakteristische Eigenschaft der Spitzenkraftwerke besteht in deren niedrigen Anlagekosten; da der Anteil der Kapitaldienste an den Gesamtkosten der Spitzenerzeugung in normalen Kraftwerken bedeutend höher ist als der der Heizmaterialkosten, kann selbst bei hohen Heizmaterialkosten eine wesentliche Ersparnis erzielt werden. Die Maßnahmen zur Ersparung von Anlagekapital werden durch eine Verlegung des Spitzenkraftwerkes in den Schwerpunkt des Verbrauches noch kräftig gefördert.

Bei Konzentration der Energieerzeugung erhöhen sich die Übertragungskosten der Energie infolge der stufenweisen Abspannung wesentlich. Die auf 1 kWh Grundenergie entfallenden Kosten sind jedoch dank der hohen spezifischen Belastung niedriger als die Transportkosten der Kohle; demgegenüber wird die konzentriert erzeugte Kilowattstunde Spitzenenergie durch die Übertragungskosten übermäßig hoch belastet. Spitzenenergien sollten demnach unter Ausschaltung von Fern- und Speiseleitungen sowie von Auf- und Abspannwerken möglichst nahe den Konsumenten im Verteilungsgebiet erzeugt werden.

Die Bedingung der Verminderung der Übertragungskosten von Spitzenenergien, die Notwendigkeit der Verlegung der Spitzenkraftwerke in das Verteilungsgebiet, führt zu einer Dezentralisation der Spitzenerzeugung in kleineren, höchstens mittelgroßen Spitzenkraftwerken. Hieraus ergibt sich der einfache Grundsatz der Energieerzeugung: Konzentration der Grundenergie, Dezentralisation der Spitzenenergie.

Die Ersparnisse infolge Spaltung der Energieerzeugung und Übertragung entstehen teilweise aus der gesonderten Produktion der Grund-, teilweise der Spitzenenergie bzw. der Übertragung. Wie weit diese Teile an der Rentabilität des Verbundbetriebes teilnehmen, hängt von den Kohlenpreisen und Zinsverhältnissen ab. Für neu zu errichtende Elektrizitätswerke hat man den Grund- und den Spitzenteil zu gleicher Zeit zu erstellen; sobald aber ein bestehendes Elektrizitätswerk erweitert werden sollte, müßte auf Grund der Kohlenpreise und Zinssätze erwogen werden, ob die Erweiterung durch die Errichtung eines Grund- oder eines Spitzenkraftwerkes erfolgen soll.

In den Vereinigten Staaten, wo die Zinssätze niedrig und die Kohlenpreise hoch sind, kann und soll man mit der Entwicklung des thermischen Wirkungsgrades Schritt halten und überholte Dampfkraftwerke evtl. alle 5 bis 10 Jahre durch neue Werke mit höchstem thermischen Wirkungsgrade ersetzen; in Europa dagegen, wo die Zinssätze hoch und die Kohlenpreise mäßig sind, müßte man das Ersetzen von betriebsfähigen, gesunden Werken durch neu zu erbauende hochthermische Dampfkraftwerke schon mit Rücksicht auf die heimische Kohlenindustrie von Fall zu Fall wohl überlegen. In den kapitalarmen, aber an Kohlenschätzen reichen Ländern von Europa sollten eher Spitzen- als Grundkraftwerke errichtet werden. Erstere nehmen die finanzielle Tragfähigkeit des noch im Entwicklungstadium befindlichen Elektrizitätswerkes weniger in Anspruch und sind somit für die Übergangszeit der Konsumentenwerbung besonders geeignet. Sobald dann die notwendige Energiemenge angesammelt ist, kann die Verbundwirtschaft durch Errichtung des Grundwerkes vervollständigt werden.

3. Grund- und Spitzen-Kraftwerkstypen.

Neben den hochthermischen Dampfwerken können zur Erzeugung von Grundenergien Kraftwerke zugezogen werden, welche die elektrische Energie als Nebenprodukt erzeugen. Diesen Kraftwerkstypen als Mithelfern in der allgemeinen Energieversorgung darf man jedoch keine übermäßige Bedeutung zuschreiben, denn die als Nebenprodukt gewinnbare Energie ist unsicher und i. a. zu klein, als daß sie die Selbstkosten der Großerzeugung wesentlich beeinflussen könnte. Die Energie als Nebenprodukt kann vorteilhaft für den Eigenverbrauch der einzelnen Industrieanlagen verwendet werden.

Mit der fortschreitenden Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades steuern die Dampfkraftwerke in die Richtung der hydraulischen Flußkraftwerke, deren Betriebskosten praktisch ausschließlich aus den Annuitäten, der Erneuerung und Erhaltung des Werkes bestehen. Fluß-

kraftwerke sind zur Erzeugung von großen Energiemengen berufene ausgesprochene Grundkraftwerke. Sie sollten aber ebenso wie kalorische Grundkraftwerke mit Energieerzeugung als Nebenproduktgewinnung nur auf solche Verbrauchsnetze arbeiten, wo sie wenigstens 70 % des Verbrauches decken können.

Als Spitzenkraftwerke kommen folgende Typen in Betracht: bestehende kalorische Werke, welche infolge der fortschreitenden Energiekonzentration abgestellt wurden bzw. werden; Diesel- und Gaskraftwerke; Speicherung der kalorischen Grundenergie mit Hilfe von Dampfspeichern, Pumpenspeichern oder elektrischen Akkumulatoren; hydraulische Werke, mit Speicherung des abfließenden Wassers evtl. auch mit Pumpenspeicherung der kalorischen Grundenergie ausgerüstet.

Die Anlagekosten von Spitzenkraftwerken sind etwa folgende:

Dampfspeicherwerke	150 ÷ 200 RM/kW
Pumpenspeicherwerke	150 ÷ 300 „ „
Diesel- oder Gaskraftwerke	300 „ „
Elektr. Akkumulatoren samt Umformer	600 „ „

Die Übertragungskosten von Spitzenenergien zeigt Zahlentafel 6:

6. Anlagekosten der Übertragung von Spitzenenergien.

	Fernleitungen				Unterirdische Kabel	
Zu übertragende Leistung kW	10 000		20 000		5000	
Entfernung km	100	200	100	200	10	20
Anlagekosten je 1 kW samt Umspannwerken RM . . .	200	500	200	400	200	300

Für die Erzeugung von Spitzenenergien sind in erster Linie die bestehenden lokalen Kraftwerke geeignet, welche sonst mit fortschreitender Energiekonzentration stillgelegt werden. Diese Werke sind bereits abgeschrieben und liegen, bis in das Verteilungsgebiet vorgeschoben, in den Schwerpunkten der örtlichen Verbrauche; die Spitzenenergie wird somit weder mit dem Kapitaldienste des Kraftwerkes, noch der Fern- und Speiseleitungen belastet. Die Zuziehung der bestehenden vorgeschobenen Kraftwerke für die Spitzenversorgung kann demnach als eine willkommene Lösung der Spitzendeckung bezeichnet werden.

Für die deutschen Verhältnisse gewähren vorgeschobene Gaskraftwerke als Spitzenwerke besondere Vorzüge; sie können, mit einer Gasspeicherung ausgerüstet, die sonst schwer verwertbaren Koksprodukte der städtischen Gasanstalten verheizen und damit die Rentabilität der Gasanstalten verbessern. Die Gasspitzenkraftwerke dürften als Abnehmer auch für die geplante Ferngasversorgung zu einer erhöhten Bedeutung gelangen.

Für Spitzendeckung wurde in der neuesten Zeit mit besonderer Vorliebe die Speicherung von kalorischer Nachtenergie vorgeschlagen und ausgeführt. Diese gesunde Methode der Energieerzeugung hat den bedeutenden Vorteil, daß das Grundkraftwerk spezifisch höchstbelastet läuft und somit unter den vorteilhaftesten Bedingungen arbeitet; auch sein Aktionsradius wird auf diese Weise erweitert. Die zugehörigen Spitzenkraftwerke müßten jedoch möglichst in den Schwerpunkten der lokalen Belastungen errichtet werden. Für die Erzeugung der Spitzen sind demnach von den Speichermethoden in erster Linie diejenigen geeignet, welche eine möglichst weitgehende Dezentralisierung gestatten.

Die Dampfspeicherung sowie die Speicherung des Speisewassers ergibt für das Spitzenkraftwerk selbst äußerst niedrige Anlagebeträge. Da jedoch diese Speicherungen mit dem Grundkraftwerke untrennbar verbunden sind, werden ihre Anlagekosten noch mit den Kosten der unterirdischen Hochspannungsspeiseleitungen evtl. der Fernleitungen unter Umständen schwer belastet.

Dampf- sowie Speisewasserspeicherungen als Spitzenkraftwerke gelangen in Verbindung mit bestehenden, mit fortschreitender Energiekonzentration evtl. stillgelegten vorgeschobenen lokalen Dampfkraftwerken zu einer erhöhten Bedeutung.

Aus betriebstechnischen Rücksichten können die Pumpenspeicherwerke zur Aufspeicherung von kalorischer Energie vorteilhaft zugezogen werden. Da jedoch die Pumpenspeicherwerke für einen Ausbau in großem Maßstabe besonders geeignet sind, wünscht man sie nach dem Muster der Großgrundkraftwerke, als Großspitzenwerke auszuführen. Ihre Verwendung zur Spitzendeckung ist damit auf ein falsches Gleis geraten. Die Anlagekosten von Pumpenspeicherwerken sind zwar niedrig, falls diese jedoch als Großspitzenwerke ausgebaut und die Spitzenenergien auf eine Entfernung von 100÷200 km übertragen werden, steigen sie auf eine Höhe, wo die Konkurrenzfähigkeit der Pumpenspeicherwerke aufhört.

Die Pumpenspeicheranlagen als Spitzenkraftwerke besitzen schätzenswerte Eigenschaften, sollten jedoch in kleinen Einheiten, zur Deckung der lokalen Spitzen, angelegt werden; selbst in den Großstädten müßte man sie nur für eine teilweise Deckung der Spitzen ausbauen, so daß an der Spitzenerzeugung auch andere passend gelegene Werke teilnehmen können. Auf diese Weise werden die Anlagekosten so weit verringert, daß die Pumpenspeicherwerke mit anderen Spitzenwerken erfolgreich konkurrieren können.

Hydraulische Flußkraftwerke liefern unsichere Rohenergien und bedingen dabei für die ausgebaute kW-Leistung eine bedeutende Anlagesumme; sie sind daher für die Spitzendeckung nicht geeignet. Hydraulische Werke besitzen aber vorzügliche Betriebseigenschaften, und da mit Hilfe von Speicherung des Wassers die Ausbauleistungsfähigkeit gesichert wird und durch eine gewaltige Erhöhung der Ausbauleistungsfähigkeit sich die Anlagekosten je Kilowatt bedeutend erniedrigen lassen, können die speicherfähigen Wasserkräfte unter Umständen vorzügliche Spitzenkraftwerke abgeben.

4. Beispiele von Verbundbetrieben.

Um die Rentabilität zahlenmäßig beurteilen zu können, werden wir in den Zahlentafeln 7 bis 11 die Erzeugungskosten von Verbundbetrieben, bestehend aus einem hochthermischen Dampfkraftwerk zur Erzeugung der Grundenergie und aus Spitzenkraftwerken verschie-

7. Betriebs- und Preisverhältnisse der Energieerzeugung.

Betriebsverhältnisse	Selbständiges Werk	Grundkraftwerk	Spitzenkraftwerk
Jährliche Erzeugung Mill. kWh	60	55	5
Maximale Belastung kW . .	20 000	10 000	10 000
„ „ kVA . .	30 000	10 000	22 000
Ausbau des Werkes kW . .	3×10 000	2×10 000	2×5000
Anlagekosten 1000 RM:			
normales Kraftwerk . . .	8000		
hochthermisches Kraftwerk	9100	6700	
Ruths-Speicheranlage . . .			1600
Pumpenspeicherwerk . . .			2200
Dieselkraftwerk			3000
200 km Fernleitung mit Auf- und Abspannwerken . .	6200	3300	
10 km Speiseleitung mit Abspannwerken	2000	650	1500
20 km Speiseleitung mit Auf- und Abspannwerken . .	4000	1400	3000

Preis von 10 000 WE Heizmaterial:

Braunkohle von 4000 WE ab Grube	1,4 Pf
„ „ „ 4000 „ „ Kraftwerk	3,15 „
Gasöl von 10 000 WE ab Kraftwerk	12,0 „

Heizmaterialverbrauch je 1 kWh bei Vollast von:

normalen Dampfkraftwerken	5000 WE	= 0,7 Pf
hochthermischen Dampfkraftwerken . . .	3500 „	= 0,49 „
Speicherwerken	7000 „	= 0,98 „
Dieselkraftwerken	2600 „	= 3,15 „

8. Kostenberechnung der selbständigen Energieerzeugung in hochthermischen Dampfkraftwerken.

	Ab Kohlengrube 1000 RM	Ab Verbrauchstelle 1000 RM
Kosten von 67 000 t Braunkohle zu je 4000 WE .	380	850
Schmier-, Putz- und Dichtungsmaterialien .	20	20
Personalausgaben	210	210
Annuitäten des investierten Kapitals von 9,1 Mill. RM	728	728
Erneuerung, Reparatur, Erhaltung	637	637
Verwaltungspesen	100	100
	2075	2545
Kosten der elektrischen Fernübertragung . .	682	
„ „ Speiseleitungen	220	440
Gesamtkosten der Energie ab Verteilungsgebiet	2977	2985

9. Kostenberechnung von örtlich nicht getrennten Verbundbetrieben.

Type des Spitzenwerkes	Ab Kohlengrube		Ab Verbrauchstelle	
	Ruthsspeicher	Pumpenspeicher	Ruthsspeicher	Pumpenspeicher
	1000 RM			
Kosten von 73 000 t Braunkohle	404	404	914	914
Schmier-, Putz- und Dichtungsmaterialien	20	20	20	20
Personalausgaben	210	180	210	180
Annuitäten des investierten Kapitals von 6,7 Mill. RM	536	536	536	536
Erneuerung, Reparatur, Erhaltung	469	469	469	469
Verwaltungspesen	70	70	70	70
Kosten der Grundenergie	1709	1679	2219	2189
Personalausgaben des Spitzenkraftwerkes		30		30
Annuitäten	130	175	130	175
Erneuerung, Reparatur, Erhaltung	90	90	90	90
Verwaltungspesen	30	30	30	30
Kosten der Spitzenenergie	250	325	250	325
Kosten der elektrischen Fernübertragung	682	682		
„ „ Speiseleitungen	220	220	440	440
Gesamtkosten der Energie ab Verteilungsgebiet	2861	2906	2909	2954

10. Kostenberechnung von örtlich getrennten Verbundbetrieben.

Lage der Werke: Grundkraftwerk ab	Grube			Verteilungsstelle
Lage der Werke: Spitzenkraftwerk ab	Verteilungsstelle			Grube
Type des Spitzenkraftwerkes	Pumpenspeicher	Diesel	bestehende Werke	Pumpenspeicher
	1000 RM			
Heizmaterial	404	361	361	914
Schmier-, Putz- u. Dichtungsmaterialien	20	20	20	20
Personalausgaben	180	180	180	180
Annuitäten	536	536	536	536
Erneuerung, Reparatur, Erhaltung	469	469	469	469
Verwaltungspesen	70	70	70	70
Kosten der Grundenergie	1679	1636	1636	2189
Heizmaterialkosten d. Spitzenkraftwerkes		240	80	
Personalausgaben	30	40	70	30
Annuitäten	175	240		175
Erneuerung, Reparatur, Erhaltung	90	120	120	90
Verwaltungspesen	30	30	30	30
Kosten der Spitzenenergie	325	670	300	325
Kosten der elektrischen Fernübertragung	363	363	363	363
Kosten der Speiseleitungen	220	220	220	220
Gesamtkosten der Energie ab Verteilungsort	2587	2889	2519	3097

dener Typen, berechnen. Die Berechnungen werden in zwei Gruppen ausgeführt: die eine enthält Verbundbetriebe, deren Grund- und Spitzenteile örtlich abgetrennt sind, während bei der zweiten Gruppe beide Werke in derselben Ortschaft errichtet gedacht sind. Als dritte Gruppe ist die selbständige Energieerzeugung einmal ab Grube und sodann ab Verbrauchstelle mit der Annahme berechnet worden, daß die Kosten der zwei Alternativen ab Verbrauchstelle identisch sein sollen.

Die zu erzeugende Energie soll jährlich 60 Mill. kWh bei einer maximalen Belastung von 20 000 kW betragen. Eine wirtschaftliche Spaltung der maximalen Belastung zwischen den Grund- und Spitzenkraftwerken kann im Wege von Alternativberechnungen festgestellt werden: den Spitzenkraftwerken sollten um so größere Belastungen zugeteilt werden, je niedriger die Erzeugungskosten des Spitzenwerkes gegenüber denen des Grundkraftwerkes sind. Der Ausbau von Spitzenkraftwerken mit Speicherung kalorischer Energie wird durch das Gleichgewicht der überschüssigen kalorischen Energie mit dem Energiebedarfe der Spitzen begrenzt, wobei der Wirkungsgrad des Spitzenwerkes zu berücksichtigen ist. Im folgenden wird der Einfachheit wegen die maximale Belastung zwischen Grundkraftwerk und Spitzenkraftwerk gleichmäßig, in vorliegendem Beispiel zu je 10 000 kW, verteilt. Die Energie soll ab Grube mittels Braunkohle von 4000 WE und einem Preis von 1,4 Pf/10 000 WE erzeugt und auf eine Entferung von 200 km übertragen bzw. im Schwerpunkte des Verbrauches mit einem Kohlenpreis von 3,15 Pf/10 000 WE erzeugt werden; der Preis des Gasöles wird je 10 000 WE zu 12 Pf angenommen.

5. Schlußfolgerungen.

Die Resultate der Zahlentafeln 8 bis 10 sind in der Zahlentafel 11 in der Weise zusammengestellt, daß die Erzeugungskosten der einzelnen Gruppen, ab Verteilungsstelle, in Prozenten der selbständigen Energieerzeugung ausgedrückt erscheinen:

11. Zusammenstellung der Erzeugungskosten.

Selbständige Energieerzeugung ab Grube	100 %
Selbständige Energieerzeugung ab Verteilungstelle	100 %
Örtlich nicht abgetrennte Verbundbetriebe ab Grube	95 ÷ 98 %
Örtlich nicht abgetrennte Verbundbetriebe ab Verteilungstelle	97 ÷ 99 %
Örtlich abgetrennte Verbundbetriebe:	
Grundkraftwerk ab Grube, Spitzenkraftwerk ab Verteilungstelle	84 ÷ 96 %
Grundkraftwerk ab Verteilungstelle, Spitzenkraftwerk 200 km entfernt	103 %

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß zur Verminderung der Erzeugungskosten die Errichtung von speziellen Grund- und Spitzenkraftwerken nicht genügt: es muß noch eine besondere örtliche Anordnung getroffen und ein spezieller Betrieb der Werke organisiert werden. Solange die Grund- und Spitzenkraftwerke örtlich nicht getrennt errichtet werden, obwalten zwischen den Erzeugungskosten des Verbundbetriebes und der selbständigen Energieerzeugung keine wesentlichen Unterschiede. Ein solcher zeigt sich erst bei einer örtlichen Trennung der Grund- und Spitzenkraftwerke. Die Kosten der in einem Verbundbetriebe erzeugten Energien, bestehend aus einem hochthermischen Fern-Grundkraftwerke und aus einem im Schwerpunkte des Verbrauches errichteten, zur Lieferung der Blindströme gleichfalls eingerichteten Spitzenkraftwerke, ermäßigen sich bis auf 84 % der Kosten der selbständigen, hochthermischen Energieerzeugung je nach der Type und Lage des Spitzenkraftwerkes. Wird jedoch eine umgekehrte Anordnung: Grundkraftwerk an der Verbrauchstelle und Spitzenkraftwerk mit Fernübertragung, getroffen, dann würden sich die Kosten des Verbundbetriebes bis auf 113 % der selbständigen Energieerzeugung erhöhen.

Die Spaltung erweist sich somit auch zahlenmäßig als ein wirkungsvolles Mittel zur Verbilligung der Energieerzeugung in allen jenen Fällen, wo die Grundenergie mittels Fernleitung übertragen werden soll. Die Spaltung unterstützt daher den Vorgang der fortschreitenden Energiekonzentration, indem sie ermöglicht, daß die Massen der Grundenergien in einem hochthermischen Grundkraftwerke von größter Leistungsfähigkeit konzentriert erzeugt und mittels Fernleitungen den Verbrauchszentren zugeführt werden. Demgegenüber bedingt die Spaltung eine möglichst weitgehende Dezentralisation der Spitzenerzeugung in tunlichst bis zu den Verteilungsstellen vorgeschobenen Spitzenkraftwerken; bestehende Kraftwerke sollten hierfür in erster Reihe benutzt werden.

Die Spaltung hat in allen jenen Fällen, wo eine Schonung des zu investierenden Kapitals gefordert wird, eine erhöhte Bedeutung; aus diesem Grunde sollten unter den obwaltenden finanziellen Verhältnissen die notwendigen Erweiterungen der Elektrizitätswerke in der Weise durchgeführt werden, daß vorläufig keine kalorischen Grundkraftwerke, sondern Spitzenkraftwerke errichtet bzw. ausgebildet werden.

Das Forschungsinstitut für Elektro-Wärmetechnik an der Technischen Hochschule Hannover.

Von Professor Dr.-Ing. E. h. **G. Dettmar**, Hannover.

Übersicht. Nach einem kurzen Rückblick auf die Entwicklung der Elektro-Wärmetechnik wird gezeigt, welche Aufgaben für ein Forschungsinstitut auf diesem Gebiete bestehen und wie die Lösung derselben gedacht ist.

Die Verwendung der Elektrizität zu Erwärmungszwecken ist eines ihrer ältesten Anwendungsgebiete. Schon 1882 waren in München und 1883 in Wien auf der Ausstellung elektrische Wasserkocher zu sehen. Solche Apparate blieben aber zunächst ein Luxus und fanden nur in geringem Umfange Anwendung; sie weiter zu verbreiten war damals nicht möglich, weil die Zahl der elektrischen Anlagen noch zu gering und die Kosten der Kilowattstunde zu hoch waren. Insbesondere war die öffentliche Elektrizitätsversorgung zu dieser Zeit ja erst im Entstehen begriffen und im wesentlichen für Beleuchtungszwecke bestimmt. Erst langsam folgte die Kraftversorgung, was dann zu besonderen Kraftstrompreisen führte, so daß nun auch an die Benutzung der Elektrowärme in erheblichem Umfange gedacht werden konnte. Die Entwicklung der elektrischen Beheizung konnte aber erst allmählich einsetzen, und zwar vorwiegend bei Elektrizitätswerken, die mit Wasserkraft arbeiteten. So wuchs sich langsam die Elektro-Wärmetechnik zu einem besonderen Zweige der Elektrotechnik aus, in gleichem Maße wie die öffentliche Elektrizitätsversorgung ihre Netze immer weiter ausbaute und damit einem immer größeren Teile der Bevölkerung Elektrizität jederzeit zur Verfügung stellte.

Wenn trotzdem diese Anwendung der Elektrizität anderen Sondergebieten der Elektrotechnik gegenüber an Bedeutung zurücktrat, so war das nicht in der Sache selbst begründet, sondern es war im wesentlichen darauf zurückzuführen, daß die Vorzüge der Elektro-Wärmetechnik selbst bei einer großen Zahl der Elektrotechniker, geschweige denn bei den anderen Ingenieuren usw. ungenügend bekannt waren. Die Beurteilung der wirtschaftlichen Seite dieses Anwendungsgebietes ist leider meistens eine vollkommen einseitige gewesen und ist es zum großen Teile heute noch. Es hat sich nämlich von Anbeginn der Elektro-Wärmetechnik an die Unsitte ausgebildet, ihre Wirtschaftlichkeit lediglich vom Standpunkte der verbrauchten Wärmeeinheiten aus zu beurteilen. Fast jeder Aufsatz oder jedes Buch, das sich mit dieser Materie beschäftigte, beginnt zu zeigen, wie ungünstig vom Wärmeeinheiten-Standpunkte aus die Verhältnisse liegen. Es wurden zwar öfter auch die Vorteile, die die Anwendung der Elektrizität zu Erwärmungszwecken bringt, mehr oder weniger vollständig erwähnt, ohne daß aber diese in wirtschaftlicher Beziehung bewertet wurden. Nur vereinzelt waren die Vorteile, die die elektrische Erwärmung bietet, in Kreisen der Industrie, des Gewerbes, der Ingenieure, ja selbst in Kreisen der Elektrotechniker bekannt. Jahrzehntelang bildete die Beurteilung nach Wärmeeinheiten die Basis für Vergleiche und galt allgemein als der Weisheit letzter Schluß. Es ist auffällig, daß dieses Verfahren so lange Zeit hindurch alle Kreise von Technik und Wirtschaft beherrscht hat, trotzdem in anderen Gebieten der Technik, in denen die Verhältnisse ganz ähnlich lagen, grundsätzlich anders vorgegangen wurde. Wie würde man wohl über einen Ingenieur oder Wirtschaftler geurteilt haben, der die Verwendbarkeit verschiedener Kraftmaschinen n u r vom Standpunkt der verbrauchten Wärmeeinheiten aus beurteilt hätte. Es galt dort als ganz selbstverständlich, daß neben dem Verbrauch an Betriebstoff die sonstigen Betriebskosten, wie Bedienung, Unterhaltung, Reparaturen, Verzinsung, Abschreibung usw., berücksichtigt werden müssen. Daß für Elektro-Wärmegeräte ganz genau das gleiche gemacht werden muß, daß also neben den Kosten der verbrauchten Kilowattstunde auf die anderen Ausgaben bei einem Vergleich mit sonstigen Erwärmungsarten berücksichtigt werden müssen, war doch eigentlich selbstverständlich, und es muß Wunder nehmen, daß nur wenige Autoren diesen Weg gegangen sind. Daß aber die elektrisch betriebenen Erwärmungseinrichtungen eine große Zahl von Vorzügen gegenüber den mit anderen Energieformen arbeitenden besitzen, und daß diese beträchtliche wirtschaftliche Vorteile darstellen, hat immer verhältnismäßig wenig Beachtung gefunden. Aus den nachstehend aufgeführten Eigenschaften der Elektrizität für Erwärmungszwecke geht dies ohne weiteres hervor; sehr oft stellen sie Annehmlichkeiten dar, die allein schon entscheidend bei der Wahl der Betriebsart sein werden. Es sind dies:

einfache Zuführung,
leichter Einbau,
einfache Regelung,
sofortige Betriebsbereitschaft,
einfache Handhabung,
genaue Einstellung der Temperatur,
große Konstanz der Temperatur,
Gleichmäßigkeit der Erwärmung,
Möglichkeit der Wärmespeicherung,
geringer Platzbedarf,
höchste Feuersicherheit,
keine Luftverschlechterung,
keine Vergiftungsgefahr,
keine Explosionsgefahr,
hoher Wirkungsgrad,
große Sauberkeit,
hygienisch einwandfrei.

Trotz aller Schwierigkeiten, die der Entwicklung der Elektro-Wärmetechnik durch die vorstehend geschilderte, weit verbreitete Einseitigkeit der Beurteilung gemacht worden waren, hat sie sich aber doch eben infolge ihrer außerordentlichen Vorzüge allmählich entwickelt und ist zu großer Bedeutung gelangt. Das ist besonders der Pionierarbeit folgender Elektrotechniker zu danken: C o u l o n, H e l b e r g e r, P a s s a v a n t, E. R. R i t t e r, S c h i n d l e r - J e n n y, O. S c h u l z e, P. S t o t z, V o i g t.

Der rasche Ausbau der Überlandzentralen ist nun von großem Einfluß auf die weitere Entwicklung der Elektro-Wärmetechnik geworden: stellt doch auf dem flachen Lande fast immer die Elektrizität die einzige Wärmequelle dar, die jederzeit zur Verfügung steht, wobei außerdem noch die Ersparnis an Zeit und Arbeit, die mit der Verwendung von Elektrowärmegeräten verbunden ist, vielfach erheblich ins Gewicht fällt. Weiter bot sich hier eine günstige Gelegenheit, das meist gering belastete Leitungsnetz besser auszunutzen und damit die oft schwer zu erreichende Wirtschaftlichkeit der Überlandversorgung zu erhöhen.

Aber auch in industriellen Anlagen ergaben sich mit der Zeit viele Anwendungsmöglichkeiten für die Elektro-Wärmetechnik, wobei allerdings Erfahrungszahlen und Angaben über die wirtschaftlichen Erfolge erst sehr langsam in der Literatur erschienen, so daß zuverlässige Unterlagen vielfach nur schwer zu erhalten waren. Soweit sie überhaupt veröffentlicht wurden, befanden sie sich verstreut in einer Anzahl von Aufsätzen und Mitteilungen in den verschiedensten Zeitschriften. Eine Zusammenfassung brauchbarer Zahlen über die Wirtschaftlichkeit in industriellen Betrieben in Buchform erschien erst sehr spät.

Die Nachkriegszeit hat mit der vielfach notwendig gewordenen Umstellung von Fabriken einen erheblichen Einfluß auf die Elektro-Wärmetechnik gewonnen. Eine große Zahl von Herstellern von Metallwaren hielten dieses Gebiet für eine günstige Gelegenheit zur Beschäftigung ihrer Betriebe. Sie stellten, vielfach ohne genügende Erfahrungen, ja z. T. sogar ohne die notwendigen Fachkenntnisse, allerhand wärmetechnische Apparate her. Es wird ohne weiteres einleuchten, daß dabei vielfach Mißgriffe vorkamen.

Aber auch was die Anwendungsgebiete der Elektrotechnik anbetrifft, sind Fehler dadurch begangen worden, daß zuweilen elektrisch beheizte Geräte an solchen Stellen angewandt worden sind, wo sie wirtschaftlich nicht berechtigt waren. Das führte zu Rückschlägen und ungünstigen Auswirkungen. Die technische Anwendbarkeit der Elektro-Wärmegeräte ist eben nicht allein ausschlaggebend, sondern es müssen meistens auch die Bedingungen der Wirtschaftlichkeit erfüllt sein. Bezüglich der Anwendungsgebiete muß man zwei Gruppen unterscheiden, die im Haushalt und die in der Industrie. Bei beiden spielt natürlich die Wirtschaftlichkeit eine große Rolle. Bei der ersteren ist aber nicht nur diese Bedingung zu erfüllen, sondern die Geräte müssen auch sehr preiswert sein, weil sonst die Anschaffungskosten nicht aufgebracht

werden können, selbst wenn die Apparate wirtschaftlich arbeiten. Dies ist bei dem heutigen Mangel an Kapital und bei der schwierigen Lage Deutschlands ganz besonders wichtig. Es ist also bei den Haushaltsapparaten notwendig, durch Massenfabrikation die Herstellungskosten herunterzusetzen. Dies kann aber nur erreicht werden auf Grund einer Einschränkung der Zahl der herzustellenden Typen. Eine Typisierung ist aber nur möglich nach Durcharbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen des ganzen Gebietes. Nur so kann eine richtige Auswahl der Typen getroffen werden. Eine zweckmäßige Typisierung ist aber gerade bei Elektrowärmegeräten sowohl für den Hersteller als auch für den Händler und den Abnehmer von großer Bedeutung. Die einzelnen Typen können besser durchgearbeitet und betriebsicherer hergestellt werden. Die Lagerhaltung wird für den Hersteller wie für den Händler bei einer kleinen Zahl von Typen wesentlich geringer. Auch können Reparaturarbeiten einfacher durchgeführt werden. Das Wesentliche ist aber, daß bei der Herstellung einer großen Zahl gleicher Ausführungen die Preise bedeutend heruntergesetzt werden können, wodurch das Anwendungsgebiet sich entsprechend vergrößert.

Die Anschaffung solcher Geräte kann weiter noch dadurch gefördert werden, daß eine Möglichkeit für Abzahlung gegeben wird. Die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A. G. sind in dieser Richtung vorbildlich vorgegangen durch Einrichtung ihrer „Elektrissima-Organisation". Der Abnehmer braucht dabei dem Installateur, von dem er den Apparat bezieht, nur einen bestimmten Prozentsatz anzuzahlen, sowie eine Sicherheitserklärung zu unterschreiben. Das Werk zahlt dann den Rest und zieht ihn nach Wahl des Abnehmers in fünf oder zehn Monatsraten zusammen mit der Stromrechnung ein.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat sich zum ersten Male mit dem Gebiete der Elektro-Wärmetechnik befaßt, als er 1911, auf meinen Vorschlag hin, eine Kommission einsetzte, die in kurzer Zeit die „Vorschriften für elektrische Heiz- und Kochapparate" aufstellte, die später mehrfach vervollkommnet worden sind und deren letzter Wortlaut aus dem Jahre 1924 stammt mit dem neuen Titel „Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen V.E.Hz./1925, die in ETZ 1924 S. 665, 695, 964 und 1068 abgedruckt sind. Bei den Arbeiten dieser Kommission hat sich aber mehrfach gezeigt, daß auf dem Gebiete der Elektro-Wärmetechnik noch manche Unklarheiten und Unvollkommenheiten bestehen. So konnten z. B. die §§ 56 bis 59 der zur Zeit gültigen Vorschriften, in denen Bestimmungen über den Wirkungsgrad und die Fortkochzahl gegeben werden sollten, nicht endgültig festgelegt werden, weil es nicht möglich war, darüber eine Einigkeit zu erzielen. Sie sind bis heute noch nicht fertiggestellt. Bei dem Vergleich verschiedener Bauarten bedeutet dieser Mangel aber einen erheblichen Nachteil. Es tauchte daher in einer im Dezember 1924 in Nürnberg abgehaltenen Sitzung der Kommission der Plan auf, ein wissenschaftliches Institut für elektrische Beheizung zu schaffen, und zwar wurde hierfür die Technische Hochschule Hannover in Aussicht genommen. Die Kommission stellte beim Vorstande des VDE den Antrag, die Einrichtung eines solchen Institutes ins Auge zu fassen. Diesem wurde zugestimmt und man begann mit den Vorarbeiten hierzu. Es fand zunächst im April 1925 in der Technischen Hochschule Hannover eine Besprechung aller beteiligten Kreise statt. Obwohl alle Anwesenden von der Notwendigkeit der Bildung eines solchen Institutes überzeugt waren, gelang es damals noch nicht, die hierfür notwendigen Geldmittel zu beschaffen. Die wirtschaftliche Lage war so schlecht, daß die Beteiligten auf längere Zeit hinaus bindende Verpflichtungen für die Schaffung der Mittel nicht übernehmen konnten, so daß der Plan auf eine günstigere Zeit verschoben werden mußte. Da nun aber ein dringendes Bedürfnis für die Schaffung von Methoden zur Bestimmung des Wirkungsgrades und der Fortkochzahl vorlag, wurde wenigstens diese Arbeit in Angriff genommen, und die zu ihrer Durchführung notwendigen Mittel wurden zunächst vom Verband Deutscher Elektrotechniker zur Verfügung gestellt. Da diese nur sehr gering sein konnten, ergab sich nur ein langsamer Fortschritt der Arbeiten. Immerhin sind dadurch etwa $1 \div 1\frac{1}{2}$ Jahre gespart worden, denn diese Arbeiten stehen kurz vor ihrem Abschluß, während sie andernfalls jetzt erst hätten begonnen werden können.

Ende 1927 schien nun der Zeitpunkt gekommen, die im Jahre 1925 abgebrochenen Verhandlungen wieder aufzunehmen. Die Besserung der wirtschaftlichen Lage ermöglichte es nunmehr den Beteiligten, die für Unterhaltung eines solchen Forschungsinstituts notwendigen Geldmittel auf längere Zeit zuzusagen. Nachdem der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie, der Verband Deutscher Elektrotechniker und die Vereinigung der Elektrizitätswerke sich bereiterklärt hatten, für die Dauer von fünf Jahren beträchtliche Geldmittel zur Verfügung zu stellen, erklärten sich auch das Preußische Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung, die Hannoversche Hochschulgemeinschaft und die Reichsbahn-Gesellschaft bereit, erhebliche Beträge für den gleichen Zeitraum zu zahlen, so daß das Forschungsinstitut am 1. I. 1928 seine Tätigkeit aufnehmen konnte. Der vorläufige Arbeitsplan des Instituts wurde wie folgt festgelegt:

I. Ausbildung von Untersuchungsmethoden,
   a) Wirkungsgradbestimmung,
   b) Temperaturregelung,
   c) Speicherung,
   d) Wärmeisolierung.

II. Einrichtung einer Kartothek der Literatur über Elektro-Wärmetechnik.

III. Abhaltung von Ausbildungskursen.

IV. Periodische Veröffentlichungen.

Um eine wirksame Verbindung mit der Industrie herzustellen, wurde ein Kuratorium gebildet, das die Aufgabe hat, das Institut in wissenschaftlichen Fragen zu beraten und die Durchführung der geplanten Arbeit zu unterstützen. Das Kuratorium setzt sich zusammen aus einem Vertreter des Preußischen Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung, einem Vertreter der Technischen Hochschule Hannover, vier Vertretern des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie, einem Vertreter des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, einem Vertreter der Vereinigung der Elektrizitätswerke, einem Vertreter der Hannoverschen Hochschulgemeinschaft und einem Vertreter der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Wie aus dem vorstehenden Arbeitsplan zu ersehen ist, wird neben der Ausbildung wissenschaftlicher Untersuchungsmethoden noch besonderer Wert auf die Abhaltung von Ausbildungskursen gelegt. Das ist wichtig, weil vielfach die notwendigsten Kenntnisse der Elektro-Wärmetechnik fehlen. Weder an den Technischen Hochschulen noch an den Mittelschulen ist dieses Gebiet bisher ausführlich behandelt worden. Die Folge davon ist, daß die in die Praxis eintretenden Ingenieure und Techniker nur ganz geringe Kenntnisse auf diesem Gebiete mitbringen und meist gar nicht wissen, welche Möglichkeiten für die Anwendung der Elektrowärme überhaupt vorliegen und wie sie technisch und wirtschaftlich zu bewerten sind. Durch solche Kurse wird es möglich sein, mit der Zeit eine größere Zahl gut ausgebildeter Spezialingenieure sowohl für die fabrizierende wie für die verbrauchende Industrie zu schaffen.

Das Forschungsinstitut wird bestrebt sein, auf dem Gebiete der Elektro-Wärmetechnik einwandsfreie Unterlagen in wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Richtung zu schaffen, so daß darauf eine Aufklärungstätigkeit begründet werden kann. Es soll eine Zentralstelle für die gesamte Elektro-Wärmetechnik bilden und so eine Grundlage für die weitere Entwicklung dieses Gebietes darstellen. Dazu werden im wesentlichen die vom Institut beabsichtigten periodischen Veröffentlichungen beitragen. Weiter ist es auch notwendig, in die Kreise der Elektrotechniker ausreichende Kenntnis über all die vielen Anwendungsmöglichkeiten zu bringen. Die bereits in Bearbeitung befindliche Kartothek über die Literatur der gesamten Elektro-Wärmetechnik wird hierfür eine sichere und zuverlässige Unterlage bieten.

Der schon in den letzten Jahren erzielte Erfolg hinsichtlich der Anwendung der Elektrowärme wird sicherlich der Anfang zu einer großen Entwicklung werden, denn mit einer Vermehrung der Elektro-Wärmegeräte wird nicht nur die solche Geräte herstellende Industrie zu noch größerer Bedeutung kommen, sondern auch die Elektrizitätswerke werden beträchtliche Förderung davon haben. Ihre Abgabe wird sich wesentlich steigern und wird namentlich durch Ausnutzung von Nachtstrom bedeutend günstiger gestaltet werden können. Welche Möglichkeiten für die weitere Entwicklung der ganzen Elektrotechnik durch Steigerung der Bedeutung der Elektro-Wärmetechnik erreichbar

sind, ist in Fachkreisen, namentlich in Kreisen der Leiter von Elektrizitätswerken, bekannt. In Amerika[1] hat man schon 1925 den Anschlußwert der Elektro-Wärmegeräte bei Elektrizitätswerken auf ungefähr dreimal so hoch geschätzt als den Anschlußwert der Elektromotoren. Die Elektrowärme wird danach also das wesentlichste Anwendungsgebiet der Elektrizität werden. Man muß sich aber klar darüber sein, daß eine Förderung der Elektro-Wärmetechnik nicht durch Reklame in gewöhnlichem Sinne erfolgreich sein kann, sondern nur durch Aufklärung. Diese muß sich aber gründen auf unabhängige Untersuchungen. Die wirtschaftlichen Auswirkungen der Elektro-Wärmetechnik sind so vielseitige und verwickelte, daß ihre Klarstellung nur möglich ist nach Schaffung einer zuverlässigen wissenschaftlichen Grundlage.

[1] El. World Bd. 85, S. 970.

Ölschalterprüfungen der American Gas and Electric Company.

Die Ölschalterversuche, über die P. Sporn und H. St. Clair im J. Am. Inst. El. Engs.[1] berichten, sind deshalb besonders bemerkenswert, weil sie Betriebs-Kurzschlußversuche in erster Linie an Höchstspannungschaltern sind, die mit der größten bisher zusammengefaßten Leistung gemacht wurden, die teilweise an die Grenze der von den Lieferfirmen zugesagten, nach der Lage der Dinge aber doch nur geschätzten Schaltleistung herangeht; damit sind diese Angaben einer praktischen Nachprüfung unterzogen worden. Weiter wurde ein europäischer Einkesselschalter für 35 kV in einem 22 kV-Netz geprüft und schließlich wurde ein Einzelschalter einer gußgekapselten Reyrolle-Anlage, die auch jetzt für uns in Deutschland von Wichtigkeit wird, auf die garantierte Schaltleistung hin untersucht. Wir glauben, daß diese Versuche, die sich im ganzen über längere Zeit erstreckten, auf allgemeines Interesse rechnen können. Da sie in der überwiegenden Mehrzahl nicht mit einem Schalterprüfsatz, sondern in einem sehr großen Netz unter mehr natürlichen Verhältnissen ausgeführt wurden, mit einer wirklichen Leistung, hinter der nachschießende magnetische und elektrische Energie in erheblichem, nicht allzu rasch absinkendem Betrage steckte, erlaubten sie, die Zweckmäßigkeit der Konstruktion gerade für sehr hohe Leistungen nachzuprüfen. Modellversuche an Schaltern, wie sie in den letzten Jahren öfters zur Klärung der Verhältnisse beim Abschalten von Wechselstromleistungen unternommen wurden, deren Leistungsbeträge aber doch nur verhältnismäßig klein waren, geben zwar auch sehr wertvolle Anhaltspunkte für die Entwicklungsarbeit und Aufklärung über die möglicherweise vorliegenden und festzustellenden Gesetzmäßigkeiten, die bei der Komplexität der Verhältnisse nicht aus wenigen Versuchen, sondern erst aus ausgedehnten Versuchsreihen geschlossen werden können. Die Feuerprobe aber auf die Richtigkeit solcher aus experimenteller Vorarbeit hervorgegangener Konstruktionen können erst Groß-Schaltversuche geben, zu denen die American Gas and Electric Comp. die Möglichkeit gegeben hat; sie verdient dafür den besonderen Dank der Fachwelt. Wieder haben sich hier die amerikanischen Betriebsleute als sehr weitsichtig gezeigt, wie schon bei den Baltimore-Tests[2] im Jahre 1921 mit 170 000 kVA Maschinenleistung bei 13,2 kV Spannung und 450 000 kVA maximaler Schaltleistung, und dann weiter bei den Alabama-Versuchen[3] des Jahres 1922 mit 110 kV bei 140 000 kVA Maschinenleistung und 425 000 kVA maximaler Schaltleistung. Die Am. Gas & El. Comp. hat überdies die Versusche in ihrem Netz auf eigenes Risiko unternommen, ohne daß die Konstruktionsfirmen der zu prüfenden Schalter für die möglicherweise entstehenden Schäden irgendwelche Haftung übernehmen mußten. Die anfänglichen Bedenken, die auch bei einem Teil der Betriebsleute der Am. Gas & El. Comp. auftraten, daß man das Netz, die Transformatoren und Generatoren den Spannungszusammenbrüchen und den Kurzschlußströmen nicht unnötig aussetzen sollte, wurden von den Anhängern der Kurzschlußversuche widerlegt durch den Hinweis, daß solche Zusammenbrüche schließlich im Betrieb unbeabsichtigt doch einmal vorkommen könnten, und daß die Anlage deshalb gegen sie sicher sein müßte. Tatsächlich hat das sehr ausgedehnte Netz dieser Gesellschaft, das 132 kV oberspannungsseitige Verteilung hat, die 90 Kurzschlußversuche im Netz, von denen 44 mit der vollen Maschinenleistung von rd. 525 000 kVA und einer berechneten Kurzschlußleistung von 725 000 kVA gemacht wurden, sehr gut vertragen. Diese Kurzschlußversuche gaben den Betriebsleuten selbst wieder die Beruhigung, mit soliden Anlagen zu fahren. Außerdem hatten sie unmittelbar für die Gesellschaft noch einen praktischen Wert. Bei den Schaltversuchen sind schwache, bisher unbemerkte Stellen an einem schon lange eingebauten Schalter entdeckt worden, die beseitigt wurden. Als aber nun wirklich an der gleichen Schalterart später Betriebsstörungen auftraten, deren Ursache wieder in der gleichen Unzulänglichkeit zu suchen war, konnte der Fehler leicht auf Grund der gesammelten Erfahrungen behoben werden.

Im J. Am. Inst. El. Engs. ist nur ein abgekürzter neunseitiger Bericht erschienen, der einen guten Überblick gestattet. Es ist uns aber durch die Verfasser auch noch ein 23 Seiten langer, vollständigerer Sonderabdruck übermittelt worden, den wir unserem Auszuge zugrunde legen. Wir glauben, diesen bei der Wichtigkeit der Materie für die deutsche Fachwelt nicht allzu lakonisch gestalten zu sollen. Es ist zwar von anderer Seite schon in der ETZ auf einen dieser Versuche hingewiesen worden[4], auch sind über ihren ersten Teil Vorberichte vor einigen Jahren in ausländischen Zeitschriften erschienen[5]. Da die ganze Versuchsreihe aber erst zwei Jahre nach den ersten Versuchen zum Abschluß kam, enthält die jetzige Veröffentlichung von Sporn und St. Clair eine viel größere Anzahl von Versuchen mit verschiedenartig ausgeführten Schaltertypen. Wir werden bemüht sein, uns unvoreingenommen mit dem ganzen Bericht zu befassen; bei uns besteht nicht der Wunsch, einen einmal eingeschlagenen Weg als den einzig richtigen bestätigt zu sehen. Uns liegt wie der großen Überzahl der Interessenten daran, daß unter den augenblicklich herstellbaren schwierigsten Bedingungen die praktisch beste Lösung des Schalterproblems oder eines seiner Teile gefunden wird. Einen Beitrag dazu glauben wir in den sehr umfangreichen, kostspieligen und zeitraubenden Versuchen der Am. Gas & El. Comp. zu erblicken.

Der interessanteste Teil der Versuche betraf die Prüfung der Höchstspannungschalter in dem 132 kV-Netz. Es wurde zuerst, und zwar schon im Jahre 1925, ein 150 kV-Schalter von BBC geprüft, der eine Soll-Schaltleistung von 1,5 Mill. kVA hatte. Die Öltöpfe waren rund, der Schalter hatte ölgefüllte Durchführungen und zehnfache Unterbrechung für jeden Pol, wobei feste und bewegliche Kontakte die Form von Kugeln hatten.

Die zweite Versuchsreihe mit Höchstspannungschaltern wurde an einem Löschkammer-Ölschalter der General Electric Co. für 135 kV gemacht, mit der Fabrikbezeichnung[6] FHKO-39 B, dessen Schaltleistung mit 1,25 Mill. kVA angegeben wurde; er hatte runde Öltöpfe. Ein zweiter geprüfter Löschkammerschalter der GEC mit der Nennleistung von 750 000 kVA, Fabrikbezeichnung FHKO-136 B, hatte ebenfalls Löschkammern und ovale Öltöpfe. Die Versuche fanden in der Sunnyside-Unterstation der Ohio Power Comp. in Canton (Ohio) statt, ein Platz, der in dem von vier großen Kraftwerken gespeisten Netz ziemlich zentral liegt. So hatte das Kraftwerk Lakeshore sieben Generatoren mit 226 000 kVA, das Kraftwerk Philo zwei 42 000 kVA-Generatoren, das Kraftwerk Windsor fünf 30 000 kVA-Generatoren, das Kraftwerk Gorge Plant einen Generator von 22 000 und drei von 9000 kVA. Schließlich speisten in die Kurzschlußstelle noch die Synchron-Phasenschieber in der Nähe von Sunnyside von 2 × 7500 kVA. Die Entfernung zwischen der Versuchstelle und den Kraftwerken schwankte zwischen 40 und 120 km. Das Schaltbild des Netzes der Am. Gas & El. Comp., wie es für die

[1] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 698; Diskussion S. 620.
[2] ETZ 1923, S. 614; J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 41, S. 399, 530 u. 537.
[3] ETZ 1925, S. 929; J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 43, S. 430.
[4] Biermanns, ETZ 1927, S. 1185.
[5] El. World Bd. 85, S. 970; The Electrician Bd. 95, S. 262.
[6] F = Ölschalter, H = mit Löschkammer, K = in geerdetem Topf, O = Freiluft.

132 kV-Kurzschlußprüfungen benutzt wurde, ist in Abb. 1 wiedergegeben. Während der Versuche wurde die Gesellschaft durch die benachbarten großen Verteilungsnetze, die mit dem ihren verbunden waren, durch Stromlieferung unterstützt. Es wurden bei allen Versuchen oszillographische Aufnahmen, z. T. mit mehreren Oszillographen, gemacht; verhältnismäßig selten nur gab es dabei Versager, was um so bemerkenswerter ist, als meist die Einzelversuche in sehr rascher Folge von höchstens 2 min, einmal sogar in 10 s Abstand gemacht wurden.

I. Prüfung des 150 kV-BBC-Schalters AF 24-1 A.

Die von BBC geschätzte Schaltleistung von $1{,}5 \cdot 10^6$ kVA konnte mit der ganzen zusammengefaßten Maschinenleistung nicht erreicht werden. Daher beabsichtigte man, durch Häufung von Schaltversuchen mit der größten erreichbaren Leistung die Schalterprüfung schärfer durchzuführen. Man begann zunächst bei 225 000 kVA mit einer normalen Pflichtschaltung (standard duty cycle) nach den Vorschriften des American Power Club, einem sog. 2-0C0 mit 2 min Abstand. Der Schalter wird in ausgeschaltetem Zustand (0) auf den Kurzschluß (*C*) geschaltet, dann wieder ausgeschaltet (0) und nach 2 min wird nochmals auf den Kurzschluß geschaltet[7]. Diese erste Normalprüfung des BBC-Schalters ist in Zahlentafel 1 als Versuch 1 und 2 bezeichnet; bis zum Versuch Nr. 16 wurde die Leistung allmählich gesteigert, die Versuchsreihe 16 ÷ 26 wurde mit der Gesamtleistung des Systems ausgeführt. Die Versuche 6 ÷ 13 sind dadurch besonders bemerkenswert, daß sie in schneller Folge mit nur 10 s Zeitabstand ausgeführt wurden.

In der folgenden Zahlentafel 1 ist eine Zusammenziehung des vollständigen, bei Sporn und St. Clair aufgeführten Versuchsprotokolls vorgenommen worden. Die Werte des Einschalt-(Anfangs-)Kurzschlußstromes sind darin Mittelwerte, die aus den einzelnen bei Sporn und St. Clair aufgeführten Daten gebildet wurden, ebenso die in der nächsten Spalte aufgeführten Effektivwerte des ersten Lichtbogenstromes. Gleiches gilt von der in Halbperioden des 60periodigen Wechselstromes aufgeführten unterbrochene Kurzschlußleistung, wie in Amerika üblich, als das Produkt aus der vorher vorhandenen verketteten Spannung und dem ersten effektiven Lichtbogenstrom wieder mit $\sqrt{3}$ multipliziert.

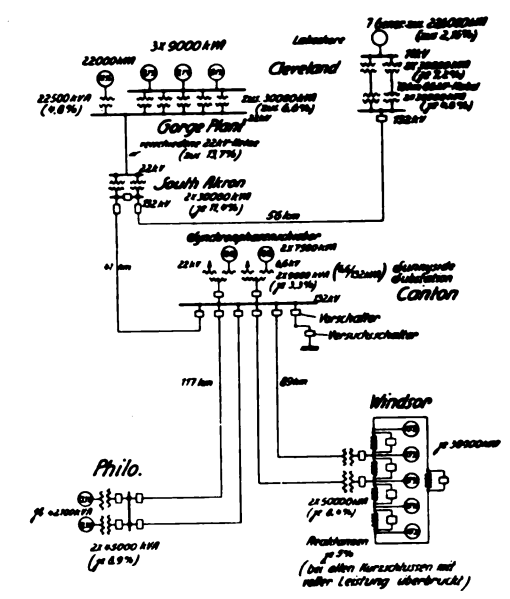


Abb. 1. Das bei den Kurzschlußversuchen benutzte Netz der Am. Gas & El. Comp.

Das von der ersten Schaltung mit voller Leistung an auftretende Hochspringen der Töpfe könnte an einer Wirkung des Ölkolbens (nach Brühlmanns Theorie) gegen die Deckel liegen, von den Verfassern selbst wird es mit dem behelfsmäßigen Unterbau auf Holzdielen in Verbindung gebracht. Die Kugelkontakte waren nach den ersten 15 Schaltungen mit mittleren Leistungen noch in guter Ordnung. Das Öl hatte sich ebenfalls nicht verschlechtert, wurde aber ebenso wie die Kontakte vor der letzten Versuchsreihe 16 ÷ 26, die am 19. IV. 1925 stattfand, ersetzt. Auch nach Abschluß der Versuche waren die Kontakte nach Auffassung von Sporn und St. Clair nur derart angeschmort, daß sie getrost noch weiter hätten funktionieren können (Abb. 2). Während der Prüfung wurde ein (wahrscheinlich zu träger) Druckmesser in der

Zahlentafel 1: Prüfung des BBC-Schalters AF 24-1 A, 150 kV.

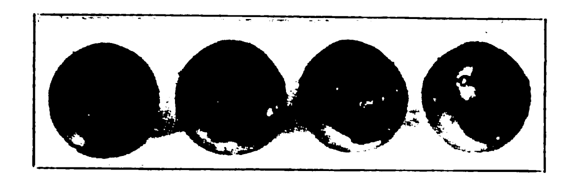
Versuch Nr.	Versuchsfolge	Eingesetzte Maschinen	Spannung e kV	Anfangs-Kurzschlußstrom i_{k_0} Amp.	Anfangs-Lichtbogenstrom i_{L_0} Amp.	Kurzschlußdauer in Halbperioden: im ganzen	Kurzschlußdauer in Halbperioden: Lichtbogendauer	Einschalt-Kurzschlußleistung $e\,i_{k_0}\sqrt{3}$ kVA	Unterbrochene Kurzschlußleistung $e\,i_{L_0}\sqrt{3}$ kVA	Sichtbares Ergebnis	Nachprüfung vor neuem Versuch
1÷2 3	2 × Ein-Aus 2 min Abstand Ein-Aus	4 Generatoren in Windsor mit Reaktanzen	140	1190	940	43	17	288 000	225 000	Klare Schaltung, Spur von Rauch	
4÷5	2 × Ein-Aus 2 min Abstand	Wie vorher, Reaktanzen aber überbrückt	132	2200	1300	38	14	492 000	298 000	,,	Nach Nr. 5: Öl aus 1 Tank, Kontakte gut
6÷13	8 × Ein-Aus 10 s Abstand	Wie bei Nr. 4	135	2300	1400	38	14	500 000	320 000	,,	Nach Nr. 13: Öl 27 kV/2,5 mm statt 28 kV/2,5 mm, leicht getrübt.
14÷15	2 × Ein-Aus 2 min Abstand	Fast ganze Netzleistung bis auf 22 000 kVA in Cleveland und nur 4 Generatoren in Windsor	134	4000	2250	39	14	930 000	520 000	Klare Schaltung, leichter Rauch, wenig Ölauswurf, merkliches Springen aller 3 Töpfe	Kontakte nachgesehen und ersetzt, Öl 24 kV/2,5 mm, trüber; neues Öl
16÷17	2 × Ein-Aus 2 min Abstand	Ganze Leistung bis auf 22 000 kVA in Akron	135	—	—	—	—	—	rechnerisch geschätzt 700 000	Klare Schaltung, viel Rauch aus Topf 1 und heftig. Springen, andere Schaltertöpfe wie sonst	
18÷19	2 × Ein-Aus 2 min Abstand	Wie unter 16, aber nur 4 Generatoren in Windsor	Oszillographische Aufnahme schlecht					—	—	Klare Schaltung, etwas Rauch, beträchtl. Springen der Töpfe	
20÷26	7 × Ein-Aus 1 min Abstand	Wie bei Versuch 18	132	4600	2900	39	16	1 000 000	670 000	,,	

Gesamtkurzschlußdauer und von deren letztem Teil, der Lichtbogendauer, wobei bemerkt werden muß, daß es schwierig ist, die ersten Lichtbogenspannungen genau festzustellen. Die Einschalt-Kurzschlußleistung ist berechnet als Produkt der verketteten Spannung vor dem Kurzschluß und des Anfangs-Kurzschlußstromes mal $\sqrt{3}$, die

[7] Bekanntlich enthalten unsere jetzigen Regeln für Hochspannungsgeräte eine ähnliche, etwas schärfere Bestimmung im § 74; hier fängt die Prüfung mit einer Kurzschlußausschaltung des geschlossenen Schalters an, und dann wird mit 3 min Abstand noch zweimal auf den Kurzschluß geschaltet.



Mitte des Mannloches eines Öltopfes angebracht; der registrierte Überdruck war nicht sehr hoch, nämlich nur 0,7 kg/cm². Nach dem Versuch Nr. 17 gab ein Pol auf-



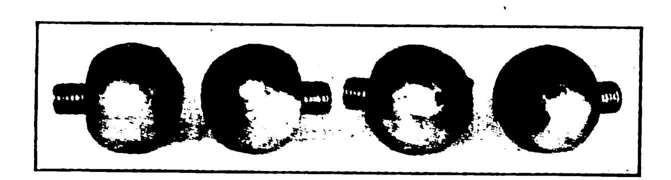


Abb. 2. Kugelkontakte aus dem BBC-Schalter nach Abschluß der ganzen Versuchsreihe (Ansicht von vorn und von der Seite).

fällig viel Rauch ab. Erst nach Abschluß der Versuche konnte festgestellt werden, daß in diesem Pol eine Trennwand aus Isolierstoff zwischen benachbarten Kontakten auf beiden Seiten angeblakt war. Es handelte sich aber

II. Prüfung an Löschkammerschaltern der General Electric Company.

Da im Netz der Am. Gas & El. Comp. eine große Zahl von 135 kV-Löschkammerschaltern der GEC eingebaut waren, so interessierte nach Abschluß der Prüfungen mit dem BBC-Schalter natürlich, wie groß die Schaltleistung dieser eingebauten Schalter sei, und zwar dann, wenn man ihrer Leistungsgrenze nahekommt. Zugleich wollte man bei dieser Gelegenheit feststellen, ob mehr als eine Pflichtschaltung für den Schalter schädlich wäre.

1. Schaltung an dem 135 kV-FHKO-39 B-Schalter.

Dieser Schalter wurde an der gleichen Stelle wie der BBC-Schalter in Sunnyside geprüft und war, wie vorher der BBC-Schalter, mit einem 132 kV-FHKO-136-B in Reihe geschaltet. Diesmal standen außer dem vorher benutzten noch drei Oszillographen der GEC zur Verfügung. Teilweise waren diese isoliert aufgebaut, um auch im Falle des Kurzschlusses auf einen nicht geerdeten Nullpunkt oszillographische Aufnahmen machen zu können. Man war bemüht, so gut wie möglich die Prüfungen, die an dem BBC-Schalter gemacht wurden, zu wiederholen. Nach einem Vorversuch sollte eine Serie von acht schnell aufeinander folgenden Kurzschlüssen geschaltet werden, bei etwa ¼ der Schalterleistung, dann eine normale Pflichtschaltung mit der ganzen Leistung des Netzes und hierauf nur zwei Ausschaltungen, um die Kurzschlußleistung möglichst noch zu erhöhen, schließlich noch sieben Einschaltungen auf Kurzschluß mit 1 min Pause. Die Versuche sind in der folgenden Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Zahlentafel 2: Prüfung des GEC-Löschkammer-Schalters FHKO-39 B, 135 kV.

Versuch Nr.	Versuchsfolge	Eingesetzte Maschinen	Nennspannung e kV	Einschalt-Kurzschlußstrom i_{k_0} Amp.	Lichtbogen-Anf.-strom i_{L_0} Amp.	Kurzschlußdauer in Halbperioden: gesamte Kurzschlußdauer	Lichtbogendauer	Lichtbogenlänge cm	Einschalt-Kurzschl.-Leistung $e\, i_{k_0} \sqrt{3}$ kVA	Unterbrochene Kurzschl.-Leistung $e\, i_{L_0} \sqrt{3}$ kVA	Bemerkungen
1	Ein-Aus	2 Generatoren in Windsor	132	nicht	lesbar	39	15	—	—	—	Vorversuch
2÷9	8 × Ein-Aus ½ min Pause	Wie vor 1 Generator in Philo	132	1450	1150	40	16	30	330 000	260 000	Klare Schaltung, Spur von Rauch
10÷11	2 × Ein-Aus 2 min Pause	Ganzes System	132	5000	3400	35	13	29	900 000	780 000 (670 000)	Etwas Rauch
12÷13	2 × Ein-Aus 1 min Pause	,,	132	3900	2800	38	14	22	930 000	640 000 (—)	,,
14÷20	7 × Ein-Aus 1 min Pause	,,	132	4900	3450	34	12	26	970 000	780 000 (650 000)	,,
21÷22	2 × Aus 2 min Pause	,,	132	5300	3600	31	13	24	1 020 000	826 000 (685 000)	Klares Öffnen
23÷26	4 × Ein-Aus 2 min Pause Kurzschlußstelle ungeerdet	,,	132	4400	2900	38	14	25	1 000 000	670 000 (—)	,,

hierbei um ein geringwertiges Ersatzmaterial, das vor Beginn der Versuche an Stelle der ursprünglich eingebauten, aber zerbrochenen BBC-Trennwand eingesetzt worden war. Ganz zum Schluß mußte wegen des starken Springens der Öltöpfe eine blinde Schaltung zwischen den wirklichen Abschaltungen eingefügt werden, eine Vorsichtsmaßnahme, die gut war, denn nach Schaltung 26 ließ sich der Schalter nicht mehr einschalten, und die ursprünglich noch vorgesehene letzte 27. Schaltung konnte nicht mehr ausgeführt werden. Wir haben in der Zahlentafel 1 wie auch in den noch folgenden 2. und 3. die von Sporn und St. Clair stets mitgemessene Wiederkehrspannung nicht eingetragen; sie liegt im allgemeinen zwischen 80 und 90 % der ursprünglichen, eine Tatsache, die durch die großen Entfernungen nach den Kraftwerken und die vielen dämpfenden Reaktanzen verständlich ist.

Das Ergebnis der Prüfung mit dem BBC-Schalter, die recht strapaziös war und bei diesen Leistungen, bei dieser Schaltzahl und bei der teilweise sehr raschen Folge der Kurzschlußversuche zunächst einen Rekord darstellte, geben die Verfasser selbst folgendermaßen an: Es war endgültig bestätigt, daß die Vielfachunterbrechung, die bis dahin in Amerika noch nicht ausprobiert worden war, in der Lage ist, Leistungen von rd. 1 Mill. kVA zu unterbrechen; jedenfalls glauben die Verfasser, daß nach dem ganzen Verhalten des Schalters bei häufiger Prüfung mit 75 % dieser Leistung auch der Schalter noch lange nicht an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit angekommen war. Sporn und St. Clair weisen nach diesem und auch nach den beiden nächsten Versuchen mit Genugtuung darauf hin, daß die tatsächliche Kurzschlußleistung gut mit der vorausberechneten übereinstimmt.

Sämtliche Schaltungen wurden von dem Schalter glatt ausgeführt, eine bemerkenswerte Leistung. Es gab nur sehr wenig Rauchbildung. In einem Fall, wo ein etwas stärkeres Auspuffen auftrat, konnte nach Abschluß der Versuche doch nichts Besonderes an den Ölschalterteilen entdeckt werden. Die Kontakte befanden sich in gutem Zustand nach den 26 Kurzschlüssen, wovon 17 mit der ganzen Leistung des Netzes ausgeführt waren. Sie konnten, ohne daß etwas an ihnen geändert wurde, wieder in Betrieb genommen werden. Eine Abbildung der Stiftkontakte gibt Biermanns, ETZ 1927, S. 1186, Abb. 19. Auffällig sind gewisse Unterschiede, die in den Stromwerten der Oszillographen enthalten sind. Die aus den Stromwerten sich errechnenden Kurzschlußleistungen sind daher stark verschieden, je nachdem welche Oszillographenablesungen benutzt werden[6]. Vor Ausführung der nächsten Versuche wurde daher noch einmal eine genaue Eichung der Oszillographen unter sich vorgenommen.

2. Prüfung des 135 kV-Löschkammerschalters FHKO-136 B.

Dieser Schalter, einer von einer ganzen Reihe im Netz der Am. Gas & El. Comp. eingebauten, hatte bei den Versuchen mit dem BBC-Schalter und dem anderen Löschkammerschalter 39 B als Vorschalter gedient. Zum Glück hatte er hierbei nicht unter Leistung zu funktionieren gebraucht, wie sich aus folgendem ergibt. Die Prüfung des Schalters mußte wegen der auftretenden Schäden in drei Etappen vorgenommen werden: die erste am 6. XII. 1925,

[6] In Zahlentafel 2 in Klammern beigefügt; die oberen Zahlen entsprechen der Zahlentafel 1.

die zweite am 10. I. 1926 und die dritte am 23. V. 1926. Der Plan war, nach einem Vorversuch acht Ein- und Ausschaltungen in rascher Folge mit ein Viertel Nennleistung vorzunehmen, darauf 1 bis 3 normale Pflichtschaltungen mit ganzer Netzleistung, darauf noch vier Kurzschlüsse mit voller Leistung in 1 min Abstand.

Abb. 3. Hochgezogener Öltopf des 136 B-Schalters mit aufgerissener Schweißnaht nach Versuch Nr. 31.

Bei der Prüfung am 6. XII. 1925 kam man über den Vorversuch und nur vier von den beabsichtigten Schnellschaltungen mit ein Viertel der Nennleistung nicht hinaus, da bei diesem fünften Versuch die Schweißnaht eines Topfes riß und das Öl ausfloß (Abb. 3). Bei der Untersuchung der Kontakte zeigte sich, daß ein äußerer Isolierzylinder an einer Löschkammer heruntergebrochen war und auf dem beweglichen Stiftkontakt aufsaß. Der andere hing gebrochen noch an der anderen Durchführung. Der gezogene Lichtbogen war nach dem unteren Rand der Stahlkammer, die sich in der Löschkammer befindet, übergeschlagen, wobei ein Fiberring verbrannt und der Abschlußring (throat bushing) durchgeschlagen war (Abb. 4). Der Schalter kam darauf zur Fabrik zurück, die Naht wurde neu geschweißt und der Abschlußring aus einem anderen Material, aber in sonst gleicher äußerer Ausführung, wieder eingebaut. Am 10. I. 1926 wurden die Versuche fortgesetzt. Auch diesmal kam man nur zu einem Vorversuch und zu drei von den beabsichtigten acht Versuchen mit ¼ Leistung, denn eine der ölgefüllten Durchführungen riß oberhalb des Deckels; nachher stellte sich heraus, daß die Durchführung auch am unteren Ende gesprungen war (Abb. 5). Die Abschlußringe saßen wieder auf den beweglichen Kontakten auf und waren offenbar herausgepreßt worden; auch in den anderen zwei Öltöpfen waren diese Abschlußringe gebrochen. Die genauere Untersuchung lehrte, daß die ziemlich langen Isolierrohre, die über jede Explosionskammer gestülpt sind, nur an ihrem unteren Ende getragen waren durch einige Fiberschrauben, die in den Boden des Stahlmantels der Löschkammer geschraubt wurden (Abb. 6). Bei dem sehr starken Druck, der in der Explosionskammer herrschte, wurden die Abschlußringe abgedrückt und damit auch die angeschraubten Trägerscheiben für die Isolierrohre, die dann herunterfielen. Man kam nach sorgfältiger Überlegung zu der in Abb. 7 dargestellten Änderung der Löschkammern, aus der hervorgeht, daß der Abschlußring aus einem Stück ohne besonderen Aufschraubkopf ausgeführt ist, daß der untere Rand der Stahlkammer noch besonders

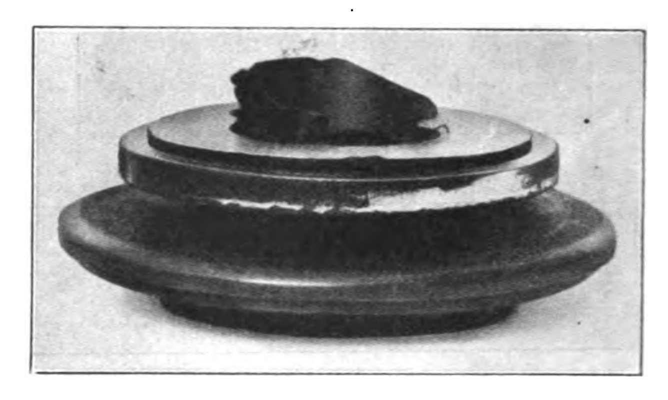


Abb. 4. Abschlußring der Löschkammer des 136 B-Ölschalters nach Versuch Nr. 31.

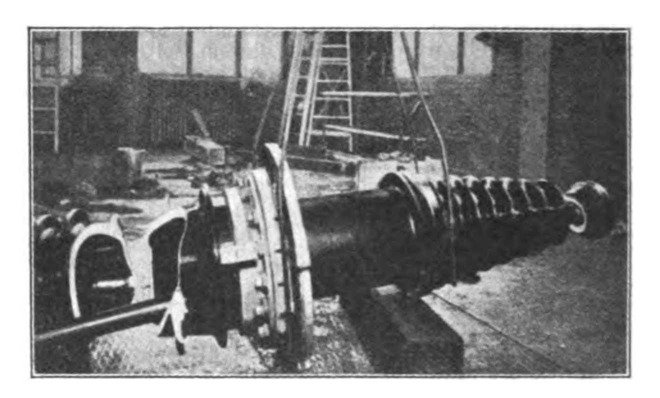


Abb. 5. Ober- und unterhalb des Ölschalterdeckels gerissener Porzellanmantel der Durchführung nach dem Versuch Nr. 35 mit dem 136 B-Schalter.

durch ein Stück Glimmer (Mikanit?) gegen den Innenraum isoliert und daß die Befestigung der äußeren Zylinder gegeneinander und gegen die Stahlkammer eine wesentlich solidere ist. Am 23. V. 1926 wurde der Schalter mit den neuen Löschkammern nochmals geprüft. Die einzelnen Daten ergeben sich aus der folgenden Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3: Prüfung des 135 kV-Löschkammerschalters FHKO-136 B der GEC.

Datum	Vers.-Nr.	Versuchsfolge	Eingesetzte Maschinen	Nennspannung e kV	Einschalt-Kurzschlußstrom i_{k_0} Amp.	Lichtbogen-Anfangsstrom i_{L_0} Amp.	Kurzschlußdauer, Halbperioden: gesamte Dauer	Kurzschlußdauer, Halbperioden: Lichtbogendauer	Lichtbogenlänge cm	Einschalt-Kurzschl.-Leistung $e\,i_{k_0}\sqrt{3}$ kVA	Unterbrochene Kurzschl.-Leistung $e\,i_{L_0}\sqrt{3}$ kVA	Bemerkungen
6. XII. 1925	27	1 × Ein-Aus	2 Generat. in Windsor	143	—	750	36	14	—	—	185 000	Vorversuch
	28÷31	4 × Ein-Aus ½ min Pause	3 Generat. in Windsor	140	1400	900	48	16	—	—	210 000	Nach Versuch 31 stark. Rauch; Bodennaht gerissen
10. I. 1926	32	1 × Ein-Aus	,,	137	1100	780	41	13	—	265 000	170 000	
	33÷35	3 × Ein-Aus ½ min Pause	,,	132	1500/2000	730	—	—	—	250 000	180 000	Durchführung gebroch. bei Versuch 35
23. V. 1926	36	1 × Ein-Aus	,,	140	1060	740	56	22	35	247 000	178 000	Vorversuch
	37	1 × Ein-Aus	,,	140	1100	780	53	20	25	285 000	189 000	Schalter ließ sich nur 1 × einschalten und wurde nachgesehen
	38÷39	2 × Ein-Aus	,,	140	1000	760	53	19	30	265 000	183 000	Wieder nach 2. Einschaltung in Unordnung
	40÷47	8 × Ein-Aus 40 s Pause	,,	140	1100	760	54	21	28	270 000	185 000	Etwas Rauch; alles in Ordnung
	48÷51	2 × Ein-Aus 2 min Pause	Ganze Leistung	138	4000 3100	} 2400	48 38	16 14	20 20	} 850 000	560 000	Gut geschaltet, leichtes Zischen
	52÷55	4 × Aus 1 min Pause	,,	137	3300	2500	38	16	24	880 000	590 000	Gut geschaltet, leichtes Zischen
	56÷59	4 × Aus 1 min Pause	,, ungeerd. Kurzschl.-punkt	137	—	2300	39 57	15 18	} 25	900 000	550 000	In Ordnung, etwas Rauch
	60÷63	4 × Ein-Aus 1 min Pause	,,	—	—	2500 1950	40 60	} 17	20	800 000	500 000	In Ordnung, etwas Rauch
	64÷65	2 × Aus 2 min Pause	,,	—	—	2600	32	17	—	770 000	625 000	In Ordnung, etwas Rauch

Es war also möglich, nach der Änderung der Löschkammer den Schalter, wie ursprünglich vorgesehen, zu prüfen, d. h. nahezu bis zu seiner vollen Schaltleistung. Ein Unterschied zwischen geerdetem und ungeerdetem Kurzschlußpunkt war nicht festzustellen. Diese Versuche sind nach Darstellung der Verfasser nicht nur für den zukünftigen Bau von Löschkammerschaltern wertvoll gewesen, sie waren es auch für die Am. Gas & El. Comp., wie schon oben erwähnt, unmittelbar, denn in dem auf die letzten Versuche folgenden Sommer 1926 wurden sechs oder sieben 135 kV-Schalter von der Type OK-39 B (also der unter

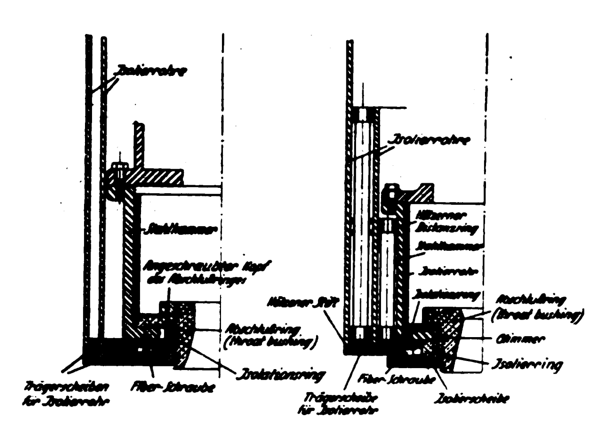


Abb. 6 u. 7. Löschkammer des 136 B-Schalters vor und nach dem Umbau.

II, 1 geprüften) schadhaft, da sie nach öfterem Schalten auf Kurzschlüsse sich nicht mehr einschalten ließen. Es ergab sich, daß die Explosionskammer die Ursache und daß der Fehler genau der gleiche war wie bei dem 136 B-Schalter. Nach Verbesserung der Löschkammer in der in Abb. 7 dargestellten Art ist seitdem eine Störung an diesen Schaltern nicht mehr aufgetreten.

Man kann aus den Versuchen mit dem BBC-Schalter mit Vielfachunterbrechung und den beiden Löschkammerschaltern der GEC unserer Auffassung nach nicht eine Überlegenheit eines der beiden Schaltprinzipien über das andere ableiten. Daß die Versuche mit den Schaltern der GEC, sofern die Löschkammer funktionsfähig war, einen etwas glatteren Verlauf genommen haben als die Versuche mit dem BBC-Schalter, liegt lediglich daran, wie wir im Gegensatz zu dem in der Diskussion zum Vortrag von Sporn und St. Clair sprechenden Vertreter der GEC, H i l l i a r d, annehmen möchten, daß später die Übung in der Ausführung der Versuche größer war, und tatsächlich die Untersuchung der Kontakte nach Versuch 5 mit dem BBC-Schalter und der Ersatz nach Versuch 15 nicht eigentlich notwendig gewesen wären. Man kann als sicheres, für Amerika neues Ergebnis annehmen, was ja auch schon Sporn und St. Clair betonten, daß die Mehrfachkontakte zur Unterbrechung sehr großer Energien bei sehr hohen Spannungen durchaus geeignet sind. Es ist schade, daß man, etwa durch Weglassung der Löschkammern, nicht noch ein drittes, das einfachste Schaltprinzip nachgeprüft hat, die Zweifachunterbrechung bei genügender Schaltgeschwindigkeit der Traverse, also auch ohne Schnellkontakte. Auffällig ist, daß die Dauer des Lichtbogens bei der Vielfachunterbrechung wie auch bei der Löschkammerunterbrechung von etwa der gleichen Zeitdauer ist, nämlich im Durchschnitt $7 \div 8$ volle Perioden. Die von den unbedingten Anhängern des Löschkammerprinzips hervorgehobene Ventilwirkung der Löschkammer, die bei mittleren Spannungen nach $1 \div 2$ Halbperioden Lichtbogenstrom die Unterbrechung herstellt, dürfte, wie auch die früheren Versuche bei der Alabama Comp. für 110 kV bewiesen, für hohe Spannungen nicht zutreffen, da der Lichtbogen dann doch zu zähe ist. Es ist bedauerlich, daß nicht auch von Sporn und St. Clair selbst aus den Oszillogrammen und aus Geschwindigkeitsmessungen die Länge des Lichtbogens bei dem BBC-Schalter festgestellt wurde[9]. Die Lichtbogenwege, die bei den GEC-Schaltern aufgeführt sind, können nicht gerade als klein bezeichnet werden. Zwei Punkte dürften bei beiden Schaltprinzipien nach der Darstellung der Versuche durch Sporn und St. Clair dem kritischen Betrachter noch nicht völlig über jeden Zweifel erhaben sein:

1. War das Springen der Schalter mit Vielfachunterbrechung lediglich eine Folge der schlechten Montage der Schalter auf freiem Felde nur auf dem Holzdielen-Unterbau oder liegt dies mehr in der Natur der Sache, d. h. an einer trotz des vorhandenen Luftpolsters vorliegenden Wirkung des Ölkolbens? Es müßte sonst entweder das Luftpolster größer oder die gegenseitige Versteifung der einzelnen Schaltpole sehr fest sein, so daß die Kuppelung aller drei Einzelpole auch durch solche Stöße nicht beeinflußt wird. Oder aber man müßte vielleicht zum Einkesselschalter mit nur einer Antriebsachse zurückgreifen, der bei Bedarf noch kräftige Trennwände zwischen den einzelnen Polen haben müßte.

2. Die Löschkammerschalter sind dann gut, wenn ihr wesentlichster Bestandteil, nämlich die Löschkammer, mechanisch sehr fest und auch elektrisch einwandfrei ist, und hier haben ja zweifellos die Versuche Günstiges bewirkt, indem die seit Jahren überschätzte Schaltleistung bestimmter Schalter der GEC erst auf Grund einer einfachen Verbesserung der Löschkammer, deren „beste Abmessungen nur durch Versuche zu ermitteln sind"[10], bei dem kleineren Schalter 136 B weitgehend auf seinen angenommenen Wert hinaufgesetzt wurde; auch die eingebauten 39 B wurden auf gleiche Weise wesentlich betriebsicherer gemacht. Jedenfalls geht aus einer Veröffentlichung von S p u r c k im J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 709, hervor, daß die Löschkammer in der neuen Form der Abb. 7 auch von der GEC in der Hauptsache übernommen worden ist. Versagt aber eine Löschkammer, so kann der durch die künstliche Raumbeschränkung sehr hoch angewachsene Druck, der in der Größe zwischen 40 und 50 at schon gemessen wurde, bei seinem Heraustritt aus der Löschkammer gegen den Kesselboden stoßen und die Schweißnähte des Schalters aufreißen. Der Rückstoß gegen die Durchführung kann so kräftig sein, daß diese, wenn ihr Außenmantel nicht aus zähem Material, sondern aus einem immerhin doch spröden keramischen Stoff besteht, auseinandergerissen wird.

Zweifellos haben uns diese Versuche mit großen Leistungen, die auch recht sorgfältig ausgeführt worden sind, in der Erkenntnis eines Bereiches des Ölschalterproblems wieder einen Schritt vorwärts gebracht. Diese unsere Auffassung steht im Gegensatz zu einer kürzlich in der ETZ von P. B e n d m a n n vertretenen Auffassung, daß man Untersuchungen mit Ölschaltern nicht mit sehr großen Leistungen vornehmen sollte[11]. Gerade für das von Bendmann neulich behandelte Thema „Löschkammerformen und ihre Wirkung" sind die „induktiven Experimente" im großen Stil, wie sie die Am. Gas & El. Comp. ausgeführt hat, eine sehr solide „Grundlage für den" p r a k t i s c h e n „Fortschritt". Über die Brauchbarkeit von Löschkammerformen entscheiden nicht Vorüberlegungen und Experimente mit wenigen Kilowatt, sondern solche mit Leistungen, um die es sich auch im Ernstfall handelt. Wir glauben, im Gegensatz zu jener Auffassung, geradezu die Betriebsleiter der großen Elektrizitätswerke im Interesse des Schalterbaues und damit im Interesse einer sicheren Betriebsführung auf das Vorbild ihrer amerikanischen Berufsgenossen nachdrücklich hinweisen zu sollen. Erfreulich ist bei diesen das Fehlen jeder falschen Scham, so daß sie auch über Unzulänglichkeiten reden. Kein ernsthafter Fachmann, der die Schwierigkeiten besonders wegen des bisherigen Fehlens von Prüfmöglichkeiten in dem Höchstleistungsgebiet kennt, wird sich als nicht unmittelbar Betroffener darüber schadenfroh die Hände reiben. Eine sehr dringende Aufgabe scheint uns, den Höchstspannungschaltern an Wichtigkeit noch vorausgehend, das Gebiet der Schalter für mittlere Spannungen bis zu 30 kV zu sein wegen der dann auch stärkeren dynamischen Wirkung der Ströme und wegen deren Einfluß auf die verhältnismäßig nicht so große Ölmenge, zumal Schalter auf diesem Gebiet für Leistungen über 1 Mill. kVA jetzt in Amerika schon verlangt und gebaut werden.

III. Prüfung eines 35 kV-BBC-Schalters Type AF 12-36.

Dieser Schalter war ein Eintopfschalter mit Zweifachunterbrechung in jeder Phase. Seine Schaltleistung war mit 250 000 kVA angegeben. Er wurde wieder in Sunnyside Substation geprüft, und zwar arbeiteten vier Generatoren in Windsor über zwei Transformatoren und über zwei 132 kV-Leitungen auf den Kurzschluß, der auf der 22 kV-Unterspannungseite hinter dem Schalter hergestellt war. Es war zunächst beabsichtigt, eine normale Pflichtschaltung bei $175\,000 \div 200\,000$ kVA zu machen und dann auf die volle Leistung von 250 000 kVA zu gehen. Schon

[9] Angaben von BBC darüber finden sich im Sonderdruck des Bull. SEV. Bd. 18, S. 44, über Ölschalterfragen: z. B. 72 mm Lichtbogenweg an jedem Kontakt bei 725 000 kVA, bei einem Traversenhub von 270 mm.

[10] R e n g i e r, AEG-Mitt. 1927, S. 182.
[11] ETZ 1928, S. 254.



beim ersten Versuch aber wurde der an dem Deckel befestigte Ölschaltertopf abgerissen. Der Lichtbogen, der sich nur noch teilweise in Öl befand, blieb stehen und wurde zum Kurzschluß. Der Schalterdeckel und der Topf waren gerissen. Es ist schade, daß in diesem Falle der Oszillograph versagte. Man unterließ es leider, den Versuch mit einem anderen Schalter gleicher Art zu wiederholen und mit einer geringeren Leistung anzufangen. Sporn und St. Clair vermuten nach diesem Mißerfolg, daß es vielleicht unmöglich wäre, einen Einkesselschalter für so hohe Leistungen zu bauen(?), wollen aber zukünftige Erfahrungen abwarten.

IV. Prüfung an einem gußgekapselten Reyrolle-Schalter C 1 - Ord - 7 kV.

Dieser Schalter sollte eine Schaltleistung von 75 000 kVA bei 2300 V haben. Er wurde mit seinem zusammengehörigen, ausgegossenen Sammelschienenteil, unter dem der eingebaute Stromwandler für den Schalter sich befindet, im Prüffeld der GEC in Schenectady mit dem dortigen Prüfsatz von 26 700 kVA, 25 Hz, geprüft[12]. Er wurde zunächst einer normalen zweimaligen Ein-Aus-Prüfung in 2 min Abstand unterworfen. Beide Male öffnete der Schalter vollkommen befriedigend die Kurzschlußleistung von 38 000 kVA unter Auswerfung von geringen Ölmengen und unter Zischen. Der Kurzschlußstrom hatte dabei eine Gleichstromkomponente, die bei der Ausrechnung des gesamten effektiven Kurzschlußstromes berücksichtigt wurde. Es wurden darauf zwei neue Kurzschlußversuche mit 6 min Pause ausgeführt. Beide Male öffnete auch wieder der Schalter unter Ausschleudern von wenig Öl; die unterbrochenen Leistungen waren 58 000 und 46 000 kVA. Nach dem vierten Versuch zeigte sich, daß die Holzzwischenwände zwischen den Phasen gebrochen waren. Sie wurden erneuert und darauf wieder bei 2300 V bei 2 min Abstand zwei Kurzschlußversuche gemacht. Bei dem ersten, bei dem der Schalter unter etwas Ölverlust und etwas Zischen öffnete, berechnete sich die Kurzschlußleistung aus den oszillographischen Aufzeichnungen auf 100 000 kVA, bei dem zweiten war die Kurzschlußleistung nur 64 000 kVA. Die Holztrennwände waren von neuem, diesmal vollständig zerbrochen, auch waren, wie schon nach Versuch 4, die Kontakte stark verschmort; die Unterschiede in den bewältigten Kurzschlußleistungen liegen daran, daß er erste Kurzschluß nur 1⅓ Per., der zweite aber 3½ Per. infolge Relaisungenauigkeit gedauert hatte. Es wurden darauf neue Kontakte eingesetzt, neues Öl eingefüllt, das sich übrigens bei den Kurzschlußversuchen fast nicht verschlechtert hatte, und es war beabsichtigt, nun mit 6600 V eine neue zweimalige Schaltung in 2 min Abstand auszuführen. Nach 0,3 s Kurzschlußdauer wurde der Stromkreis zwar geöffnet, wobei die unterbrochene Leistung 122 000 kVA betrug, aber der Öltopf riß auseinander und wurde überhaupt von dem Schaltergestell weggeschleudert. Der Druck war so groß gewesen, daß der Topf nicht nur an den geschweißten Kanten, sondern auch dort, wo das Eisen nur umgebogen war, auseinandergerissen wurde. Die Verfasser sind der Auffassung, daß der Schalter aber bei 2300 V seine garantierte Leistung abgeschaltet hat. Bei dem auf Grund dieser Abnahmeversuche ergangenen Auftrag auf Reyrolle-Schalter durch die Am. Gas & El. Comp. wurde als Bedingung gestellt, daß die Kontakte stärker ausgeführt werden, und daß die Phasentrennwände aus Stahlblech sein sollten, das beiderseits mit Holz verkleidet wird.

W. Hüter.

[12] Beschreibung dieser Anlage im J. Am. Inst. El. Engs., Bd. 43, S. 803.

Beitrag zur Kenntnis der Spannungsteilerschaltung nach A. Sengel.

Von **G. Hauffe**, Dresden.

Übersicht. **Es werden die Spannungsverhältnisse der Spannungsteilerschaltung nach Sengel mit einer Drossel im Nulleiter bei Leerlauf und Belastung untersucht.**

Die Spannungsteilerschaltung nach Sengel mit einer Drossel im Nulleiter beruht bekanntlich[1] darauf, daß man gemäß Abb. 1 einen Punkt der Ankerwicklung der Gleichstrommaschine anzapft und zu einem Schleifring führt. An diesen wird unter Zwischenschaltung einer Drossel

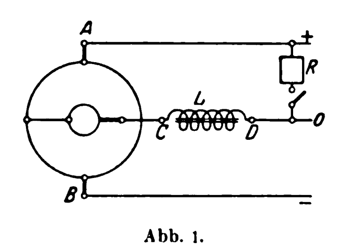


Abb. 1.

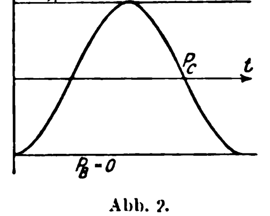


Abb. 2.

der Nulleiter angelegt. Die Außenleiter liegen an den Maschinenbürsten. Legt man der negativen Bürste das Potential Null bei, der positiven das Potential P, so kommt man zu dem in Abb. 2 dargestellten Potentialverlauf des Punktes C. Unter idealisierenden Voraussetzungen befolgt er das Gesetz

$$P_c = \frac{P}{2} - \frac{P}{2}\cos\omega t.$$

Im Leerlauf ist das Potential von D gleich dem von C,

$$P_D = P_c,$$

so daß sich für die Momentanwerte der Spannungen zwischen Außenleitern und Nulleiter ergeben.

$$p_{DA} = P_D - P_A = \frac{P}{2} - \frac{P}{2}\cos\omega t - P = -\frac{P}{2} - \frac{P}{2}\cos\omega t$$

$$p_{BD} = P_B - P_D = 0 - \left(\frac{P}{2} - \frac{P}{2}\cos\omega t\right) = -\frac{P}{2} + \frac{P}{2}\cos\omega t.$$

[1] ETZ 1898, S. 544.

Die effektiven Werte dieser Spannungen sind untereinander gleich, und zwar

$$P_{DA} = P_{BD} = \sqrt{\left(\frac{P}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{P}{2}\right)^2} = \frac{P}{2}\sqrt{\frac{3}{2}} = 0{,}613\,P.$$

Diese Verhältnisse ergeben sich, da Leerlauf vorliegt, unabhängig von der Größe der Drossel und daher auch in dem Sonderfall, daß die Induktivität der Drossel gleich Null, die Drossel also gar nicht vorhanden ist. Da nun für die Momentanwerte gilt

$$p_{AB} + p_{BD} + p_{DA} \equiv 0,$$

so folgt für die Effektivwerte

$$P_{AB} \mathbin{\hat{+}} P_{BD} \mathbin{\hat{+}} P_{DA} = 0.$$

Die Spannungen zwischen den Außenleitern und dem Nulleiter und die Maschinenspannung bilden also ein ge-

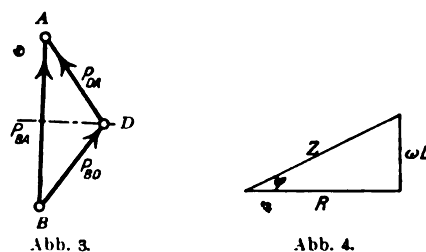


Abb. 3. Abb. 4.

schlossenes Dreieck (Abb. 3). Wird an die eine Hälfte, etwa an die Spannung

$$p_{AC} = p_{AD} = \frac{P}{2} + \frac{P}{2}\cos\omega t$$

eine Ohmsche Last R (die Drossel nehmen wir der Einfachheit halber als wirkwiderstandslos an) angelegt, so stellt sich ein Strom

$$i = \frac{P}{2R} + \frac{P}{2Z}\cos(\omega t - \varphi)$$

ein, wobei

$$Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

der Scheinwiderstand zwischen C und A und

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{\omega L}{R}$$

ist. Dieser Stromverlauf folgt aus der physikalischen Überlegung, daß für das Gleichspannungsglied $P/2$ nur der Wirkwiderstand R, für das Wechselspannungsglied $P/2 \cdot \cos \omega t$ dagegen der Scheinwiderstand Z wirksam ist, welcher die oben angegebene Phasenverschiebung verursacht. Mathematisch ist die Gleichung für i nichts anderes als das partikuläre Integral der Differentialgleichung

$$L \frac{d i}{d t} + R i = \frac{P}{2} + \frac{P}{2} \cos \omega t.$$

Die Spannung an dem Verbraucher R ist nun

$$p_R = i R = \frac{P}{2} + \frac{P}{2} \frac{R}{Z} \cos(\omega t - \varphi).$$

Die Abb. 4 lehrt, daß man für diese Spannung wegen

$$\frac{R}{Z} = \cos \varphi$$

auch schreiben kann

$$p_R = \frac{P}{2} + \frac{P}{2} \cos \varphi \cos(\omega t - \varphi).$$

Ihr Effektivwert ist

$$P_R = \frac{P}{2} \sqrt{1 + \frac{1}{2} \cos^2 \varphi}.$$

Es ist aber

$$P_R = P_{AD}.$$

Diese Spannung ist also gegenüber dem Leerlauf kleiner geworden. Ersetzt man $\cos^2 \varphi$ durch $\frac{1}{1 + \mathrm{tg}^2 \varphi}$, so wird

$$P_{AD} = \frac{P}{2} \sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1 + \mathrm{tg}^2 \varphi}},$$

und da $\mathrm{tg}\, \varphi$ bei Annahme konstanter Induktivität L mit wachsender Belastung (kleiner werdendem R) anwächst, nimmt auch P_{AD} ab. Die gleiche Überlegung gilt, wenn man sich außerdem an P_{BD} eine Last R angelegt denkt. Das in Abb. 3 gezeichnete Dreieck ADB verflacht sich also mit steigender symmetrischer Belastung immer mehr: Punkt D wandert auf der Mittelsenkrechten zu AB auf AB zu. Gegenüber der Spannungsteilung nach Dobrowolsky liegen also die Verbraucher, besonders bei mäßiger Belastung, an einer höheren Spannung, die sehr einfach mit einem den quadratischen Mittelwert anzeigenden Spannungsmesser gemessen werden kann. Die angegebenen Gleichungen sind der Einfachheit halber unter Vernachlässigung des Ankerwiderstandes entwickelt.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein neues Elektrometer. — Das neue Modell, ein Torsionsfaden-Elektrometer, ist ein Mittelding zwischen dem Quadrantelektrometer und dem Saitenelektrometer nach Lutz-Edelmann. Es ist dem Torsionsfaden-Galvanometer nach W. J. D. van Dyk ähnlich[1]. Abb. 1 zeigt die verwendete Anordnung. Das bewegliche Organ besteht aus dem Bügel *DEFG* aus vergoldetem Quarzfaden und wird von einem Spannfaden *CH* aus gleichem Material getragen, dessen Torsionskraft die Gegenkraft gibt. Die Hilfspannungsplatten *A*, *B* sind gleichfalls vergoldet und mit Mikrometerschrauben verstellbar. Sie beeinflussen den Bügel *DEFG*. Ein Mikroskop ist auf das senkrecht stehende Fadenelement *EF* eingestellt. Jede Potentialänderung bewirkt eine Verschiebung des Bildes *EF* im Gesichtsfeld des Mikroskops.

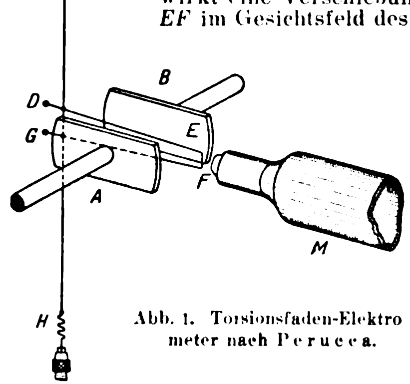


Abb. 1. Torsionsfaden-Elektrometer nach Perucca.

Das Instrument ist mit einer doppelwandigen metallischen Schutzhülle umgeben, um es gegen Konvektionsströme abzuschirmen. Es läßt sich bis zu 500facher Vergrößerung anwenden, weil man mit dem Objektiv an *EF* sehr nahe herangehen kann. Mit einem Torsionsfaden von 7 μ Dicke, 20 μ Zeigerdicke, 100facher Vergrößerung, 16 V Spannung zwischen *A* und *B* und 20 mm Abstand wurde eine Empfindlichkeit von 5 mV auf 1 Mikrometerintervall erreicht: für 0 ÷ 250 mV war die Teilung proportional. Die Einstellung ist kriechend, die Zeit wird nicht genannt. Eine andere Ausführung hatte einen Torsionsfaden von 18 μ Dicke, der Nadelbügel war 60 μ stark, bei *EF* auf 5 μ ausgezogen zur Verschärfung der Ablesung. Damit erhält man mit 80 V (± 40 V) Hilfspannung und 20 mm Kondensatorabstand eine Empfindlichkeit von 1 mV auf 1 Skalenteil, bei aperiodischer Einstellung in 5 s. Die Instrumente wurden an der R. Scuola di Ingegneria in Turin ausgearbeitet und von der Firma Dr. Carl Leiß in Steglitz gebaut.

Des weiteren wird ein neues einfaches Verfahren zur Herstellung von Quarzfäden in der Gebläseflamme angegeben. (E. Perucca, Z. Instrumentenk. Bd. 47, S. 524.) *Kth.*

[1] S. Keinath, Technik El. Meßgeräte, 3. Aufl., Bd. I, S. 167.

Ein neues magnetisches Horizontalvariometer. — Ein von Gebr. Ruhstrat A. G. hergestelltes Horizontalvariometer ist von E. Brammer beschrieben worden. Es soll als Reiseinstrument bei ausreichender Genauigkeit eine schnelle Aufmessung eines Geländes auf den Verlauf der erdmagnetischen Horizontalintensität ermöglichen und auch für Laboratoriumszwecke zur Untersuchung magnetostatischer und elektromagnetischer Felder verwendet werden können. Es enthält zwei leichte Magnetnadeln gleicher Abmessung, zwischen denen ein Hilfsmagnet von passendem Moment so angebracht ist, daß sein dem Erdfeld entgegengesetztes Feld am Ort der unteren Nadel das Erdfeld um den gleich geringen Betrag überdeckt, um den es am Ort der oberen Nadel schwächer als das Erdfeld ist. Infolgedessen befindet sich die untere Nadel in der dem Erdfeld entgegengesetzten Richtung und beide Nadeln in einem gleich schwachen Felde. Im magnetisch ungestörten Erdfeld fallen bei Einstellung in dessen Richtung die Richtungen der Nadeln und des Hilfsmagneten zusammen (Teilkreisablesung 0°). Eine geringe Verdrehung des Richtmagneten aus der Erdfeldrichtung bringt beide Nadeln nach entgegengesetzter Seite zur Ablenkung. Durch Beobachtung des Spreizungswinkels der beiden Nadeln kann die Änderung der Stärke des untersuchten Feldes, sei sie zeitlich oder örtlich, gemessen werden. Die Empfindlichkeit läßt sich regeln durch Änderung des Abstandes des Hilfsmagneten von den Nadeln in einem Bereich von 10 ÷ 100 γ für 1° Änderung des Spreizungswinkels. Sie kann zweitens durch Änderung des Ablenkungswinkels des Hilfsmagneten aus der Richtung des Erdfeldes variiert werden. Sind M das Moment des Hilfsmagneten, e und e' sein Abstand von der oberen bzw. unteren Nadel, d sein Ablenkungswinkel aus der Richtung des Erdfeldes, φ und φ' die Einstellung der oberen bzw. unteren Nadel, absolut gemessen, k ein Korrektionsfaktor, so ist

$$H = \frac{k M}{e^3 - e'^3} \sin d (\cot \varphi + \cot \varphi').$$

Diese Formel ist nur zutreffend, wenn die Horizontalintensität am Ort beider Nadeln gleiche Größe und Richtung hat. Bei der Untersuchung künstlicher Felder im Laboratorium muß das magnetische Feld am Ort jeder Nadel berechnet werden. (E. Brammer, Z. Instrumentenk. Bd. 45, S. 576). *Br.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Weitere Fortschritte des elektrischen Bahnbetriebs in Österreich. — Auf der Teilstrecke Wörgl—Saalfelden wurden am 3. IV. zum erstenmal die Schnell- und D-Züge von Wien nach Bregenz und an die Schweizer Grenze (Buchs) mit elektrischen Lokomotiven geführt. Von Wörgl bis Saalfelden sind 80, bis Innsbruck 140 km. Es bleibt jetzt also nur noch die 113 km lange Strecke Saalfelden—Salzburg übrig, an der man jedoch auch energisch arbeitet. Im Laufe des Sommers, wenn genügend elektrische Lokomotiven zur Verfügung stehen, wird nicht nur diese Strecke ausschließlich elektrisch betrieben werden, sondern auch die Linie Innsbruck—Brenner[1]. Die vollendeten Werke Spullersee, Ruetz und Achenseewerk reichen für die Lieferung der notwendigen elektrischen Arbeit vollkommen aus, und bis zum Beginn des nächsten Jahres wird auch das Stubachwerk die Stromabgabe ergänzen können. Der elektrische Lokomotivpark ist kürzlich um acht Personenzuglokomotiven vermehrt worden, welche die „Elin" A. G. für elektrische Industrie gemeinsam mit der Wiener Lokomotiv-Fabriks-A. G. und der Wiener Neustädter Lokomotivfabrik vorm. Sigl hergestellt hat. Außerdem haben die „Elin" zusammen mit der Lokomotivfabrik Krauß in Linz vier vierachsige Triebwagen und die Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke vier schwere Schnellzuglokomotiven in Auftrag. *Hgn.*

Neues über die Elektrisierung der italienischen Bahnen. — Die Verwaltung der italienischen Staatsbahnen wird im Laufe dieses Jahres Versuche mit Dieselelektro-Triebwagen anstellen. Die Leistung soll 130 kW betragen, an der Dieselmotorwelle gemessen. Es handelt sich um einen Viertaktmotor mit 6 Zylindern, die Leistungsübertragung geschieht durch eine Leonardschaltung.

Die süditalienische Bahnlinie Benevento—Foggia wird mit Gleichstrom von 3000 V betrieben, der nun auch zur Elektrisierung der Ferrovia Nord, Mailand—Saronno und Bovisa—Meda sowie einiger anderen Privatbahnlinien bei Vicenza herangezogen werden soll. Der Gleichstrom wird in Quecksilberdampf-Gleichrichtern (Brown, Boveri & Cie.) von 2000 kW, 3000 V (für die Ferrovia Nord (erzeugt. *Rtz.*

Der Holland-Tunnel unter dem Hudson zwischen New York und New Yersey. Die einzige Verbindung zwischen der Geschäftstadt New York und den jenseits des Hudson liegenden New Yersey bilden für den Fuhrwerk- und Fußgängerverkehr bis viele Meilen stromaufwärts eine Reihe von Dampffähren. Für den Fuhrwerkverkehr bilden sich an den Fähren alltäglich in den Hauptverkehrstunden unerträgliche Stauungen aus, so daß schon lange der Plan einer Untertunnelung des am südlichen Ende der Halbinsel Manhattan rd. 1500 m breiten Hudson bestand. Insbesondere an den Sonntagen bei dem verstärkten Kraftwagenverkehr ist es eine mit bewundrungswürdiger Geduld ertragene Tatsache, daß die Kraftwagen an den Fähren in langen Reihen stundenlang warten müssen, bis sie den Fluß überqueren können. Im Jahre 1920 wurden daher von den beiden Staaten New York und New Yersey unter Leitung des verstorbenen C. M. Holland die Pläne für einen Fahrzeugtunnel mit zwei Röhren von 8,99 m Außendmr. für einen Jahresverkehr von 15 Mill. Fahrzeugen in beiden Richtungen ausgearbeitet, eine Verkehrsleistung, wie sie jetzt bereits von den Dampffähren erreicht wird. Die Bauarbeiten wurden im Oktober 1920 begonnen, und im November 1927 konnte der Tunnel dem Verkehr übergeben werden. Er besteht aus den genannten zwei Röhren in rd. 20 m Entfernung voneinander (Abb. 2), deren jede eine Fahrbahn für zwei Fahrzeuge der größten Breitenabmessungen nebeneinander enthält. Die Kosten des insgesamt rd. 2800 m langen Tunnels betrugen einschließlich aller Bauwerke rd. 48 Mill. $.

An der Kaikante der Piers sind die Tunnelröhren mit Ventilationschächten versehen, über denen auf jeder Seite des Flusses zwei große Lüftungsbauwerke errichtet wurden. In der Nähe der Endbauwerke wurden für die störungsfreie Abwicklung des Verkehrs große freie Plätze in Straßenhöhe angelegt, für Einfahrt und Ausfahrt getrennt. Der Bau des Tunnels erfolgte unter Wasser mit Schildvortrieb und wies durch die außerordentlich große Länge, die die der bisher nach diesem Verfahren erbauten Tunnels noch übertrifft, erhebliche technische Neuaufgaben auf. Der große Verkehr an Kraftfahrzeugen, deren 1900/h den Tunnel durchfahren können, stellte an die Lüftung besondere Anforderungen, so daß zum Betrieb der gesamten Lüftungsanlage Motoren mit rd 5000 kW Gesamtleistung erforderlich sind. Außerdem sind für die Beleuchtung des Tunnels selbst 250 kW und für die der Anfahrten 150 kW aufgewendet. Hieraus gehen der Umfang und die Bedeutung der elektrischen Betriebsanlagen hervor. Für den zulässigen Grad der Verunreinigung der Luft durch Abgase der Verbrennungsmotoren wurden umfangreiche Versuchsreihen durchgeführt unter Berücksichtigung aller Betriebsbedingungen, wie Anfahren aller Fahrzeuge auf der Steigung, die maximal 3,8 % beträgt, und unter Zugrundelegung einer Aufenthaltsdauer von 45 min, die für Fußgänger erforderlich ist. Bei einem Gehalt von 4 Teilen Kohlenoxyd auf zehntausend Teile Luft wurden unter diesen Bedingungen keinerlei schädigende Einflüsse mehr gefunden, so daß dieser Zustand der Leistung der Lüftungsanlage als Vorschrift diente. Demnach mußte ein 42maliger Luftwechsel in der Stunde erreicht werden, was bei reiner Längsströmung einer Windgeschwindigkeit von mindestens 80 km/h entsprechen würde (!). Um dagegen jede Störung durch den Zug auszuschalten, wird die Frischluft durch einen großen Kanal geführt, der in dem unter der Fahrbahn liegenden Sektor der Röhre liegt, und die Abluft durch einen gleichen im oberen Teile der Röhre liegenden Kanal abgesaugt. Eine große Zahl von Schlitzen verteilt die Luft gleichmäßig über die ganze Tunnellänge.

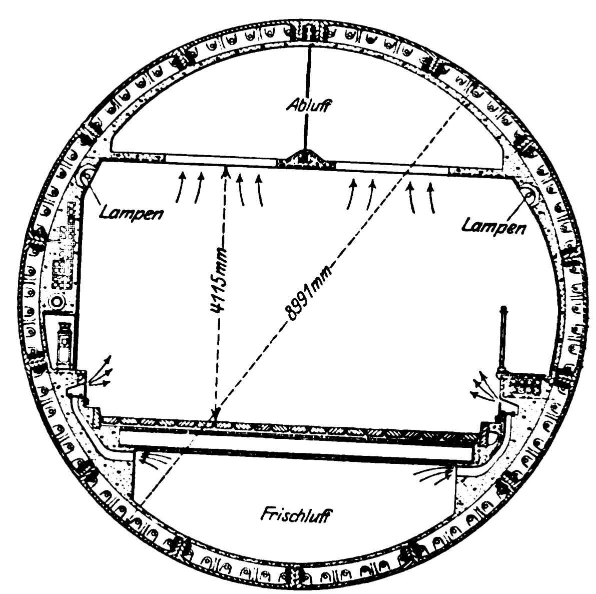


Abb. 2. Querschnitt des Holland-Tunnels unter dem Hudson zwischen New York und New Jersey.

Insgesamt dienen zur Lüftung 84 Ventilatoren von je 100 000 m³/min Luft Ansaugleistung, von denen 54 regelmäßig im Betrieb stehen und 28 als Reserve dienen. Zur Ermittlung der erforderlichen Ventilatorleistung bei den großen Kanallängen mußten besondere Modellversuche in großem Umfange zur Schaffung hinreichend genauer Formeln für die Berechnung der Luftströmung gemacht werden. Der während des Ablaufes eines Tages ausnehmend stark schwankende Verkehr stellte hohe Anforderungen an die wirtschaftliche Regelung der Lüftungsanlagen, wofür drei Motorgeschwindigkeiten vorgesehen sind und die Zusammenschaltung der Ventilatoren in Gruppen von 1 ÷ 3 Einheiten. Die großen Frischluftmengen führen bei Regen oder Schneefall so große Mengen Feuchtigkeit mit sich, daß die gesamten Schaltanlagen gußeisengekapselt und niederschlagsicher ausgeführt werden mußten. Die Lüftung wird ständig auf Grund des CO-Gehaltes der Tunnelluft geregelt.

Die Beleuchtung, für die einschließlich der oberirdischen Anfahrwege insgesamt 500 kW aufgewendet werden, ist insbesondere aus dem Gesichtspunkte heraus durchgebildet worden, den Fahrzeugführer durch den plötzlichen Wechsel zwischen Tageslicht und künstlicher Beleuchtung nicht in seiner Sicherheit zu beeinträchtigen. Sie erfolgt durch in die Seitenwände der Fahrbahn eingebaute Beleuchtungskörper im Abstande von 6 m untereinander mit weiß emaillierten gußeisernen Reflektoren und Opalglasscheiben. Die Schaltung der Lampen ist wechselseitig derart ausgeführt, daß beim Versagen eines Stromkreises nicht eine größere Strecke

[1] Über die Elektrisierung der italienischen Strecke Brenner-Bozen s. ETZ 1928, S. 477, 620

des Tunnels vollkommen verdunkelt wird, sondern nur eine Abschwächung der Beleuchtung eintritt. Durch vielfache Sicherheitsschaltungen wird außerdem sowohl für das Beleuchtung- als auch für das Lüftungschaltnetz ein hoher Grad von Sicherheit gegen Störungen gewährleistet, so durch Speisung durch drei voneinander unabhängige Kabel auf jeder Seite des Flusses und durch Anschluß an das Versorgungsnetz auf jeder Flußseite wiederum unabhängig voneinander. Zur Entfernung des Niederschlag- und Sickerwassers dienen 18 Zentrifugalpumpen. Der Verkehr im Tunnel wird durch Verkehrsignale geregelt, die von mehreren Befehlstellen aus bedient werden. Die elektrischen Einrichtungen wurden von der Westinghouse-Gesellschaft, Pittsburgh, geliefert. (F. W. Skinner, Engg. Bd. 124, S. 601.) *Gtr.*

Bergbau und Hütte.

Elektrische Grubenlampe mit eingebauter Dynamo. — An solchen Stellen, wo in Bergwerken unter Tage zwar Druckluftleitungen aber keine elektrischen Leitungen vorhanden sind, kann man elektrische Beleuchtung einrichten mit Hilfe eines transportablen durch Druckluft betriebenen Generators, der zur Speisung einer Anzahl von Lampen dient[1]. Ein anderer Weg besteht darin, daß man den Maschinensatz unmittelbar in der Lampe unterbringt. Eine derartige Konstruktion, die von der englischen Firma M-L Magneto Syndicate Ltd. ausgeführt wird, zeigt Abb. 3. Der Motor ist eine Druckluftturbine

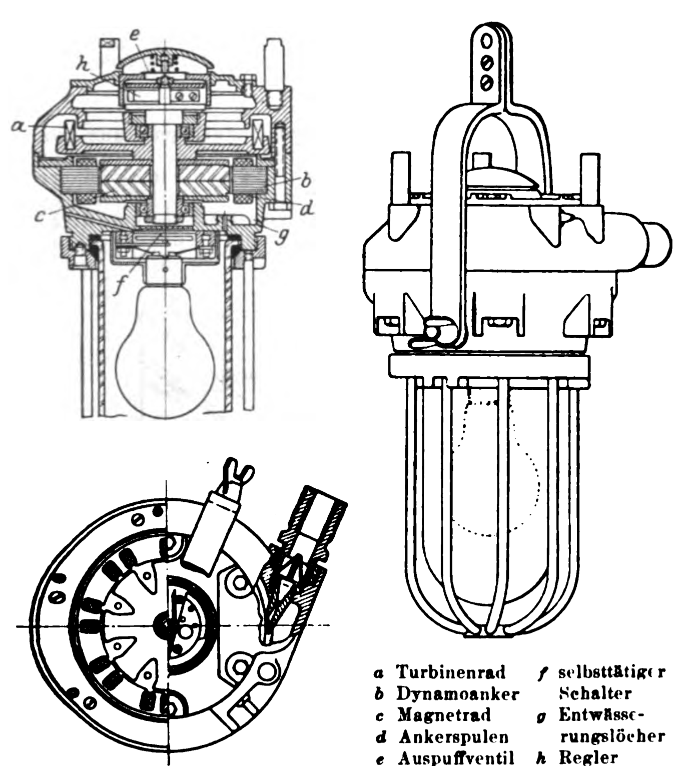


Abb. 3. Grubenlampe mit eingebauter Dynamo.

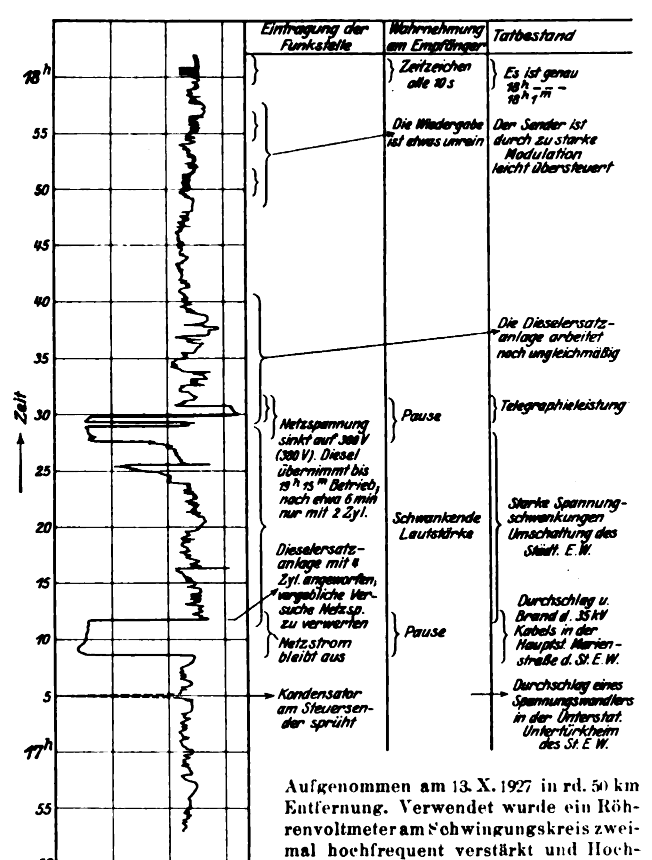
und treibt das unbewickelte Magnetsystem der Dynamo an; der Strom kann also dem feststehenden Anker ohne Zuhilfenahme von Bürsten oder sonstigen Reibungskontakten entnommen werden. Mit Rücksicht auf die Schlagwettergefahr gelangt die Auspuffluft des Motors zunächst in einen durch das Lampenschutzglas gegen die Atmosphäre abgeschlossenen Raum, wo sie unter einem Druck von 0,07÷0,15 at gehalten wird; die Regelung des Druckes erfolgt selbsttätig durch ein Ventil. Hierdurch wird verhindert, daß während des Betriebes der Lampe atmosphärische Luft eindringen kann. Damit bei einer Beschädigung des Schutzglases die Lampe zum Erlöschen kommt, schließt ein durch eine Membran betätigter Kontakt die Dynamo kurz, sobald der Überdruck im Schutzglas nachläßt. Eine Ansammlung von Gas innerhalb des Schutzglases oder des sonstigen Lampenraumes wird durch ein kleines Loch vermieden, das eine gewisse Luftmenge aus dem unter Druck gehaltenen Raum dauernd in die Atmosphäre entweichen läßt, so daß eine ständige Durchspülung des Lampeninnern stattfindet. Ein Fliehkraftregler in Verbindung mit einer Bremse verhindert die unzulässige Erhöhung der Drehzahl. Die Dynamo ist für 60 W und 50 V bemessen, der Luftverbrauch beträgt 0,283 m³/min, das Gewicht der Lampe 7,25 kg (El. Review Bd. 102, S. 128). *Ka.*

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 64.

Eine Drehstromfördermaschine auf Zeche Amalia. Nach den neuen preußischen Seilfahrtbestimmungen müssen Fördermaschinen mit einer Geschwindigkeit von über 6 m/s mit einem Fahrtregler ausgerüstet sein. Da der Fahrtregler der SSW für Drehstromfördermaschinen auf Grund einer Prüfung der Fahrtreglerkommission des Grubensicherheitsamtes die neuesten Fahrtseilbestimmungen einhält, hat sich die Harpener Bergbau A. G. entschlossen, eine als Ersatz für die alte Dampffördermaschine auf Zeche Amalia aufgestellte und durch zwei asynchrone Drehstrommotoren angetriebene Treibscheiben-Fördermaschine mit diesem Apparat zu versehen. Die Motoren für je 340 kW bei 360 Umdr/min arbeiten über ein Vorgelege auf die Treibscheibenwelle. Die Fördermaschine ist außerdem mit der SSW-Schnellschlußbremse ausgerüstet, die bei Wirkung als Fahrbremse eine mindestens dreifache statische Sicherheit besitzt; beim Wirken als Sicherheitsbremse wird die Bremskraft auf einen geringeren Wert so begrenzt, daß kein Seilrutsch eintreten kann. Wichtig ist, daß nach Stillstand der Fördermaschine aber auch die Sicherheitsbremse die gleiche statische Sicherheit wie die Fahrbremse hat. Da sich bei der SSW-Schnellschlußbremse das Notbremsgewicht beim Auslösen der Sicherheitsbremse nicht bewegt, fallen alle schädlichen Massenwirkungen durch ein niedergehendes Fallgewicht fort, so daß sich eine vorzügliche Schnellschlußwirkung ergibt. (Siemens-Z. Bd. 7, S. 841.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Registrierung einer Senderstörung. — Aus den Arbeiten der Hochfrequenz-Kommission des Württ. Elektrotechnischen Vereins veröffentlichen wir ein interessantes Kurvenblatt (Abb. 4). Die Hochfrequenz-Kommission befaßt sich seit etwa zwei Jahren mit dem Studium der Ausbreitungsverhältnisse der elektromagnetischen Wellen beim



Aufgenommen am 13. X. 1927 in rd. 50 km Entfernung. Verwendet wurde ein Röhrenvoltmeter am Schwingungskreis zweimal hochfrequent verstärkt und Hochantenne.

Abb. 4. Registrierung des Stuttgarter Senders.

Rundfunk. Zu diesem Zweck wird unter anderem ein Feldstärkenmeßgerät benutzt, das die Schwankungen der mittleren Energie der Trägerwelle registriert. In vorliegendem Beispiel gelang es, mit dieser Einrichtung an einer etwa 50 km vom Sender entfernten Empfangsantenne in Heilbronn den Verlauf einer Störung festzuhalten, die hochspannungsseitig bei dem den Stuttgarter Sender mit Strom versorgenden Städt. Elektrizitätswerk aufgetreten war. Die Meßanordnung gab die Vorgänge empfindlicher wieder als die Instrumente des Kraftwerkes selbst. Die Einzelheiten sind auf dem Kurvenblatt eingetragen. *Sb.*

Hochspannungstechnik.

Die Ausbreitungsgesetze der Wanderwellen. — Die elementare Theorie der Wanderwellen betrachtet Wellen zwischen zwei (nahezu) widerstandsfreien Drähten. In der Regel hat man es indes in der Praxis mit Wellen zu tun, die sich längs eines Mehrfachleitersystems fortpflanzen. Während dieser Fall ganz allgemein von K. W. Wagner behandelt worden ist[1], untersucht neuerdings Satoh insbesondere die Ausbreitungsgesetze der Wanderwellen längs Doppel-Drehstromleitungen, die ihrer praktischen Bedeutung halber ein erhebliches Interesse beanspruchen dürfen. Unter Voraussetzung gewisser Symmetriebedingungen, welche zwischen den sechs Leitungen eines solchen Systems z. B. durch Verdrillung hergestellt werden, kann man den allgemeinsten Vorgang als Überlagerung dreier Wellentypen auffassen:

Typ 1: Wellen, die lediglich die drei Leiter eines Drahtsatzes als Hin- und Rückleitung benutzen (Abb. 5).

Typ 2: Wellen zwischen sämtlichen sechs Leitern in Parallelschaltung einerseits als Hinleitung und Erde anderseits als Rückleitung (Abb. 6).

Typ 3: Wellen zwischen den drei parallelarbeitenden Leitern eines Drahtsatzes als Hinleitung und den ebenfalls parallelarbeitenden Leitern des anderen Drahtsatzes als Rückleitung (Abb. 7).

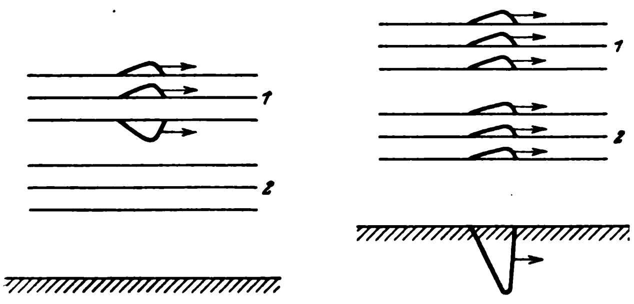


Abb. 5. Wellen vom Typ 1. Abb. 6. Wellen vom Typ 2.

Der Beweis für die Richtigkeit und Vollständigkeit dieser Einteilung ergibt sich mit Rücksicht auf die Linearität der Wellengleichung ganz elementar mittels einer Aufspaltung der Ströme und Spannungen, die als eine Verallgemeinerung des Fortescueschen Verfahrens der symmetrischen Koordinaten angesprochen werden kann. Jede der drei Wellentypen besitzt einen ihr eigentümlichen (Betriebs-)Wellenwiderstand und entsprechende (Phasen-) Geschwindigkeit; während indes die Wellenwiderstände stark voneinander abweichen können (für eine ausgeführte Hochspannungsleitung $Z_1 = 400\ \Omega$ für Typ 1, $Z_2 = 1000\ \Omega$ für Typ 2, $Z_3 = 500\ \Omega$ für Typ 3), ergeben sich die Phasengeschwindigkeiten einander nahe gleich, im Grenzfall unendlicher Leitfähigkeit der Leitungen und der Erde gleich der Lichtgeschwindigkeit. Aus dieser Eigentümlichkeit folgen bemerkenswerte Abweichungen von den normalen Gesetzen der Reflexion und Brechung an Orten variabler Leitungskonstanten. Beispielsweise kann man etwa durch Einbau passender Ohmscher Widerstände am Leitungsende nur die auflaufende Welle eines Typs vollkommen verzehren lassen, während Anteile anderer Typen teilweise reflektiert werden; die Sammelschienen, welche die gleichphasigen Leitungen beider Drahtsätze verbinden, bilden für Wellen vom Typ 3 einen Kurzschluß, während die gleiche Leitung für Wellen vom Typ 2 dort offen ist usw.

Wenn man die endliche Leitfähigkeit der Erde mit in Rechnung stellen will, muß man natürlich das Wirbelstromfeld in der Erde formelmäßig erfassen. Dies geschieht nach S. A. Levin durch Aufstellung der Wirbelstromgleichung für das Erdstromgebiet, deren Lösung in technisch hinreichend genauer Form beispielsweise R. Rüdenberg[1] gegeben hat. Die Ergebnisse derartiger Rechnungen, auf die Fortleitung von Wechselströmen längs eines Mehrfachleitersystems bezogen, lassen sich durch komplexe Verallgemeinerung der sog. „Fundamentalkonstanten", insbesondere der Widerstände, Induktivitäten und Wellenwiderstände in das übliche Schema der Leitungsgleichungen einführen. Dabei muß man natürlich eine Frequenzabhängigkeit dieser Größen mit in Kauf nehmen, so daß man die Leitungsgleichungen nicht unmittelbar (allenfalls unter Verwendung des Fourierschen Integralsatzes) auf die Fortpflanzung von (rechteckigen) Wanderwellen anwenden kann; wie man hier etwa vorzugehen hätte, hat Carson im Heaviside-Gedenkheft der El. Nachr. Techn. (1925, H. 4) angedeutet. Leider geht Levin auf die Zahlenwerte der (komplexen) Leitungsgrößen nicht näher ein, sondern beschränkt sich auf eine sehr formale Schreibweise seiner Überlegungen; gleiches gilt von den spärlichen Anwendungen. Es erscheint erwünscht, diesen Mangel durch nachträgliche Zahlenbeispiele für quasistationäre Vorgänge und Wanderwellen zu beseitigen, um insbesondere die Wirkung der endlichen Erdleitfähigkeit auf die Stirnform der Wanderwellen quantitativ kennenzulernen. (Satoh, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 868. — S. A. Levin, J. Am. Inst. El. Engs Bd. 46, S. 1263.) *Oldff.*

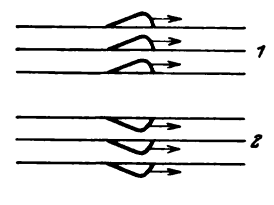


Abb. 7. Wellen vom Typ 3.

Einfluß der Frequenz auf die Durchbruchspannung von Kugelfunkenstrecken. — Allgemein besteht die Annahme, daß für nicht zu kleine Elektroden, nicht zu geringe Drucke und zu große Schlagweiten für Frequenzen bis 10^6 Hz eine Abhängigkeit der Anfangspannung von der Frequenz nicht besteht. Neuere Untersuchungen von Reukema bestätigen diese Frequenzunabhängigkeit nicht. Abb. 8 und 9

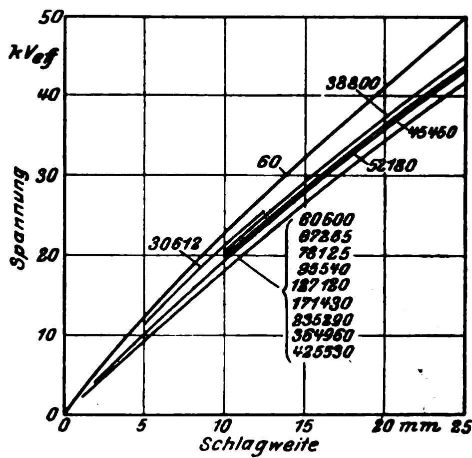


Abb. 8. Eichung einer 6,25 cm-Kugelfunkenstrecke bei verschiedenen Frequenzen und Bestrahlung mit ultraviolettem Licht.

zeigen die an polierten Messingkugeln von 6,25 cm Dmr. bei den verschiedenen Frequenzen von 60 ÷ 425 530 Hz für Funkenspannungen bis 50 kV gefundenen Abhängigkeiten von der Schlagweite, wonach bis etwa 60 kHz eine nicht unerhebliche Abhängigkeit der Funkenspannung von der Frequenz besteht. Bis 500 Hz wurden dabei die Spannungen mit Hochfrequenzmaschinen und Transformatoren, von 28 kHz ab mit einem Poulsen-Lichtbogengenerator und auf Resonanz abgestimmtem Schwingungskreis erzeugt. Zur Messung der Spannungen an den von Erde isolierten Kugeln wurde ein Spannungsteiler aus drei in Reihe geschalteten Kondensatoren vorgesehen und die Spannung am mittleren Kondensator größter Kapazität durch ein Goldblattelektroskop besonderer Bauart[2] bestimmt.

Die Tatsache, daß nach den Versuchsergebnissen die Funkenspannungen in dem untersuchten Spannungsbereich

---

[1] ETZ 1914, S. 689.

[1] Z. ang. Math. u. Mech. 1925, S. 361.

[2] Ein ähnliches, allerdings zur Messung von Scheitelwerten bestimmtes Elektroskop, ist von E. Terman beschrieben, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 42, S. 462.

bei Hochfrequenz, und zwar bei 60 kHz und darüber, bis zu etwa 13 % niedriger liegen als bei 60 Hz, ist aus den Gesetzen der Ionenbeweglichkeit, ihrer Diffusion und der Verzerrung des elektrischen Feldes zwischen den Kugeln durch Raumladungen zu erklären. Die zum Überschlag zwischen den Elektroden notwendige Feldstärke ist durch die Ionisierungsfeldstärke des Ions bestimmt und beträgt unter normalen Verhältnissen des Druckes und der Temperatur 30 kV/cm. Bei Feldstärken, die nahe diesem Wert liegen, ist die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen eine so große, daß bei einer Frequenz von 60 Hz praktisch alle Ionen und Elektronen während jeder Halbperiode aus dem Felde gezogen werden und keine erhebliche, dieses verzerrende Raumladung vorhanden ist. Bei Hochfrequenz von z. B. 50 kHz dagegen legen die positiven Ionen unter den in Betracht kommenden Feldstärken während einer Halbperiode nur etwa 0,35 cm in der Feldrichtung zurück, so daß bei einer Schlagweite von z. B. 1 cm eine rasche Anhäufung positiver Ionen im Raume zwischen den Kugeln stattfindet. Infolge dieser Raumladung gehen nicht alle Feldlinien von der positiven zur negativen Kugel. Sie enden zwar alle auf der negativen Elektrode, erstrecken sich aber zum großen Teil zu den positiven Ionen im Raume zwischen den Kugeln anstatt zur positiven Kugel. Da nun die Feldstärke proportional der Dichte der elektrostatischen Feldlinien ist, wird das Feld zwischen den Kugeln verzerrt und ist in Nähe der negativen Kugel größer als in dem Falle, wenn keine positive Raumladung vorhanden wäre. Wenn schon an sich die Gesamtspannung keine positive Ionisation hervorrufen würde, vergrößert diese Feldverzerrung die Feldstärke in Nähe der negativen Kugel so weit, daß positive Ionen ionisieren können, wobei diese Ionisation zur Abspaltung einer großen Zahl von Elektronen höchst wirksam wird, und die von den positiven Ionen erzeugten Elektronen zur positiven Kugel wandern. Dadurch wird aber die zum Durchbruch einer gegebenen Funkenstrecke erforderliche Spannung bei Hochfrequenz niedriger als bei 60 Hz.

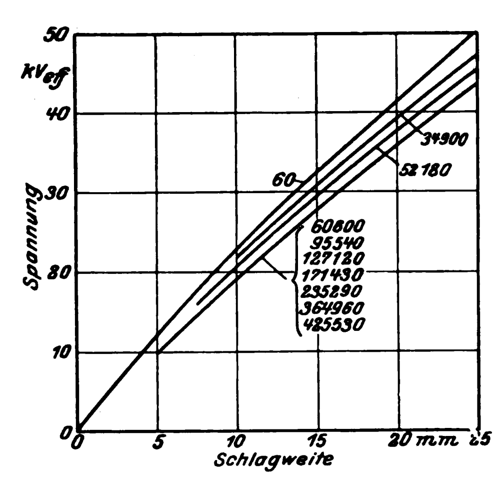


Abb. 9. Eichung einer 6,25 cm-Kugelfunkenstrecke ohne Bestrahlung mit ultraviolettem Licht.

Mit zunehmender Frequenz nimmt die Wegstrecke der positiven Ionen während einer Halbperiode ab und ist bei 60 000 Hz nur noch 0,297 cm bei einer Feldstärke von 30 kV/cm und bei niedrigerer Feldstärke entsprechend geringer. Es werden unter diesen Verhältnissen etwa 10 % aller gebildeten Ionen zur Raumladung dienen. Dabei ist jedoch die Wirkung der Diffusion nicht außer acht zu lassen. Die Zahl der durch Diffusion verlorengehenden Ionen nimmt mit der Ionenkonzentration zu. Anderseits ist die Zahl der in der Sekunde gebildeten Ionen praktisch unabhängig von der Ionenkonzentration. Im Endzustand ist die Zahl der durch Diffusion verlorengehenden Ionen gleich dem Zuwachs der neugebildeten, und es werden hierdurch die Raumladung und der Grad der Feldverzerrung bestimmt. Da dieser somit vom Anteil der neu gebildeten Ionen abhängt, wird es verständlich, daß die Funkenspannung bei Hochfrequenz sinkt, sobald die Wirkung ultravioletter Bestrahlung einen reichlichen Zufluß von Elektronen bedingt. Die Senkung der Durchbruchspannung mit steigender Frequenz ist daraus zu erklären, daß der Anteil der in der Funkenstrecke zurückgehaltenen Ionen um so höher wird, je höher die Frequenz ist. Über 60 kHz ergibt sich für die Durchbruchspannung der Funkenstrecke mit steigender Frequenz kein weiteres Absenken. Um dies zu verstehen, muß die Ionenverteilung in der Funkenstrecke bei verschiedenen Frequenzen betrachtet werden. Bei den niedrigen Frequenzen, bei denen sich eine Raumladung bilden kann, ist die Ionenverteilung über die ganze Funkenstrecke sehr schön gleichförmig, da die Ionen innerhalb einer Halbperiode nahezu die ganze Funkenstrecke durchfliegen. Mit steigender Frequenz konzentrieren sich die Ionen mehr und mehr an der Kugeloberfläche, weil in dieser Zone die meisten erzeugt werden und die Dauer, während der sie sich fortbewegen können, im umgekehrten Verhältnis zur Frequenz steht. Die Konzentration nahe der Kugeloberflächen steigert natürlich den Diffusionsverlust der Ionen, und bei einer bestimmten Frequenz wird dieser erhöhte Ionenverlust den Entstehungszuwachs aufheben. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß dies bei etwa 60 000 Hz eintritt, gleichviel, ob die Kugeln ultraviolett bestrahlt werden oder nicht. Daß die Wirkung des ultravioletten Lichtes diese Grenzfrequenz nicht beeinflußt, ist aus der Theorie abzuleiten, weil die mit der Ionenkonzentration wachsende Diffusion nur von der Frequenz, nicht aber von der Ionenerzeugung an sich herrührt. (R e u k e m a, I. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1314.) *O. N.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Einfluß der Höhenlage auf Glühkopfmotoren. — In Fachzeitschriften wird des öfteren darauf hingewiesen, daß von den Explosionsmotoren besonders die Glühkopfmotoren nennenswerte Leistungsverminderung in großen Höhenlagen erfahren, die z. B. bei etwa 3000 m über dem Meere sogar 50 % betragen kann. Wenngleich solch allgemein gehaltenen Angaben stark über das Ziel schießen, so muß zugegeben werden, daß wegen häufigen Fehlens verläßlicher Beobachtungsunterlagen aus der Praxis die durchgeführten Berechnungen unzureichend bemessene Konstruktionen ergeben. Indessen dürfte es in vielen Fällen gelingen, auch nach erfolgter Montage durch Verkleinerung des Verdichtungsraumes die beabsichtigte Maschinenleistung herauszuholen, sofern schon beim Entwurf der Maschine der Einfluß der Höhenlage einigermaßen richtig berücksichtigt worden ist.

Es ist ferner bekannt, daß durch Einbau einer Luft-Vorverdichtungsvorrichtung nicht unbedeutende Leistungsteigerung ermöglicht wird, jedoch verteuern und komplizieren solche Zusatzapparate die Anlagekosten erheblich. Daß man das gleiche Ziel auch durch Einspritzung geringer Wassermengen in den Explosionsraum erreichen kann, darauf hat bereits vor etwa 20 Jahren Prof. B a n k i in Budapest hingewiesen. Sonderbarerweise scheinen die damals gegebenen Anregungen zum Teil in Vergessenheit geraten zu sein, denn selbst bedeutende Glühkopfmotoren-Fabriken schenken der erwähnten Tatsache wenig oder gar keine Bedeutung.

Wie wirksam die Wassereinspritzung manchmal sein kann, zeigt folgender Fall aus der Praxis, wo es sich um den Betrieb eines vierzylindrigen Glühkopfmotors zum Antrieb eines Drehstromgenerators in 2730 m Höhe und ausgesprochenem Wüstenklima handelt. Durch systematisch durchgeführte Versuche und Erprobung verschieden geformter Einsatzringe ist es nach und nach gelungen, die von der Lieferantin garantierte Dauerleistung von 165 PS zu erreichen. Der Motor ergab bei der Abnahmeprüfung in der Fabrik im Maximum 240 PS bei 300 Umdr/min. Da aber die Kraftreserve bei auftretenden Belastungstößen nicht befriedigte, so entschloß man sich, die Wassereinspritzung zu versuchen. Zu diesem Zwecke wurden an allen Zylindern in der Höhe der Indizierhähne kleine Ventile und Rückschlagventile eingebaut und mit der Wasserleitung verbunden. Sofort nach Inbetriebnahme dieser Einrichtung, die nunmehr seit einigen Monaten wirksam ist, ist eine Steigerung der Leistung und bemerkenswerte Besserung des Allgemeinverhaltens eingetreten, zumal auch verhältnismäßig heftige Belastungstöße leicht überwunden werden.

Die durchgeführte Belastungsprobe ergab ein verblüffend günstiges Ergebnis, denn die Dauerbelastung erreichte 208 PS, was einer Erhöhung von über 25 % des garantierten Wertes entspricht. Da aber eine Verminderung des Brennstoffverbrauches für 1 kWh nicht festzustellen war, so darf man nur annehmen, daß die Anwesenheit von Wasserdampf die Verbrennung der Gase wesentlich erleichtert. Bemerkenswert ist noch die geringe Verschmutzung der Kolben und Zylinder, die seit Einführung der Wassereinspritzung beobachtet wurde.

Otr.


[1] Vgl. ETZ 1924, S. 757.

Verschiedenes.

Besucherzahlen der deutschen Technischen Hochschulen. — Gegenüber dem S.-S. 1927 ist die Besucherzahl im W.-S. 1927/28 gleich geblieben[1], abgesehen von der normalen Semesterschwankung. Die hohe Zahl von 23 700 Studierenden der Hochschulen, denen sich etwa 72 000 Studierende an Universitäten zugesellen, gibt zu schweren Bedenken Anlaß, die u. a. in einem Bericht von Prof. Dr. Schlink an den Verband der deutschen Hochschulen ihren Ausdruck fanden. Danach ist die Überfüllung zum Teil darauf zurückzuführen, daß das Studium im allgemeinen länger ausgedehnt wird als vor dem Kriege; die Zulassungsmöglichkeiten zum Studium haben durch Aufbauschulen usw. eine Erhöhung erfahren und für eine ganze Reihe von Berufen ist erst neuerdings Abitur bzw. Studium vorgeschrieben worden. Von den rd. 15 000 Abiturienten eines Jahres studieren etwa 90 %, Anstellungsmöglichkeit ist aber nur für etwa 10 000 Abiturienten vorhanden, so daß etwa 3500 kein entsprechendes Unterkommen finden dürften. Da diese Zahlen weiter steigen werden, erscheint die Warnung Schlinks sehr berechtigt, daß nur diejenigen studieren sollen, die ausgesprochene Begabung und Liebe für ein bestimmtes Fach besitzen.

Techn. Hochschule	Allgem. Wissenschaften	Architektur	Bauingenieurwesen	Bergbau	Hüttenkunde	Chemie und Pharmazie	Elektrotechnik	Maschinenbau	Schiffs- und Schiffsmaschb.	Summe der Studierenden I	Hörer und Gäste II	Ausländer in I u. II III
Aachen	48	81	115	116	272	63	126	226	—	1 047	845	106
Berlin	203	344	667	235	126	290	1071	1429	307	4 672	563	725
Braunschweig	83	78	124	—	—	222	157	288	—	952	188	103
Breslau	35	—	50	42	88	77	148	266	—	706	66	60
Clausthal	6	—	—	267	123	—	—	—	—	396	5	4
Danzig	120	120	229	—	—	122	308	487	198	1 584	155	406*
Darmstadt	303	221	277	—	—	220**	563	772***	—	2 361	290	208
Dresden	928	184	235	—	—	285	927		—	2 559	395	399
Freiberg	—	—	—	237	108	—	—	—	—	345	20	107
Hannover	73	155	311	—	—	124	456	805	—	1 924	328	89
Karlsruhe	73	135	180	—	—	135	280	446	—	1 240	157	171
München	891†	302	555	19		303	782	1337††	—	4 189	176	366
Stuttgart	154	281	239	—	8	225	273	592	—	1 770	629	114
									Sa.	23 745	3 817	2 858

* Nichtdeutsche.
** Darunter 85 Papieringenieure.
*** Darunter 4 Gasingenieure.
† Darunter 203 Studierende der Landwirtschaft und 480 der Wirtschaftswissenschaften.
†† Darunter 106 Maschinen-Elektroingenieure.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Internationaler Straßenbahn- und Kleinbahnkongreß. — Der XXI. Internationale Kongreß der Straßenbahnen, Kleinbahnen und der öffentlichen Kraftfahrunternehmen findet auf Einladung der italienischen Regierung in der Zeit vom 6. bis 13. V. in Rom und vom 14. bis 17. V. in Turin und Mailand statt. Das technische Programm wird folgende Vorträge und Berichte umfassen:

1. Einmannwagen: H. Bacqueyrisse, Paris.
2. Erzielte Fortschritte in der Bremsung der Straßenbahnwagen:
   a) Angewandte Bremsung für Straßenbahn- und Kleinbahnwagen: H. Vente und H. Allard, Brüssel;
   b) Bremsung mit Stromrückgewinnung: H. G. Cuccoli, Mailand.
3. Explosionsmotorwagen auf Schienen (Schienenautos): H. Mellini und La Valle, Rom.
4. Verbesserungen am Oberbau:
   a) Schienen und Schwellen: H. van Noorbeeck, Brüssel;
   b) Elektrische Weichenstellung: H. Albrecht, Dortmund.
5. Verbindung der Achsen mit Rahmen; feste Achsen und Lenkachsen:
   a) Charakteristik der Wagen mit festen Achsen: H. Castaing, Paris;
   b) Charakteristik der Wagen mit Lenkachsen: H. Harmel, Lüttich.
6. Betriebstoffe für den Automobilbetrieb: H. Guiffart, Paris.
7. Methoden und Kontrollaparate zur Förderung der Regelmäßigkeit des Straßenbahnverkehrs: H. de Barquin, Brüssel.
8. Verkehr der Straßenbahnen auf eigenem Planum in der Peripherie der Stadt: H. Lenartowicz, Warschau.
9. Normung der Bahnmotoren: H. Peridier, Paris.
10. Riffelbildung: H. Thonet und H. Bacqueyrisse, Paris.

Anmeldungen zur Teilnahme sind möglichst umgehend an das Generalsekretariat des Vereins: Brüssel, 112 rue du Trône, ab 1. V. 1928: Rom, 59 Via Volturno, zu richten.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1669.

Energiewirtschaft.

Die Primärkraftmaschinen, Elektrogeneratoren und Elektromotoren der deutschen Länder ohne Preußen. — Die Reihe seiner Veröffentlichungen über die deutsche Betriebszählung vom 16. VI. 1925 hat das Statistische Reichsamt in Heft 20 der Zeitschrift „Wirtschaft und Statistik" von 1927 fortgesetzt, u. zw. mit den wichtigsten Ergebnissen aus der Kraftmaschinenstatistik in den deutschen Ländern ohne Preußen.

Erfaßt wurden 83 552 Betriebe, welche 115 926 Wind-, Wasser- und Wärmekraftmaschinen mit einer Nennleistung von rd. 6,676 Mill. PS installiert hatten. Wie die Spalte 1 der Zahlentafel 1 zeigt, steht Bayern unter den aufgeführten Ländern an erster Stelle. Ihm folgt zunächst das industriereiche Sachsen, sodann die beiden Länder Baden und Württemberg, welche sich mit je 639 000 PS die Waage halten.

Die Aufteilung dieser Leistungen nach den angewandten Naturkräften zeigen die Spalten 2 bis 8, deren Endsummen, verglichen mit dem Anteil an der Gesamtmaschinenzahl, bemerkenswert sind:

Kraftmaschinen	Anteil an der Nennleistung %	Anteil an der Gesamtzahl %	Mittlere Leistung je Maschine PS
Kolbendampfmaschinen	36,3	30,1	69,3
Dampfturbinen	31,2	1,1	1 586,9
Wasserturbinen	20,2	10,9	106,8
Ölkraftmaschinen	7,6	29,9	14,6
Gaskraftmaschinen	2,6	5,7	27,3
Wasserräder	1,9	20,3	5,3
Windmotoren	0,2	2,0	4,8

Die teilweise recht erheblichen Unterschiede innerhalb der ersten beiden Spalten vorstehender Übersicht finden ihre Erklärung in den äußerst verschiedenartigen Durchschnittsleistungen der dritten Spalte.

Betrachten wir noch einmal die Spalten 2 bis 8 der Zahlentafel 1, so tritt hier die besondere Bedeutung der Wasserkraft bei den süddeutschen Ländern hervor. Der Anteil dieser Anlagen an der gesamten Nennleistung beträgt in Bayern 40,2 %, in Baden 36,5 % und in Württemberg 26,4 %. In Bayern zeugen allein 9927 Wasserräder (2,8 % der gesamten Nennleistung) und 4536 Wasserturbinen (37,4 %) von der starken Ausnutzung kleiner und kleinster Wasserkräfte in den Alpen, dem Alpenvorlande und dem Bayerischen Wald. Ähnliche Verhältnisse sind auch in Württemberg, Baden und Thüringen anzutreffen.

Trotzdem behauptet die Kohle in der deutschen Energiewirtschaft nach wie vor den ersten Platz. Dabei ist Preußen mit Rheinland-Westfalen, Mitteldeutschland und Oberschlesien hier noch nicht berücksichtigt.



Zahlentafel 1.

Länder	Nennleistung der Wind-, Wasser- und Wärmekraftmaschinen PS	Prozentualer Anteil an der gesamten Primärkraftmaschinenleistung: Windmotoren %	Wasserräder %	Wasserturbinen %	Kolbendampfmaschinen %	Dampfturbinen %	Gaskraftmaschinen %	Ölkraftmaschinen %	Von 100 Betrieben verwenden den Primärkraftmaschinen	Auf 100 Einwohner entfallen PS	Von der gesamten Primärkraftmaschinenleistung dienen z. Antriebv. Elektrogeneratoren %	Nennleistung der Elektrogeneratoren kW	Nennleistung der Elektromotoren kW
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bayern	2 077 735	0,1	2,8	37,4	26,2	20,8	4,4	8,3	3,6	28,2	56,8	993 000	1 169 908
Sachsen	1 586 072	0,1	0,9	8,9	43,5	40,6	1,1	4,9	1,7	31,7	46,5	769 960	1 047 569
Baden	639 158	0,00	1,6	34,9	29,1	27,2	2,0	5,2	1,7	27,6	58,7	345 706	424 818
Württemberg	638 901	.	3,4	23,0	30,8	28,9	2,0	11,9	1,8	24,8	49,9	303 311	533 086
Thüringen	410 397	0,3	2,3	6,8	44,5	37,6	1,3	7,2	1,8	25,5	43,9	194 323	294 823
Hamburg	305 028	0,04	0,01	0,04	34,8	60,2	0,8	4,2	0,5	26,5	49,3	151 145	251 657
Hessen	295 720	0,1	1,6	3,0	34,7	53,2	2,6	4,8	1,2	21,9	52,8	129 167	184 588
Bremen	209 770	0,1	—	3,6	60,8	26,2	0,9	8,4	0,6	61,9	33,2	59 823	76 413
Braunschweig	115 891	0,7	1,6	6,9	62,8	19,4	1,8	6,8	1,2	23,1	29,6	38 687	94 511
Mecklenburg-Schwer.	115 082	2,5	0,4	4,5	54,5	10,2	3,4	24,5	2,8	17,1	35,2	35 146	79 194
Anhalt	103 579	0,3	1,4	3,2	61,4	23,4	2,8	7,5	1,8	29,5	33,0	43 493	89 424
Oldenburg	73 471	2,8	1,8	1,7	54,9	8,6	5,6	24,6	2,2	13,5	26,4	22 881	78 204
Lübeck	61 914	0,02	.	0,2	33,2	49,2	13,9	3,5	1,6	48,4	52,3	30 282	32 512
Lippe	21 821	0,3	3,8	5,1	57,6	16,1	3,8	13,3	1,9	13,3	29,9	6 940	22 795
Mecklenburg-Strelitz	17 034	1,4	2,0	5,1	66,0	0,4	6,8	18,3	2,7	15,4	21,4	3 448	12 274
Schaumburg-Lippe	4 874	0,5	2,2	1,4	79,9	1,0	3,4	11,6	1,1	10,1	24,2	1 715	6 466
Alle Länder ohne Preußen	6 676 447	0,2	1,9	20,2	36,3	31,2	2,6	7,6	2,3	27,5	49,9	3 128 527	4 398 242

Spalte 9 und 10 der Zahlentafel 1 zeigen die Unterschiede in der betrieblichen Verwendung der Primärkraftmaschinen. Diese ist noch sehr stark in den rein landwirtschaftlichen Gegenden, z. B. den beiden Mecklenburg, und steigt bei dem besonders in seinem nördlichen Teile und der Pfalz an Kleinindustrie reichen Bayern bis auf 3,6 % an. In den dichtbesiedelten Stadtstaaten Hamburg und Bremen dagegen verwenden nur noch 0,5 von 100 Betrieben Primärkraftmaschinen zum direkten Antrieb. Die hohen Ziffern Hamburgs, Lübecks und Bremens in Spalte 10 erklären sich aus den besonderen Verhältnissen des Hafenwesens und der städtischen Elektrizitätsversorgung.

Spalte 11 gibt einen Überblick über die Ausnutzung der Primärkraftmaschinen zum Antrieb von elektrischen Stromerzeugern. Dieser Anteil ist am höchsten in Baden (58,7 %), Bayern, Hessen und Württemberg, am geringsten in den kleineren vorwiegend landwirtschaftlichen Ländern, wie Braunschweig, Oldenburg, Schaumburg-Lippe, Mecklenburg-Strelitz (21,4 %). Im Durchschnitt aller aufgeführten Länder werden 49,9 % der Primärkraftmaschinen für den Antrieb von Elektrogeneratoren verwandt. Dies geschah mit über 25 000 Generatoren (Nennleistung 3,128 Mill. kW) in 16 908 Betrieben. Die Verteilung dieser installierten Leistung auf die einzelnen Länder zeigt Spalte 12. Am günstigsten stehen auch hier wieder die Staaten, welche über die größten Primärkraftmaschinenleistungen verfügen. So kommen in Sachsen auf 100 Einwohner 15,4, in Baden 14,9 und in Bayern 13,5 kW installierter Leistung. Am ungünstigsten schneiden Oldenburg und Lippe mit je 4,2 kW, Schaumburg-Lippe mit 3,6 kW und Mecklenburg-Strelitz mit 3,1 kW je 100 Einwohner ab. Der Einfluß der großen städtischen Zentralen kommt besonders bei Bremen (17,5 kW) und Lübeck (23,7 kW) zum Ausdruck.

Die weitaus größte Zahl, 567 582 landwirtschaftliche und gewerbliche Betriebe, ist heute schon auf den Fremdbezug elektrischen Stroms eingestellt. In diesen Werken werden 1 073 806 Elektromotoren mit einer gesamten Nennleistung von 4 398 242 kW gezählt (Spalte 13). In Württemberg sind von 100 Betrieben 21,9 mit Elektromotoren ausgerüstet, in Bayern 18,9 und in Sachsen 17,7. In den meisten anderen Ländern dagegen beträgt diese Ziffer nur etwa 5 bis 9 % und liegt damit erheblich unter dem Durchschnitt von 15,5 %.

Bei der Betrachtung all dieser Zahlen, insbesondere der Summenzahlen, ist jedoch zu beachten, daß es sich lediglich um außerpreußische Länder handelt, die vielfach geographisch unzusammenhängend und sowohl der Größe als auch der Struktur nach vollkommen verschieden sind. Das wichtigste Land, Preußen, mit seinen großen Industriebezirken fehlt noch. Dr. G. Dehne.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Nach den Mitteilungen des Statistischen Reichsamts[2] ist die Selbsterzeugung der von ihm erfaßten 122 Elektrizitätswerke, wie die Zahlentafel zeigt, im Januar 1928 insgesamt gegen den Vormonat (1306,8 Mill. kWh) um 67,9 Mill. kWh und je Arbeitstag um 2,6 Mill. kWh zurückgegangen, im Vergleich zum Januar 1927 aber um 190,8 bzw. 5,7 Mill. kWh gestiegen. Die Meßziffer gegen den Monatsdurchschnitt 1925 betrug 141,13, die gegen den gleichen Monat von 1927 114,98. Im Februar war die Selbsterzeugung insgesamt um 111,3 Mill. kWh und arbeitstäglich um 2,5 Mill. kWh geringer als im Januar, verglichen mit dem Februar 1927 ergibt sich aber im ganzen eine Zunahme um 183,6 und arbeitstäglich um 5,8 Mill. kWh. Die beiden Meßziffern stellten sich auf 133,59 bzw. 115,95. Der Anschlußwert der von 103 Werken unmittelbar belieferten industriellen und gewerblichen Abnehmer erreichte im Dezember 1927 (26 Arbeitstage) 4,024 Mill. kW (3,963 i. Vm.; 3,592 i. V.) und der Verbrauch dieser Konsumenten im ganzen 485,2 Mill. kWh (466,4 i. Vm.; 382,1 i. V.), d. s. je Arbeitstag 18,660 Mill. kWh (17,939 i. Vm.; 14,695 i. V.). Auf 1 kW Anschlußwert entfielen arbeitstäglich 4,64 kWh (4,53 i. Vm.; 4,09 i. V.). Als Meßziffer ergeben sich gegen den Monatsdurchschnitt von 1925 120,21, gegen den gleichen Monat des Vorjahres 113,37. Im Januar 1928 ist der Anschlußwert gegen den Vormonat etwas gesunken, im Vergleich zum Januar 1927 indessen um 0,3 Mill. kW gewachsen. Der Verbrauch war um 9,4 Mill. kWh schwächer als im Dezember 1927 (485,2 Mill. kWh); arbeitstäglich betrug die Differenz 0,4 Mill. kWh. Gegen den gleichen Monat des Vorjahres ist eine Zunahme um 93,4 Mill. kWh und arbeitstäglich um 3,0 Mill. kWh zu verzeichnen. Die Meßziffern waren 118,14 bzw. 111,05.

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill. kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1048,1	47,6	41,9	4,0	3,7	475,8	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1127,6	944,0	45,1	39,3	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 484.

[2] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928, S. 198.



VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Die Mitglieder des VDE sind seitens des Berliner Bezirksvereins des Vereins Deutscher Chemiker hierdurch eingeladen zu dem Dienstag, dem 8. Mai, abends 7½ Uhr, im großen Hörsaal des Hoffmannhauses der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Berlin W 10, Sigismundstraße 4 (Potsdamer Brücke) stattfindenden Vortrag des Herrn Dr. Nagel über das Thema „Isolierstoffe aus dem Bereich der organischen Chemie".

Als Ausweis gilt die VDE-Mitgliedskarte.

Ausschuß für Handgeräte.

Nachstehend werden einige Änderungen an den „Vorschriften für Christbaum-Beleuchtungen" (ETZ 1925, S. 864, 1323 und 1526, Sonderdruck VDE 334) bekanntgegeben.

„§ 3.

a) Zum Anschluß der Christbaumbeleuchtung an die Steckdose sind Steckvorrichtungen zu verwenden, die gegen eine Berührung spannungführender Teile schützen.

§ 4.

a) Als Leitung innerhalb der Christbaumbeleuchtung sind mehrdrähtige Fassungsadern NFA mit mindestens 0,75 mm² Querschnitt zu verwenden.

1. Die Leitungslänge zwischen den einzelnen Fassungen soll mindestens 50 cm sein.
2. Die Leitung zu den Endfassungen soll höchstens 1,5 m lang sein."

Die vorstehenden Änderungen werden der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 25. Mai 1928 an die Geschäftsstelle zu richten.

Kommission für Schaltgeräte.

In den von den Jahresversammlungen 1925 bis 1927 angenommenen und am 1. Juli 1928 in Kraft tretenden

„Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R.E.S./1928"

(Sonderdruck VDE 399) sind für thermisch wirkende Auslöser und Relais keine besonderen Bau- und Prüfbestimmungen enthalten. Es ist in den R.E.S. jedoch darauf hingewiesen, daß zusätzliche Bestimmungen für Motorschutzschalter hierüber Näheres bringen werden. Inzwischen haben Motorschutzschalter der verschiedensten Bauart eine so große Verbreitung gefunden, daß von vielen Seiten die Herausgabe von Leitsätzen für diese Geräte als dringend erwünscht bezeichnet wurde.

Die Unterkommission für Motorschutzschalter (Vorsitzender: G. Graf) hat ihre Arbeiten zum Abschluß gebracht und der Kommission für Schaltgeräte vorgelegt. Nachstehend wird der Entwurf der

„Leitsätze für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung"

bekanntgegeben. Der Entwurf soll der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 25. Mai 1928 an die Geschäftsstelle zu richten.

Entwurf.

Leitsätze für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung.

(Gültig ab 1. Juli 1930.)

A. Allgemeine Begriffserklärungen.

Als Schutz für die Leitungen gegen schädliche Erwärmung durch Überlastung oder Kurzschluß sind in den Errichtungsvorschriften für die einzelnen Leitungsquerschnitte bestimmte Sicherungen, die den Leitungen vorgeschaltet sein müssen, vorgesehen.

Für den Schutz von Motoren bestehen derartige Vorschriften nicht. Eine Anwendung der Vorschriften für den Leitungschutz auf Motoren ist nicht ohne weiteres möglich, da für den Schutz von Motoren noch andere Gesichtspunkte maßgebend sind. Für diesen Zweck sind bisher im allgemeinen folgende, im Schutzwert für den Motor sich wesentlich unterscheidende Einrichtungen gebräuchlich.

1. Schalter (Ausschalter, Anlaßschalter, Sterndreieckschalter) mit Sicherungen.

Diese Einrichtungen schützen bei Kurzschluß, jedoch nicht gegen schädliche Erwärmung des Motors infolge Dauerüberlastung oder Phasenunterbrechung. Bei dem häufig vorkommenden Durchbrennen nur einer Sicherung läuft der Drehstrommotor als Einphasenmotor weiter, wodurch schon unterhalb der normalen Leistung der Motor gefährdet wird. Bei Kurzschlußmotoren wird nicht der unerwünschte Wiederanlauf verhindert, da die Sicherungen des hohen Anlaufstromstoßes wegen im Vergleich zu der Betriebstromstärke des Motors von verhältnismäßig großer Nennstromstärke sein müssen. Bei den Schleifringmotoren kann die Sicherung von entsprechend niedrigerem Nennstrom gewählt werden, so daß bei Bedienungsfehlern (Anlassen bei kurzgeschlossenem Rotor) die Sicherung abschmilzt. Schalter der üblichen Bauart sind meist nicht in der Lage, einen nicht anlaufenden oder aus irgendwelchen Betriebsfehlern festgelaufenen Motor abzuschalten, so daß z. B. beim Ausschalten eines solchen Motors, ehe die vorgeschalteten Sicherungen abgeschmolzen sind, starkes schädliches Schaltfeuer an dem Schalter auftritt.

Werden statt Sicherungen einpolige Installations-Selbstschalter (IS-Schalter) verwendet, so findet keine sichere allpolige Abschaltung statt, die nach § 11 e der Errichtungsvorschriften gefordert werden muß. Beim Ausbleiben einer Phase werden z. B. im allgemeinen nur zwei IS-Schalter ansprechen. Die normalen Abstufungen der IS-Schalter nach den Leitsätzen für diese Apparate (VDE 300), die als Grundlage für die Erlangung des Prüfzeugnisses und damit der Zulässigkeit dieser Apparate dienen, lassen auch keine Anpassung des Nennstromes des IS-Schalters an den Motornennstrom zu, da die IS-Schalter nur für bestimmte Stromstärken 2, 4, 6, 10, 15 A abgestuft sind. Für JS-Schalter in Stöpselform mit abnormalen Stromstufen, die genauer dem Motornennstrom angepaßt sind, besteht keine Möglichkeit der Unverwechselbarkeit.

2. Selbstschalter mit Spannungsrückgangsauslösung und Schmelzsicherungen.

Wirkung wie unter 1., jedoch wird der unerwünschte Wiederaufbau verhindert.

Werden statt der Sicherungen JS-Schalter verwendet, so gilt sinngemäß das unter 1. Gesagte. In diesem Falle findet jedoch durch die Wirkung der Spannungsrückgangsauslösung beim Ansprechen von zwei JS-Schaltern ein allpoliges Abschalten statt. Bei Verwendung von Selbstschaltern mit Spannungsrückgangsauslösung und JS-Schaltern mit abnormalen Abstufungen, die der Motornennstromstärke genau angepaßt sind, läßt sich also ein Motorschutz erzielen, wenn die JS-Schalter selbst und ihre thermische Verzögerung den nachstehenden Bau- und Prüfbestimmungen entsprechen. Allerdings bleibt bei JS-Schaltern in Stöpselform die Gefahr der Verwechselbarkeit bestehen. Ebenso dürfte die Schaltleistung der Spannungsrückgangschalter normaler Bauart, die nur dafür bestimmt sind, ohne Last auszuschalten, meist nicht den Anforderungen entsprechen.

3. Überstromschalter mit nicht verzögerter elektromagnetischer Auslösung und Freiauslösung mit und ohne Spannungsrückgangsauslösung.

Schutz bei Bedienungsfehlern und bei Kurzschlüssen innerhalb der Schaltleistungsgrenze des Gerätes (siehe § 71 der R.E.S.), schützt nicht gegen schädliche Erwärmung des Motors infolge Dauerüberlastung und Phasenunterbrechung, verhindert bei Schleifringankern den unerwünschten Wiederanlauf, bei Kurzschlußläufern nur bei Spannungsrückgangsauslösung.

4. Überstromschalter wie unter 3. mit von Hand zu bedienender Auslöse-Erschwerung während des Anlaufes. Nur anwendbar, wenn der Motor mit dem Gerät selbst eingeschaltet wird. Schutz bei Bedienungsfehlern und bei



Kurzschlüssen innerhalb der Schaltleistungsgrenze des Gerätes (siehe § 71 der R.E.S.). Schützt bei entsprechender Einstellung gegen Einphasenlauf und unzulässige Erwärmung, läßt dann aber sonst unschädliche Überlastungsstöße nicht zu. Das Gerät ist daher in diesem Falle ungeeignet zur Ausnutzung des Motors.

5. Überstromschalter wie unter 3., jedoch mit mechanischer Auslöseverzögerung (Ölbremse, Hemmwerk oder dgl.), Schutz bei Bedienungsfehlern und bei Kurzschlüssen innerhalb der Schaltleistungsgrenze des Gerätes (siehe § 71 der R.E.S.), schützt gegen Einphasenlauf bei Kurzschlußläufern nur, wenn die Überstromauslösung mit Auslöseverzögerung so eingerichtet ist, daß der Anlauf des Kurzschlußmotors mit dem großen Anlaufstrom möglich ist, andererseits aber bei einer längere Zeit andauernden, für den Motor schädlichen Überlastung eine Auslösung eintritt. Schützt mit Spannungsrückgangsauslösung gegen unbeabsichtigten Wiederanlauf, gestattet kurze Überlastungstöße und läßt in gewissem Umfange eine Ausnutzung der Überlastbarkeit des Motors zu, schützt gegen anhaltende, unzulässige Dauerüberlastung (jedoch nicht sicher bei aussetzendem Betrieb oder starken Belastungsschwankungen).

6. Überstromselbstschalter mit thermischer Verzögerung und Freiauslösung mit und ohne Spannungsrückgangsauslösung; Schutz bei Kurzschlüssen innerhalb der Schaltleistungsgrenze des Gerätes (siehe § 71 der R.E.S.). Schützt gegen Einphasenlauf und gegen schädliche Überlastung in allen Fällen, gestattet weitgehende Ausnutzung der Motorüberlastbarkeit, schützt gegen unbeabsichtigten Wiederanlauf nur mit Spannungsrückgangsauslösung.

7. Überstromschalter wie unter 6., jedoch mit zusätzlicher nicht verzögerter elektromagnetischer Auslösung, gleiche Eigenschaften wie 6.

Bei entsprechender Einstellung der nicht verzögerten elektromagnetischen Auslösung werden Bedienungsfehler (Anlassen von Schleifringmotoren bei kurzgeschlossenem Rotor) verhindert und damit auch der unerwünschte Wiederanlauf von Schleifringmotoren, auch wenn keine Spannungsrückgangsauslösung vorhanden ist.

In der Praxis werden vorzugsweise die unter 6. und 7. aufgeführten Schaltgeräte als „Motorschutzschalter" bezeichnet, weil sie am besten geeignet sind, den Motor einerseits gegen schädliche Erwärmung zu schützen, andererseits die zulässige Überlastbarkeit des Motors weitgehend auszunutzen.

Die nachstehend aufgeführten Bestimmungen gelten ausschließlich für diese Art von Geräten, die im folgenden stets als Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung bezeichnet sind.

B. Zweck und Wirkungsweise.

1. Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung sollen vor Eintreten schädlicher Erwärmungen des Motors durch Überstrom eine gleichzeitige allpolige Abschaltung des Motors bewirken (geerdeter Nulleiter gilt nicht als Pol), dabei aber normale Anlaßvorgänge und im gewissen Umfange für den Motor zulässige Überlastungstöße gestatten.

C. Baubestimmungen.

Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung sollen für mindestens 250 V Nennspannung gebaut sein.

Normale Nennspannungen sind:
Gleichstrom: 250, 500 V.
Drehstrom: 250, 380, 500 V.

Normale Nennstromstärken sind:
10, 25, 60, 100 A.

2. Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung sollen Freiauslösung gemäß § 17 der R.E.S. haben.

3. Falls der selbsttätige Wiederanlauf des Motors nach vorangegangenem Ausbleiben der Spannung nicht erwünscht und durch Vorkehrungen an anderer Stelle nicht verhindert ist, soll der Motorschutzschalter so gebaut sein, daß ein Wiederanlauf des Motors bei wiederkehrender Spannung nicht eintritt. (Z. B. durch Spannungsrückgangsauslösung oder entsprechende Einstellung der nicht verzögerten Überstromauslösung.)

4. Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung sollen thermische Auslöser gemäß nachstehender Tafel besitzen:

Stromart	Schaltung des Motors	Mindestzahl d. therm. Auslöser
Gleichstrom und Einphasenstrom	zwischen Außenleiter u. geerdetem Nulleiter	1 Auslöser im Außenleiter
Gleichstrom und Einphasenstrom	zwischen 2 Außenleitern	2 thermische Auslöser
Drehstrom ohne Nulleiter	—	[1] 2 thermische Auslöser
Drehstrom mit Nulleiter	—	[1] 3 Auslöser, von denen mindestens 2 thermisch sein sollen

[1] Es empfiehlt sich, für Drehstrom drei thermische Auslöser zu verwenden.

5. Hinsichtlich ihres Verwendungszweckes werden unterschieden (siehe Prüfbestimmungen):

a) Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung mit der Bezeichnung T_I für Motoren mit leichten Anlaufbedingungen,

b) Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung mit der Bezeichnung T_{II} für Motoren mit schweren Anlaufbedingungen.

Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung, die diesen Leitsätzen entsprechen, sollen die Bezeichnung T_I bzw. T_{II} tragen.

6. Auf den Skalen einstellbarer thermischer Auslöser sind stets Nennstromstärken anzugeben (also nicht Auslöse- oder Grenzstromstärken).

7. Im übrigen gelten die folgenden Paragraphen der Bauvorschriften der R.E.S.:
40, 41, 44, 45, 46, 47, 48 Abs. 4, 49, 51 ÷ 55.

D. Prüfbestimmungen.

1. Für die Prüfung gilt allgemein § 56 der R.E.S.

2. Für die Modellprüfung ist die Erwärmungsprobe nach den R.E.S. § 57 bis § 65, die Spannungsprobe nach den §§ 67 und 69 vorzunehmen. Für die Stückprüfung gilt § 72.

3. Für die Schaltleistungsprüfung ist der § 71 der R.E.S. maßgebend, aus dessen Tafel 10 die Prüfstromstärke der Gruppe zu entnehmen ist, für die das Gerät bestimmt ist. Hierbei sind nachfolgende zusätzliche Sonderbestimmungen zu beachten, die gleichzeitig die Schalthäufigkeitsprobe an Stelle der des § 66 der R.E.S. einschließen.

a) Zuerst soll die mechanische Haltbarkeit des Schalters durch 10 000 Stellungswechsel nachgewiesen werden (5000 Ein- und 5000 Ausschaltungen).

b) Hierauf sind je 20 selbsttätige Auslösungen mit geringer Spannung vorzunehmen mit jedem der für das Gerät in Frage kommenden thermischen Auslöser bei einem Auslösestrom, der etwa 50 % über der jeweiligen Auslösernennstromstärke liegt.

c) Dann sind je vier Auslösungen von 1,1-facher Nennspannung des Gerätes mit jedem der für das Gerät bestimmten thermischen Auslöser und siebenfacher Nennstromstärke des betreffenden Auslösers vorzunehmen, von denen je zwei Auslösungen unmittelbar hintereinander zu erfolgen haben. Gegebenenfalls vorhandene, unverzögert wirkende elektromagnetische Auslösevorrichtungen sind bei dieser Prüfung zu sperren. Nach je zwei Auslösungen kann eine Pause von etwa 30 s eintreten.

d) Schließlich sollen je vier Schaltleistungsproben entsprechend der angegebenen Schaltleistungsgruppe des Schalters (§ 71 der R.E.S.) vorgenommen werden, und zwar unter Einbau der thermischen Auslöser der kleinsten, der größten und einer mittleren Nennstromstärke. Die Prüfungen haben in einem zeitlichen Abstand zu geschehen, der gestattet, den Schalter wieder vollkommen zu schließen, jedoch von mindestens 30 s. Je zwei Schaltvorrichtungen sollen unter Einschalten auf Kurzschluß erfolgen.

Besitzen Motorschutzschalter einstellbare thermische Auslöser, so ist die eine Hälfte aller vorgeschriebenen Prüfungen (b bis d) mit der niedrigsten und die andere Hälfte mit der höchsten Einstellung des jeweilig bei der Prüfung eingebauten Auslösers vorzunehmen.

Die Prüfungen haben in der angegebenen Reihenfolge stattzufinden.

4. Vor und nach diesen Prüfungen ist bei einer Raumtemperatur von etwa 20° die Eichung der Auslöser nachzuprüfen, wobei sich folgende Werte ergeben müssen: Bei einer Überlast von 5 % über Nennstrom des Auslösers darf eine Auslösung innerhalb zwei Stunden nicht erfolgen. Bei 20 % Überlast soll das Gerät innerhalb dieser Zeit auslösen. Bei 50 % Überlast soll die Auslösung innerhalb



2 min erfolgen. Ausgegangen wird hierbei stets vom betriebswarmen Zustand bei Nennstrom.

Motorschutzschalter mit der Bezeichnung T_I sollen ferner beim 5-fachen Strom eine Auslöseverzögerung von mindestens 0,5 s, Motorschutzschalter mit der Bezeichnung T_{II} beim 6-fachen Strom eine Auslöseverzögerung von mindestens 5 s besitzen, und zwar vom kalten Zustande aus. Bei der Vornahme dieser letzten Prüfung sind gegebenenfalls vorhandene, unverzögert wirkende elektromagnetische Auslösevorrichtungen zu sperren.

E. Verwendung.

Bei Verwendung von Motorschutzschaltern ist folgendes zu beachten:

a) Bei Schaltgeräten der Schaltleistungsgruppe I (§ 71 der R.E.S.):

Wenn der in der Zuleitung bis zum Motorschutzschalter auftretende Spannungsabfall bei Kurzschluß den Strom nicht auf 500 A begrenzt, darf der Nennstrom der nächst vorgeschalteten Sicherung nicht größer als 100 A sein. An Stelle der Sicherung kann ein Überstromschalter, der bei 400 A unverzögert auslöst, vorgeschaltet werden, womit allerdings nur schädliche Folgeerscheinungen eines größeren Kurzschlusses für das Netz vermieden werden. Ein Schutz für den Motorschutzschalter ist hierdurch im allgemeinen nicht gegeben.

b) Bei Schaltgeräten der Schaltleistungsgruppe II (§ 71 der R.E.S.):

Wenn der in der Zuleitung bis zum Motorschutzschalter auftretende Spannungsabfall bei Kurzschluß den Strom nicht auf 1500 A begrenzt, muß ein Überstromschalter vorgeschaltet sein, der bei 1000 A unverzögert abschaltet, oder eine entsprechend wirkende Sicherung, wobei sinngemäß die Bemerkungen unter a) zu beachten sind.

Die Nennstromstärke der thermischen Auslöser soll der Nennstromstärke des Motors möglichst genau angepaßt sein. Schon geringe Abweichungen nach oben können den Schutzwert erheblich vermindern. Bei aussetzendem Betrieb (z. B. Reversiermotore für Werkzeugmaschinen) sind die thermischen Auslöser den Arbeitsverhältnissen besonders anzupassen.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der elektrotechnische Unterricht an den Höheren Maschinenbauschulen in Preußen.

Aus dem Aufsatz von Herrn Oberstudienrat Dipl.-Ing. KOSACK „Der elektrotechnische Unterricht an den höheren Maschinenbauschulen in Preußen" in der ETZ 1928, S. 248, ist zu entnehmen, daß an diesen Anstalten im Laufe der letzten Jahre der Elektrotechnik im Lehrplan eine bedeutend vermehrte Stundenzahl zur Verfügung gestellt wurde. Von der Errichtung einer eigenen elektrotechnischen Abteilung hat man jedoch Abstand genommen, da man, wie Herr KOSACK sagt, von einer Spezialisierung absehen wollte.

Diese Ansicht, daß die Elektrotechnik nur ein Spezialgebiet sei, kann nicht unwidersprochen bleiben. Wenn man vielleicht vor 40 oder 30 Jahren einmal den Satz prägte, daß jeder Elektrotechniker zuerst ein guter Maschinentechniker sein müsse, so mag das damals noch seine Richtigkeit gehabt haben. Heute ist die Elektrotechnik kein Spezialgebiet des Maschinenbaues mehr, sondern, wie dieses, ein ebenso großes, in sich abgeschlossenes, selbständiges Fachgebiet, das wieder in eine Menge von Spezialgebieten zerfällt. Daß wir an unseren technischen Schulen keine Spezialisten heranbilden sollen, ist durchaus richtig. Die Technik hat sich aber doch im Laufe ihrer Entwicklung in eine Reihe recht deutlich voneinander geschiedener Fachgruppen geteilt, so daß wir nicht mehr damit ausreichen, auf einer Schule auch nur die Grundlagen für alle diese Fachgebiete zu lehren. Wenn man dementsprechend heute an den Schulen eigene Abteilungen bzw. besondere Lehrpläne für die Ausbildung als Chemiker, Architekt, Bauingenieur usw. hat, so wird niemand behaupten, daß hiermit eine Spezialistenausbildung getrieben würde in dem Sinne, wie sie die technischen Schulen mit Recht ablehnen. Eine solch verpönte Spezialisierung wäre es, wenn man den Lehrplan einer Maschinenbauschule ganz auf die Beherrschung eines Sondergebietes, z. B. Dampfmaschinen oder Verbrennungskraftmaschinen oder dgl. oder etwa rein nach der konstruktiven oder rein nach der betriebstechnischen Seite zuschneiden wollte. Die Heranbildung von Elektrikern in eigenen elektrotechnischen Abteilungen kann jedoch nicht als Spezialisierung einer Schule in dem vorgenannten Sinne betrachtet werden, und es muß im Gegenteil füglich bezweifelt werden, in einem Ausbildungsgang von fünf Semestern eine „möglichst umfassende technische Allgemeinbildung auf allen maschinen- und elektrotechnischen Gebieten" geben zu können.

Wenn eine Maschinenbauschule eine umfassende technische Allgemeinbildung auf allen maschinentechnischen Gebieten gibt, so hat sie damit ihren Zweck vollauf erfüllt und gerade genug zu tun, um das zu erreichen. Diese umfassende technische Allgemeinbildung nebenbei auch noch auf alle elektrotechnischen Gebiete ausdehnen zu wollen, erscheint mir bedenklich. Ich fürchte, daß unter diesem weitgesteckten Ziel das eine oder andere Gebiet leiden muß, da man gleichzeitig nicht zwei Herren dienen kann. Wir haben hier an unserer Nürnberger Schule doch auch schon eine über 20jährige Erfahrung mit getrennten Abteilungen für Maschinenbau und Elektrotechnik und haben es noch stets als einen glücklichen und fruchtbringenden Gedanken erachtet, daß man dieses System bei Gründung unserer Schule bereits durchgeführt hat. Währenddessen haben wiederholt Überarbeitungen der Lehrpläne beider Abteilungen stattgefunden, wobei sich immer schärfer und notwendiger ergeben hat, die Lehrpläne schon vom 1. Semester an in beiden Abteilungen ganz getrennt durchzuführen. Was der Elektriker vom Maschinenbau braucht, kann ihm in einer ganz anderen Form übermittelt werden wie dem Maschinenbauer; es ihm in der gleichen Ausführlichkeit vorzusetzen wie dem Maschinentechniker, würde einen unnötigen Aufwand von Zeit erfordern, die dringend nötig ist, um die grundlegenden elektrotechnischen Gesetze in einer solchen Breite und Eindringlichkeit vorzutragen, daß sie unbedingt in Fleisch und Blut übergehen. Freilich kann man sagen, daß es der elektrotechnischen Grundgesetze ja gar nicht so viele gibt. Mit den Gesetzen des elektrischen und magnetischen Kreises und den Wechselwirkungen zwischen beiden ist ja alles getan. Ganz richtig! Aber nun fange man nur einmal an, diese einfachen Gesetze auf praktische Beispiele anzuwenden, und dann wird sich sehr schnell zeigen, welch große geistige Widerstände und Hemmnisse bei den Schülern auftreten, bis sie sich in dieses elektrotechnische Denken hineinarbeiten. Wir verwenden hier auf die Übermittlung und Einübung der grundlegenden Gesetze allein 2 Semester mit je 6 Wochenstunden und haben auf Grund unserer langjährigen Erfahrungen gefunden, daß dies das Mindestmaß ist, was man hierfür ansetzen kann. Von den Schwierigkeiten, die Studierenden in die Wechselstromlehre einzuführen und sie auch da zu selbständigem Arbeiten und Denken heranzubilden, ist noch gar nicht gesprochen, und es würde mich zu weit führen, noch mehr ins einzelne zu gehen. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß in unserem Lehrplan der Elektrotechniker 90 Stunden allein auf rein elektrotechnischen Unterricht entfallen.

Ich habe nicht von allen Lehranstalten, die getrennte elektrotechnische Abteilungen haben, die Stundenzahlen zur Hand. Soviel ich ersehen kann, sind es in Hamburg 90, in Eßlingen 80, in Chemnitz 64, in Hildburghausen 58 Stunden. Die in Bayern außer Nürnberg bestehenden Anstalten, die staatliche in Kaiserslautern und die beiden städtischen in München und Augsburg, haben den gleichen Lehrplan wie wir. Von den Anstalten in Bremen, Karlsruhe und von der Beuthschule liegen mir keine Zahlenangaben vor. Wenn die Stundenzahlen auch nicht überall die gleichen sind, so zeigt sich doch, daß man das Stundenmaß zur Heranbildung eines Elektrotechnikers an rein elektrotechnischen Stunden so hoch setzen muß, daß es in den Lehrplan einer Maschinenbauschule nicht mehr hineingearbeitet werden kann. Und ich glaube, daß das Ziel aller dieser elektrotechnischen Abteilungen auch nicht höher gerichtet ist, als ihren Schülern eine „umfassende technische Allgemeinbildung auf allen elektrotechnischen Gebieten" zu geben. Eine Spezialausbildung nach irgendeiner Richtung, wie z. B. nach der Starkstromtechnik oder Fernmeldetechnik, oder in einseitiger Weise als nur Berechnungsingenieur oder nur Prüffeldingenieur, lehnen auch diese Anstalten als ganz unzweckmäßig ab.

Daß die Absolventen dieser Anstalten in der elektrotechnischen Industrie und den Staats- und Reichstellen sich eines guten Rufes erfreuen und wohl aufgenommen werden, läßt sich ohne Überhebung behaupten.

Daß bei elektrotechnischen Firmen auch Absolventen der Maschinenbauschulen unterkommen, ist uns nichts Neues. Auch von den maschinentechnischen Abteilungen

unserer Anstalten werden eine große Anzahl von Absolventen in solche Werke aufgenommen; wir brauchen ja nur daran zu denken, daß im Elektromaschinenbau fast durchweg Berechnung und Konstruktion in ganz getrennten Bureaus erfolgt, und daß man für Berechnung den Elektriker, für die Konstruktion sehr wohl den Maschinentechniker verwendet. Es kann auch einmal vorkommen, daß ein Maschinentechniker sich später ganz der Elektrotechnik widmet und umgekehrt; das gibt es auch anderswo, daß einem das Leben später in einen Beruf drängt, den man gar nicht studiert hat. Aber das sind doch die Ausnahmefälle, die die Regel bestätigen. Sonst brauchten wir ja überhaupt keine Fachschulen. Wenn also etwa 20 % der Absolventen der Magdeburger Schule in die Elektroindustrie eingetreten sind, so kann man deswegen wohl noch nicht behaupten, daß der Erfolg dem von Herrn KOSACK erläuterten Standpunkt der preußischen Maschinenbauschule recht gegeben habe. So alt ist doch dieser neue preußische Lehrplan noch gar nicht, als daß man jetzt schon von Erfolgen reden könnte; da wollen wir erst mal noch einige Jahre zuwarten.

Soviel ist sicher, daß sich an den meisten Schulen, die heute getrennte Lehrpläne für Elektrotechnik und Maschinenbau besitzen, diese Trennung auch langsam vollzogen hat. Zuerst trennte man nur in den höheren Semestern, und später vertiefte man die elektrotechnische Ausbildung durch immer weitere Abtrennung mehr und mehr, bis man schließlich als Endergebnis bei den vollkommen getrennten Abteilungen stehen blieb. Manche Schulen haben diesen Weg schon längst, manche erst in der letzten Zeit eingeschlagen. Es erscheint mir gar nicht unwahrscheinlich, daß die preußischen Höheren Maschinenbauschulen mit dem neuen Lehrplan unbewußt in das Fahrwasser eingelaufen sind, das sich später unweigerlich in zwei Strömungen, der getrennten elektro- und maschinentechnischen Ausbildung, teilt. Dabei ist es ja gar nicht notwendig, daß gleich an allen elf preußischen Höheren Maschinenbauschulen eigene Abteilungen für Elektrotechnik errichtet werden. Die Bedürfnisfrage zur Errichtung einer solchen besonderen Abteilung ist jeweils sehr sorgfältig zu prüfen. Die Entscheidung wird erst eine spätere Zukunft bringen; aber nicht eindringlich genug kann heute davor gewarnt werden, schon allzu früh sich durch Behauptungen über Erfolge und Bewährung des neuen Experimentes einseitig festzulegen.

Nürnberg, 12. III. 1928.

Dr. Vetter,
Direktor der Höheren technischen Staatslehranstalt Nürnberg.

Erwiderung.

Der Zweck meines Aufsatzes war, zu zeigen, in welchem Umfange die Elektrotechnik in den Lehrplan der Höheren Maschinenbauschulen in Preußen eingereiht ist, und welche Einrichtungen für den elektrotechnischen Unterricht vorhanden sind. Daß in anderen Ländern Deutschlands besondere elektrotechnische Abteilungen an den in Frage stehenden Unterrichtsanstalten bestehen und erfolgreich arbeiten, habe ich erwähnt. Ich bin überzeugt, daß der Preußische Staat die weitere Entwicklung der Höheren Maschinenbauschulen, wie bisher, den Bedürfnissen der Industrie anpassen und, wenn sich die Notwendigkeit dafür herausstellt, an der einen oder anderen Höheren Maschinenbauschule eine Abteilung für Elektrotechnik einrichten wird.

Ich bemerke noch, daß die von mir herangezogene Statistik und die Zahl der in die elektrotechnische Praxis übertretenden Absolventen sich auf den alten Lehrplan bezieht. Es ist anzunehmen, daß durch die weitgehende Verbreiterung des elektrotechnischen Unterrichts nach dem neuen Lehrplan der Anteil der in elektrotechnische Betriebe Übergehenden noch größer wird.

Magdeburg, 30. III. 1928. E. Kosack.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektro-Wärmeverwertung als ein Mittel zur Erhöhung des Stromverbrauches. Von Dir. Ing. R. Kratochwil. 2., umgearb. u. erweit. Aufl. Mit 431 Textabb., zahlr. Tab., VIII u. 695 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin 1927. Preis geh. 38,50 RM, geb. 40 RM.

Die zunehmende Verbreitung der elektrischen Wärmeerzeugung findet ihren Niederschlag in dieser zweiten Auflage, deren Umfang mehr als das Vierfache der ersten Ausgabe des Jahres 1925[1] beträgt. Für den Kenner der Fachliteratur bringt das Buch eine reiche Auslese der in den letzten Jahren erschienenen einschlägigen Arbeiten auf allen Gebieten der Elektrowärme, die zum Teil vollständig übernommen sind. Wenn dennoch kein Anspruch auf eine lückenlose Behandlung des gesamten Stoffgebietes erhoben wird, so ist dies einerseits in seiner Vielseitigkeit begründet, zum andern in der Zielsetzung, wie sie schon im Titel zum Ausdruck kommt. Will doch der Verfasser in erster Linie den Elektrizitätswerken Unterlagen anhand geben für ihre Werbung auf dem jüngsten Absatzgebiet elektrischer Arbeit, der Wärmeverwertung.

Über die fachlichen Grundlagen der Elektrowärmetechnik selbst gibt das Vorwort einen kurzen Überblick. Daß der Verfasser die Mühe nicht scheut, hier eine Klarstellung der Energiebeziehungen und der Maßeinheiten vorauszuschicken, ist stets zu begrüßen; der Hinweis auf die Potentialtheorie ist leider durch einen sinnstörenden Druckfehler beeinträchtigt, welcher die Potentialfunktion mit $\frac{m}{r^2}$ einführt. Die metallkeramischen Heizleiter aus Siliziumkarbiden sind wohl gegenüber den heute zweifellos wichtigeren Chromnickellegierungen etwas zu breit behandelt; hier darf auch das vacuumgeschmolzene Chromnickelmaterial nicht fehlen. Die ausführliche Besprechung der Fourierschen Differentialgleichungen über Temperaturverteilung und Wärmefluß in festen Körpern könnte man bei der Bestimmung des Buches eher missen.

Bedeutungsvoll sind dagegen die umfangreichen Ausführungen über Wirtschaftlichkeit der elektrisch erzeugten Wärme und Tarifpolitik mit über 70 Seiten. Bezüglich der Tarifgestaltung für Großabnehmer erfordert der Abschnitt über den Einfluß des Leistungsfaktors Beachtung; über die zahlreichen Tarifformen für Kleinabnehmer werden reichhaltige Unterlagen aus allen Ländern mitgeteilt. Insbesondere findet die Wärmespeicherung hier und in den späteren Einzelabschnitten gebührende Würdigung.

Wenn die elektrische Küche nicht ihrer Bedeutung entsprechend berücksichtigt scheint, so darf auf das Vorwort verwiesen werden, wo die industrielle Werbetätigkeit in den Vordergrund gerückt wird. Der Wasserkocher Abb. 66a zeigt leider noch Einzel-Kontaktstifte! Die aus den Rutishauserschen Arbeiten entnommenen Vergleichszahlen für Gas und Elektrizität beziehen sich auf ein Gas von hohem Heizwert und auf eine besondere Höhenlage; die Umrechnung auf unsere landläufigen Verhältnisse ergibt einen Wert von 1 $m^3 \approx 2{,}4$ kWh, der sich bei neuzeitlich eingerichteten Großküchen noch weiter zu Gunsten der Elektrizität verschiebt. Eingehender ist die elektrische Raumheizung aller Systeme behandelt; nur die elektrische Zugheizung ist bis auf die kurze Notiz über mittelbar elektrische Beheizung durch besondere Kesselwagen vernachlässigt.

Ganz besonders reichhaltig sind dagegen die Abschnitte über Elektrodampfkessel, elektrische Schweißung und industrielle elektrische Öfen jeglicher Art ausgestaltet, deren letzte je etwa ein Siebentel des ganzen Werkes ausfüllen. Zahlreiche Beschreibungen und Abbildungen aller Systeme werden durch theoretische Betrachtungen und praktische Betriebsergebnisse ergänzt; vorbildlich sind besonders die amerikanischen Ofenkonstruktionen. Daneben werden fast alle in der Literatur der letzten Jahre erschienenen Spezialverfahren, wie elektrische Aufschrumpfung, Quarzschmelzung, das Auftauen von Gefrierfleisch u. a., erwähnt; nur die Beheizung elektrischer Arbeitsmaschinen, Werkzeuge usw. kommt zu kurz.

Der Elektrowärme in der Landwirtschaft wird mit Recht ein ansehnlicher Buchabschnitt gewidmet. Allerdings sollte der Futterdämpfer eine ausführlichere Behandlung erfahren, wo z. B. die Arbeiten von Burri und Petri ganz fehlen.

Die selbsttätige Temperaturregelung hat im Zusammenhang mit den verschiedenen Abschnitten zum Teil wohl eingehende Beschreibung gefunden, sollte aber darüber hinaus entsprechend ihrer grundlegenden Bedeutung für die gesamte Elektrowärme im Zusammenhang behandelt werden. Unter den zahlreich abgebildeten Reglertypen dürfte auch der Birkaregler nicht fehlen. Ebenso verdienten die in verschiedenen Ländern recht weit gediehenen Arbeiten auf dem Gebiete allgemeiner Vorschriften für elektrisch beheizte Geräte, auch abgesehen vom Abdruck einzelner Regeln und Normenblätter, ein näheres Eingehen.

Zusammenfassend darf diese zweite Auflage nicht nur als solche, sondern auch als beachtliche Neuerscheinung angesprochen werden, die dem Werbeleiter eine reiche Fülle von Anregungen bietet.

Dr. H. Jung, Frankfurt a. M.

[1] Vgl. die Besprechung durch Lulofs ETZ 1925, S. 980.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im ersten Vierteljahr 1928. — Wie die Industrie- und Handelskammer zu Berlin in ihrem Wirtschaftsbericht vom 23. III.[1] sagt, war die Elektroindustrie während des ersten Vierteljahrs in fast allen Zweigen befriedigend beschäftigt, doch hat sich um die Jahreswende das zu dieser Zeit natürliche saisonmäßige Nachlassen des Bestellungseingangs teilweise geltend gemacht. Das für Ende des Winters erhoffte Wiederansteigen der Aufträge war ungleichmäßig und hat noch nicht überall zu der 1927 erreichten Höhe geführt. Auf manchen Gebieten ist das Geschäft nicht mehr so lebhaft wie in der zweiten Hälfte des vorigen Jahres; so sind aus verschiedenen Teilen der Industrie z. B. weniger Bestellungen gekommen, doch muß ein gewisser Rückgang nach dem Ansturm im letzten Sommer und Herbst nicht in jedem Fall ein Abflauen der Konjunktur bedeuten. Auch die Aufträge der Stromversorgungsunternehmungen waren noch etwas geringer wie in den vorhergegangenen Monaten, aber nicht in dem Maß, daß ein entscheidendes Nachlassen behauptet werden kann. Nach wie vor gut gestalteten sich die Abschlüsse in den für den letzten Verbraucher bestimmten Erzeugnissen, wie Zähler, Meßinstrumente und Haushaltungsgegenstände aller Art. Ebenso hat sich das Geschäft in Fernsprechapparaten und -anlagen, soweit private Kundschaft in Betracht kommt, auf unveränderter Höhe gehalten, während die Bestellungen der Reichspost sehr erheblich zurückgegangen sind, eine Abnahme, die sich in den nächsten Monaten noch verstärken wird. Mit Ausnahme der Aufträge auf Eisenbahnsicherungsanlagen waren die Bestellungen der Reichsbahn weiterhin lebhaft; ferner hat sich u. a. das Geschäft in Feuermeldern, Uhren und Elektrokohleerzeugnissen befriedigend entwickelt. Von einem Konjunkturumschwung in der elektrotechnischen Industrie kann daher nach Ansicht der Kammer noch keineswegs gesprochen werden. Festzustellen ist nur, daß man die noch während der letzten Monate des vergangenen Jahres andauernde Zunahme des Bestellungseingangs als vorläufig beendet ansehen muß. Ein langsames Nachlassen der Konjunktur in der nächsten Zeit wird für nicht unwahrscheinlich gehalten, doch dürfte ein krisenhafter Umschwung nicht zu erwarten sein, falls nicht etwa unvorhergesehene Störungen des allgemeinen Wirtschaftslebens eintreten.

Anmeldung von Entschädigungsansprüchen aus beschlagnahmten USA-Patenten. — In dem kürzlich zur Geltung gelangten amerikanischen Freigabegesetz ist, wie die Ind. Handelszg. schreibt, eine Entschädigung für diejenigen während des Krieges in den V. S. Amerika beschlagnahmten deutschen Patente vorgesehen, die an die Regierung der Union verkauft, lizensiert bzw. von ihr benutzt worden sind. Um nun die Rechte der entschädigungsberechtigten deutschen Patentinhaber geschlosssen zu wahren, ist nunmehr im Auftrage des Auswärtigen Amtes als gemeinsames Sonderbureau des Deutsch-Amerikanischen Wirtschaftsverbandes und der Abteilung Amerika des Bundes der Auslandsdeutschen eine Zentralstelle errichtet worden, die ihre Tätigkeit unter der Mitwirkung des Deutschen Industrie- und Handelstags und des Reichsverbandes der Deutschen Industrie ausübt. Die in Betracht kommenden Patentinhaber werden aufgefordert, sich umgehend schriftlich bei dieser Stelle unter der Adresse „Interessenvertretung für Ansprüche deutscher Patentinhaber", Berlin NW 7, Neue Wilhelmstraße 12/14, zu melden und dabei den Patentbesitzer und -anmelder, die amerikanische Patentnummer, das Datum der Erteilung sowie etwaige dem Besitzer selbst bekannte Einzelheiten über das Schicksal seiner USA-Patente anzugeben. Die Anmeldung durch die genannte Zentralstelle ist dringend, weil bei den meisten Patenten komplizierte Untersuchungen über Art und Umfang der Verwertung angestellt werden müssen und die Frist für die formgerechte Anmeldung bei dem Schiedsrichter Parker bereits am 2. VIII. abläuft.

Elektrotechnischer Außenhandel Hollands[2]. — Die nach Angaben der El. Review[3] zusammengestellte Übersicht der Handelswerte zeigt, daß die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse nach Holland 1927 mit Ausnahme von Generatoren, Motoren usw. gegen 1926 gestiegen ist, u. zw. bei Schwachstromapparaten um 1,316, bei Funkvorrichtungen um 1,383 und bei isoliertem Leitungsmaterial um nahezu 1,9 Mill. Gld. Hauptlieferant war auch diesmal Deutschland[1], dessen Zufuhren nur bei Maschinen wertlich etwas zurückgegangen, im übrigen aber gewachsen sind, u. zw. bei Schwachstromapparaten um 0,532 auf 3,214 Mill. Gld, bei Funkvorrichtungen um 1,126 auf 2,360 Mill. Gld und bei Leitungsmaterial um 1,217 auf 8,221 Mill. Gld. Funkgerät hat Holland auch zu größerem Wert (1,078 Mill. Gld) aus England, Schwachstromapparate (für 1,166 Mill. Gld) aus Schweden bezogen. Die Ausfuhr ist bei allen Positionen, besonders aber bei Apparaten für drahtlose Übertragung, Maschinen und Metalldrahtlampen, dem Wert nach gestiegen. Unter den Abnehmern von Maschinen und Funkvorrichtungen steht Deutschland an erster Stelle. Metalldrahtlampen hat es nicht aus Holland bezogen, sie gingen vorwiegend nach Frankreich (für 2,479 Mill. Gld), Italien (für 2,067 Mill. Gld), England, Australien und Argentinien.

Erzeugnisse	Einfuhr 1000 Gld		Ausfuhr 1000 Gld	
	1927	1926	1927	1926
Generatoren, Motoren, Drehumformer, Transformatoren	7 205	7 763	5 305	2 682
Telegraphen- und Fernsprechapparate	5 579	4 263	758	594
Apparate für drahtlose Übertragung	4 817	3 434	9 197	3 343
Andere elektrische Vorrichtungen und Instrumente	7 209	6 554	2 792	1 526
Metalldrahtlampen	—	—	19 451	17 806
Isolierte Drähte und Kabel	9 902	8 013	3 438	3 277

Vorgänge im Ausland. — Anfangs April ist in Zürich unter der Firma Schweizerisch-Amerikanische Elektrizitätsgesellschaft ein neues Unternehmen gegründet worden, das sich als Holding-Gesellschaft unter Mitwirkung amerikanischen Kapitals besonders auf dem Gebiet der Elektrizität betätigen soll. Das Aktienkapital, neben dem noch rd. 40 Mill. Fr Reserven vorgesehen sind, beträgt nominal 92,2 Mill. schw. Fr, wovon 40,4 Mill. Fr Stammaktien die Motor-Columbus A. G. für elektrische Unternehmungen, die Südamerikanische Elektrizitätsgesellschaft in Zürich und schweizerische Banken, 51,8 Mill. Fr Prioritätsaktien eine amerikanische Bankengruppe übernommen haben. Präsident des Verwaltungsrats, dem u. a. auch Dr. W. E. Boveri angehört, ist Dr. A. Nizzola. — Die Philips' Glühlampenfabriken A. G., Eindhoven (Holland), wird im Juli bei Turin eine neue Fabrik eröffnen und darin nach der Frankf. Zg. vorläufig etwa 150 italienische Arbeitnehmer unter holländischer Leitung beschäftigen.

Aus der Geschäftswelt. — Die Norddeutschen Kabelwerke A. G., Neukölln, waren 1927 gleichmäßig gut beschäftigt; ihr Umsatz ist gegen das Vorjahr um mehr als 50 % gewachsen. Die Neueinrichtungen des Betriebes gestatten nunmehr auf dem Starkstromkabelgebiet die Herstellung von Höchstspannungskabeln und im Bereich des Schwachstroms die von Fernleitungskabeln. Die Preise ließen zu wünschen übrig, besonders hinsichtlich isolierter Leitungen für Installationszwecke. Der Bruttogewinn betrug 1 373 506 RM (1 019 470 i. V.), der Reingewinn 251 796 RM (229 425 i. V.) und die Dividende wieder 8 % auf 2,5 Mill. RM Aktienkapital, das u. a. zwecks Ausbreitung des Exportgeschäfts auf 4 Mill. RM erhöht wird. — In Darmstadt wurde die Elektro-Werk G. m. b. H. mit 20 000 RM Stammkapital errichtet. Sie bezweckt die Herstellung, den Handel und Vertrieb von elektrotechnischen Waren, namentlich von Druckknopfschaltern usw. — In Berlin sind die Robert Abrahamsohn G. m. b. H., Spezialfabrik elektrischer Meßinstrumente und Regulierwiderstände mit 26 000 RM und die Sprecher & Schuh G. m. b. H. für Fabrikation und Vertrieb elektrischer Apparate mit 20 000 RM eingetragen worden.

[1] Nach der deutschen Statistik betrug die Ausfuhr nach Holland 1927 207 127 dz im Wert von 41,1 Mill. RM und der Import aus dem Königreich 8947 dz bzw. 5,4 Mill. RM. Indien ist nicht einbegriffen.

[1] Mitt. Ind. u. Handelsk. v. 10. IV. 1928, S. 305.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 899.
[3] Bd. 102, 1928, S. 655.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 206: Wer stellt Gewebe zur Anfertigung von Gewebe-Kunstharzplatten her?

Frage 207: Wer stellt den Tauchsieder „Ideal" her?

Abschluß des Heftes: 21. April 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Ein neues Erdschluß-Anzeigerelais.

Mitteilung der AEG.

Durch die Einführung der Petersenspule hat der Erdschluß in Hochspannungsnetzen viel von seiner früheren Gefährlichkeit eingebüßt. Selbst in Netzen mit sehr hohem Erdschlußstrom kann bei guter Kompensation durch eine Erdschlußspule stundenlang im Erdschluß gefahren werden, so lange bis die kranke Strecke gefunden und der Betrieb umdisponiert ist. Bei dieser

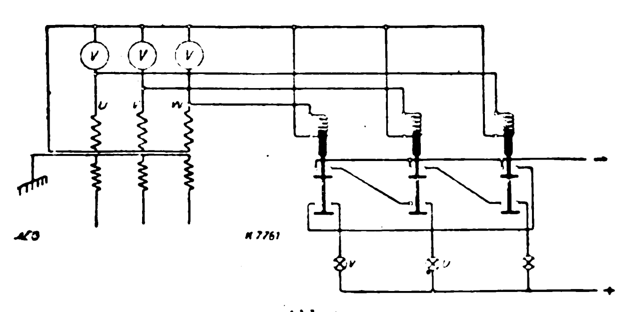


Abb. 1.
Schaltbild der Erdschluß-Anzeigevorrichtung mit optischer Anzeige.

Betriebsweise ist es nun erforderlich, durch geeignete Schutzschaltungen auf den eingetretenen Fehler aufmerksam zu machen und die Fehlerstelle zu lokalisieren. Demgemäß ist es Aufgabe einer vollkommenen Erdschluß-Anzeigevorrichtung, außer der Tatsache des eingetretenen Erdschlusses auch die vom Erdschluß betroffene Phase sowie bei verzweigten Leitungen die vom Erdschluß betroffene Teilstrecke erkennen zu lassen. Der letztgenannten Forderung wird durch das bekannte Erdschlußrelais der AEG Genüge getan. Wenn auch die betroffene Phase kenntlich gemacht werden soll, ist die Verwendung eines zusätzlichen Relais erforderlich, das nachstehend beschrieben wer-

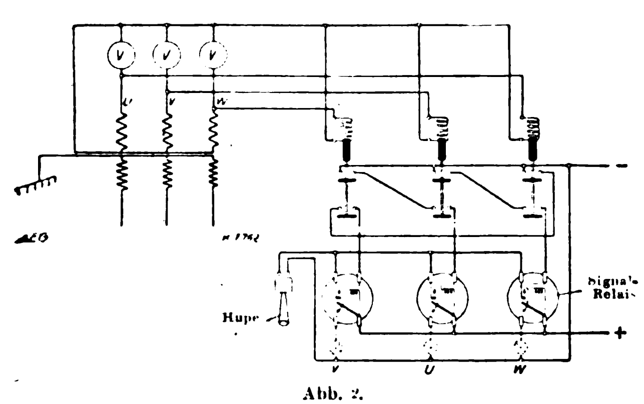


Abb. 2.
Schaltbild der Erdschluß-Anzeigevorrichtung mit optischer und akustischer Anzeige.

den soll. Es hat die Aufgabe, die Meldung über die vom Erdschluß betroffene Phase so lange festzuhalten, bis der Schalttafelwärter eingetroffen ist, auch dann, wenn der Erdschluß inzwischen verschwunden sein sollte. In vielen Fällen, insbesondere bei einfacher Gestalt des Leitungsnetzes, genügt es, lediglich dieses Relais zu verwenden. Aus diesem Grunde erhält es auch eine Einrichtung zur Betätigung eines Alarmsignals. Auch in Niederspannungsanlagen läßt sich das Relais mit Erfolg verwenden.

Die prinzipielle Schaltung ist aus Bild 1 oder 2 zu ersehen. Zur Erkennung der erdgeschlossenen Phase werden, wie üblich, die Spannungen der drei Phasen gegen Erde herangezogen. Am nächsten liegt es, drei Spannungsrelais zu benutzen, die ansprechen, wenn ihre Betätigungs-Spannung einen bestimmten Betrag unterschreitet, so daß das ansprechende Relais die kranke Phase kennzeichnet. Diese Vorrichtung würde aber zwei Nachteile haben. Einmal würden ein oder mehrere Relais auch bei Kurzschluß fälschlicherweise ansprechen, zweitens ist es erwünscht, Relais zu verwenden, die bei Überschreiten einer bestimmten Spannung ansprechen, da solche Relais sich einfacher und betriebssicherer bauen lassen.

Diese Nachteile werden in dem neuen Relais dadurch vermieden, daß drei Relais an die Spannung gegen Erde gelegt werden, die ansprechen, wenn die Spannung an ihrer Wicklung einen bestimmten, einstellbaren Prozentsatz überschreitet und die je zwei

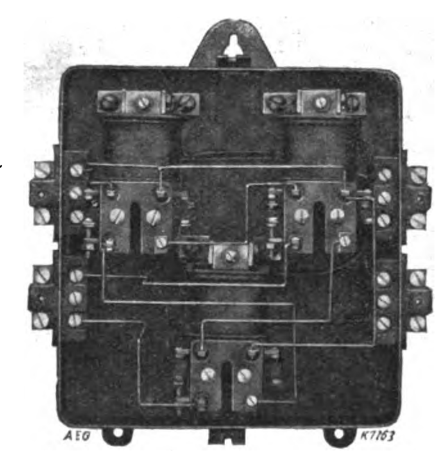


Abb. 3.
Innerer Aufbau des Relais.

in Zickzack geschaltete Kontakte besitzen; beim Auftreten eines Erdschlusses steigen nämlich die zwei Spannungen der beiden gesunden Phasen gegen Erde auf den Wert der verketteten Spannung und zeigen somit an, daß die dritte Phase krank ist. Schließen nun zwei Relais ihre Kontakte, so ist der Stromkreis für die Meldelampe der dritten Phase (Abb. 1) bzw. die Betätigungsspule des zur dritten Phase gehörigen Signalrelais (Abb. 2) geschlossen, und dieses Signalrelais*) spricht an, d. h. es geht in seine Anzeigestellung und schließt seinerseits den Stromkreis für das Ertönen eines akustischen Signals.

Damit das Relais bei betriebsmäßigen Spannungs-Steigerungen nicht anspricht, muß die Ansprech-Spannung der Relais so hoch eingestellt werden, daß bei betriebsmäßig möglichen Steigerungen ein Ansprechen sicher vermieden wird. Hierfür genügt erfahrungsgemäß eine Einstellung auf den 1,25 fachen Wert der Phasenspannung, während die Spannung im Erdschluß auf den 1,73 fachen Wert der Phasenspannung ansteigt.

Abb. 3 zeigt den inneren Aufbau des Relais.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Elektrotechnik. Einführung in die Starkstromtechnik. I. Teil: Die physikalischen Grundlagen. Von Prof. J. Herrmann. (Samml. Göschen Bd. 196.) 5. neubearb. Aufl. Mit 88 Fig., 16 Taf. u. 125 S. in 16°. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1928. Preis geb. 1,50 RM.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Herausg. v. Prof. Dr. F. Auerbach u. Prof. Dr. W. Hort, bearb. von zahlr. Fachgenossen. Bd. V, Lief. 2 mit 101 Abb. i. Text, 1 Taf., VI u. 245 S. in 8°. Verlag von J. A. Barth, Leipzig 1928. Preis geh. 19,20 RM.

Die Meßwandler, ihre Theorie und Praxis. Von Dr. I. Goldstein. Mit 130 Textabb., VII u. 166 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 12 RM, geb. 13,50 RM.

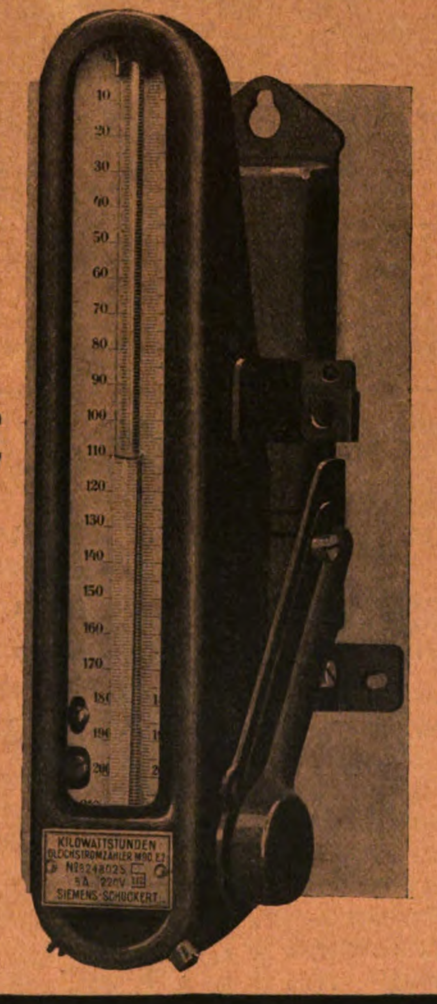
Zeitschriften.

Der Funk, 5. Jahrg. 1928, H. 16, enthält folgende Arbeiten: Schramm, Die Vorzüge und Nachteile der Mehrgitterröhren. — Genormte Bildzeichen: Fernhörer, allgemein — Lautsprecher. — Wechsel in der Leitung des D. F. T. V. — Scharfenberg, Der Audionempfänger zum Amerikaempfang. — Ites, Ein Ultradyne-Reise-Empfänger. — Gabriel, Ein moderner Nahempfänger und Grammophonverstärker. — Jarasch, Weniger Batterieanschlüsse! — Knoppka, Die Glimm-Meßbrücke. — Ein einfacher Umschalter für Anodenakkumulatoren. — Ausländische Zeitschriften- und Patentschau. — Briefkasten des „Funk-Bastler".

Der Funk, 5. Jahrg. 1928, H. 17, enthält folgende Arbeiten: Loest, Das Wesen der Oxydkathoden. — Genormte Bildzeichen: Hochohmige Widerstände. — Die Montage zylindrischer Hochfrequenztransformatoren. — Orzechowski, Ein Vierröhren-Ultradyne-Reflexempfänger. — Wigand, Ein Vierstufenempfänger mit Vierfachröhre. — Gabriel, Ein moderner Nahempfänger und Grammophonverstärker. — Eine „Schaltstation" des Rundfunkhörers. — Treizel, Wie bastelt man praktisch und zweckmäßig? — Die Silberne Heinrich-Hertz-Medaille für 1928. — Briefe an den „Funk-Bastler".

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



[1]8. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 3. MAI 1928
[(6]69—708)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 3. Mai 1928 | Heft 18

Die Einphasenkoppelung als Mittel zur Erhöhung der Betriebsicherheit des Hochfrequenztelephons.

Von P. Tätz, Berlin.

Übersicht. Es werden alle Störungsmöglichkeiten des HF-Telephons in Elektrizitätswerken und das Verhalten der beiden üblichen Koppelungsmethoden ihnen gegenüber ausführlich behandelt. Als Ergebnis wird festgestellt, daß vom Standpunkt größter Gleichmäßigkeit und Sicherheit des Betriebes bei Schalthandlungen, Freileitungstörungen und atmosphärischen Einwirkungen, wie Rauhreif, die Einphasenkoppelung gegenüber der Zweiphasenkoppelung Vorzüge besitzt. Sie kann ohne Einbuße bezügl. Lautstärke, Sprachklarheit und Störung durch fremde Sender benutzt werden, da nicht die Koppelungsmethode, sondern die Bemessung der HF-Geräte in dieser Hinsicht von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die HF-Telephonie auf Hochspannungsleitungen hat sich bekanntlich schnell in die Praxis eingeführt. Der Grund dafür liegt wesentlich in den natürlichen Vorzügen des HF-Telephons gegenüber den anderen Betriebstelephonen. Berücksichtigt man nämlich, daß das HF-Telephon das einzige ist, das die mit größter Sorgfalt gebauten und gepflegten Hochspannungsleitungen der Elektrizitätswerke mit auszunutzen gestattet, berücksichtigt man ferner, daß Konstruktion und Pflege dieser eigener Kontrolle unterstehenden Leitungen naturgemäß besser sein müssen als die gewöhnlicher, vielleicht sogar nur fremder Kontrolle unterstehender Fernsprechleitungen, so ist man wohl berechtigt, zu sagen, daß das Hochfrequenztelephon eigentlich das natürliche Betriebstelephon der Werke ist. Diese Erkenntnis hat sich schnell praktisch durchgesetzt. Allein in Deutschland befinden sich zur Zeit bereits ungefähr 250 Hochfrequenzanlagen dieser Art im Betriebe, von denen etwa 80 % von der Telefunkengesellschaft gebaut worden sind. Der große Absatz beweist, daß das HF-Telephon heute als ein bezüglich Sicherheit kaum von anderen übertroffenes Betriebstelephon betrachtet wird. Der Mangel an praktischen Erfahrungen hat natürlich am Anfang gewisse Schwierigkeiten hervorgerufen, die aber heute wohl als beseitigt gelten können, nachdem Bau und Schaltung der Apparate auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse den Besonderheiten des Betriebes auf Hochspannungsleitungen und in Elektrizitätswerken angepaßt werden konnten.

Die Besonderheiten des Hochfrequenzbetriebes auf Hochspannungsleitungen zeigen sich in sehr bemerkenswerter Weise in der Berücksichtigung von Schalthandlungen und Freileitungsstörungen. Die Benutzung von Hochspannungsleitungen zur Nachrichtenübermittlung verlangt aus Gründen des Betriebes Aufrechterhaltung des Sprechverkehrs auch im Falle von Leitungsstörungen. Es muß grundsätzlich verhindert werden, daß Betriebstörungen, die auf Freileitungsfehler zurückzuführen sind und Schalthandlungen erforderlich machen, gleichzeitig Telephonstörungen zur Folge haben. Das Hochfrequenztelephon muß die Eigenschaften eines „Störungstelephons" besitzen. Die Hochfrequenzanordnung muß dementsprechend gewählt werden. Die Rücksichtnahme auf Schalthandlungen und Leitungstörungen zeigt den grundsätzlichen Unterschied des Hochfrequenztelephons für Elektrizitätswerke gegenüber allen anderen Telephonarten.

Das gilt z. B. auch gegenüber der HF-Telephonie auf Postleitungen (sog. Mehrfachtelephonie). Bei der Lieferung derartiger Geräte werden Verkehrsgarantien für den Fall von Änderungen der Freileitung nicht verlangt und nicht gegeben. Für die Geräte wird lediglich eine bestimmte „Reichweite" garantiert; sie müssen fähig sein, eine bestimmte, theoretisch fixierte Dämpfung zu überwinden. Ändert sich also die Dämpfung der Leitung, über die die HF-Geräte miteinander verkehren müssen, aus irgendwelchen Gründen, z. B. infolge von Leitungstörungen oder infolge von atmosphärischen Einwirkungen, über das festgelegte Maß, so wird nicht verlangt, daß die Verbindung aufrechterhalten bleibt. Die Post kann sich selbstverständlich bei einem etwaigen Ausfall der Verbindung zur Not behelfen, da sie über genügend Parallelleitungen verfügt, um die Gesprächsanmeldungen, wenn auch mit Verzögerung, aufzuarbeiten. Bei den Elektrizitätswerken liegen aber die Verhältnisse wesentlich anders, da gerade im Falle von Leitungstörungen die Verbindung von äußerster Wichtigkeit wird. Es war also ganz natürlich, daß die Werke deshalb dem Störungsfall bald besondere Aufmerksamkeit widmeten. Diese Tatsache zwang zu besonderen technischen Maßnahmen, durch die sich E. W.-Telephonie und Mehrfachtelephonie voneinander unterscheiden müssen.

Die Erkenntnis, daß die in der Mehrfachtelephonie üblichen Maßnahmen nicht ausreichen, hat sich inzwischen fast überall durchgesetzt. In Amerika z. B., dessen technische Entwicklung auf diesem Gebiete allein mit der deutschen Schritt zu halten scheint, findet sich als dafür charakteristisches Merkmal das sog. „Multi-Power-System": den HF-Geräten werden besondere, im Falle anormaler Leitungsverhältnisse von Hand anschaltbare Sender-Verstärkungsmittel zugeordnet. In Deutschland dagegen hat sich als charakteristisches Merkmal die sog. „Einphasenkoppelung", d. h. der Anschluß der HF-Geräte an nur eine Phase der Drehstromleitung und an Erde, weitgehend mit bestem Erfolge eingeführt. Die mit dem „Multi-Power-System" verknüpfte Verteuerung der HF-Einrichtungen sowie die in Amerika häufig geforderte Überwindung für uns ungewöhnlich langer Leitungen können als Ursache für die Wahl verschiedener Mittel in beiden Ländern angesehen werden. — Es verdient besondere Aufmerksamkeit, daß in Amerika das Multi-Power-System mit der Zweiphasenkoppelung kombiniert zu werden scheint. Diese Kombination ist von besonderer technischer Bedeutung und stellt genau wie die Einphasenkoppelung ein besonderes Mittel dar, um die Betriebsicherheit des HF-Telephons zu erhöhen. Beide Maßnahmen sind einander nicht widersprechende technische Folgerungen aus den verschiedenen Eigenschaften der Zwei- und Einphasenkoppelung und darüber hinaus aus den Rückwirkungen, die die verschiedenen, im Hochspannungsbetrieb möglichen Erscheinungen auf den HF-Betrieb ausüben können. Wir wollen uns diesen Erscheinungen nun eingehend zuwenden. Es handelt sich um folgende:

1. Schalthandlungen in den Werken und auf der Strecke bei Leitungsarbeiten,
2. Leitungstörungen,
3. atmosphärische Einwirkungen (z. B. Rauhreif),
4. Isolationsfehler (Leitungsgeräusche),
5. a) Störung durch fremde Sender (passiv) bzw.
   b) Störung fremder Empfänger (aktiv, Abhörbarkeit).

Für die Betriebsicherheit einer HF-Telephonie-Verbindung, soweit sie von der Leitung beeinflußt wird, sind nur die drei zuerst genannten Erscheinungen von wesentlicher Bedeutung. Ihr Einfluß macht sich bei den beiden üblichen Anschlußmethoden sehr verschieden bemerkbar und begründet wesentlich ihre Vor- und Nachteile. Die Erscheinungen zu 4. und 5 a. können lediglich die Gesprächsgüte beeinflussen, gefährden im allgemeinen aber nicht die Betriebsicherheit, so daß sie von sekundärer Bedeutung

sind. Die Erscheinung 5 b. (Abhörbarkeit) hat bezüglich Betriebsicherheit überhaupt keine Bedeutung und ist lediglich als eine mehr oder minder unangenehme Begleiterscheinung des HF-Telephons zu werten.

Die drei ersten Erscheinungen bewirken, daß sich die Übertragungsverhältnisse zwischen zwei an beide Enden einer Hochspannungsleitung angeschalteten HF-Geräten im Betriebe ändern. Die Leitungsdämpfung ist also entsprechenden Änderungen unterworfen. Zwischen dem Senderstrom (J_s) an einem Leitungsende und dem am anderen Leitungsende entnehmbaren Empfangstrom (J_e) besteht bekanntlich bei maximaler Leistungsübertragung die Beziehung

$$A = \frac{J_s}{J_e} = e^b = e^{\beta l}, \qquad (1)$$

worin b die Gesamtdämpfung, β die kilometrische Dämpfung, l die Länge (km) der Leitung bedeuten. Der Sendestrom J_s muß so bemessen sein, daß J_e groß genug ist, um Ruf- und Sprachempfang zu sichern. Die HF-Geräte sind so gebaut, daß sie einen bestimmten Senderstrom auf die Leitung zu schicken vermögen, anderseits für Ruf- und Sprechverkehr einen bestimmten Empfangstrom brauchen. Das Verhältnis zwischen diesem maximal möglichen Senderstrom und dem minimal erforderlichen Empfangstrom kennzeichnet die Reichweite des HF-Gerätes. Die Betriebsicherheit einer HF-Verbindung verlangt die Einhaltung des folgenden, ersten Grundsatzes:

a) Die Leitungsdämpfung darf unter keinen Umständen, also bei keinem der zu berücksichtigenden, durch Schaltungsänderungen oder einfache Leitungsstörungen hervorgerufenen verschiedenen Leitungszustände die Reichweite der Geräte übertreffen.

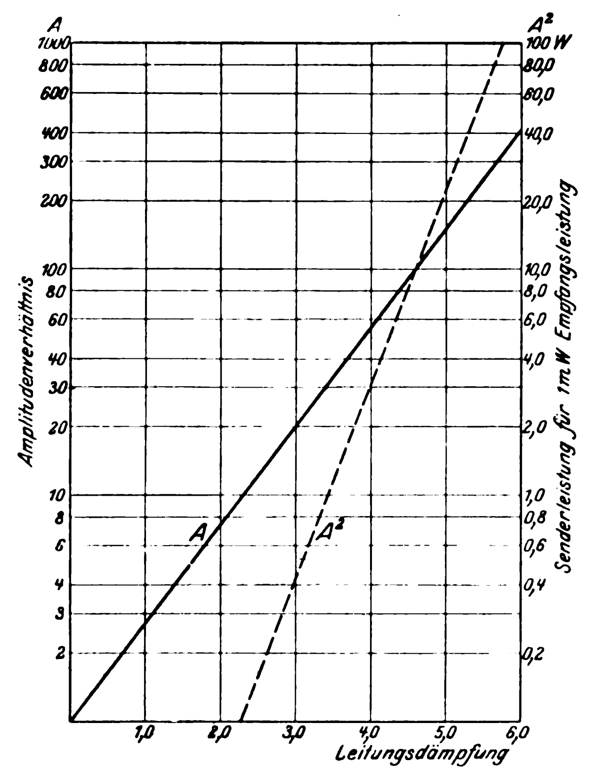


Abb. 1. Zusammenhang zwischen Amplitude bzw. Leistung an den Leitungsenden.

Aus Gl. (1) bzw. der mit ihrer Hilfe für praktisch vorkommende Dämpfungen errechneten Kurve (ausgezogene Kurve Abb. 1) ergeben sich wichtige praktische Folgerungen. Setzen wir voraus, daß für sicheren Ruf- und Sprechbetrieb eine Empfangsleistung von 1 mW erforderlich ist, und benutzen wir ferner für die HF-Geräte aus Billigkeit und Zweckmäßigkeit übliche Senderöhren von ungefähr 10 W HF-Leistung, so würde die Reichweite derartiger Geräte gemäß der gestrichelten Kurve (A^2), logarithmisch ausgedrückt, 4,6 sein. Man könnte also mit derartigen Geräten höchstens eine Leitungsdämpfung dieses Betrages überbrücken. Würde sich aber diese Leitungsdämpfung aus irgendwelchen Gründen um nur rd. 20 %, also um $\Delta b = 0{,}9$ erhöhen, so brauchte man bereits 60 W, also die sechsfache Senderleistung, um die Lautstärkeverringerung am Empfangsort wieder auszugleichen. Wir entnehmen dieser Feststellung, daß eine Dämpfungserhöhung der Fernleitung aus irgendwelchen Gründen recht unangenehme Lautstärkeschwankungen zur Folge haben kann. Geht man von dem praktischen Fall konstanter Senderleistung aus, so würde die Dämpfungsänderung der Leitung eine Änderung des Empfangstromes und damit der mit diesem im quadratischen Zusammenhang bei Gleichrichtung mittels Röhren unter Vermeidung verzerrender Sättigung stehenden Lautstärke (Tonamplitude) zur Folge haben. Bezeichnen wir die Empfangsamplitude für den Fall normalen Leitungszustandes mit J_{e_0}, für den Fall anormalen Leitungszustandes mit J_e', so gibt die Gl. (1) für die Lautstärkenänderung V bei Dämpfungsänderung der Leitung vom Betrage b_0 auf den Betrag b' bzw. auf das $n$fache der normalen Dämpfung b_0 die Beziehung

$$V = \left(\frac{J_e'}{J_{e_0}}\right)^2 = e^{-2(b'-b_0)} = e^{-2(n-1)b_0} \qquad (2)$$

Abb. 2. Lautstärkeänderung bei Änderung der Leitungsdämpfung b_0 auf das $n$fache.

Der Inhalt dieser Gleichung ist in Abb. 2 graphisch dargestellt. Wir können aus den Kurven folgern, daß Zustandsänderungen einer Hochspannungsleitung, durch die deren normale Dämpfung (b_0) erhöht wird, erhebliche Lautstärkenverminderungen zur Folge haben können, und zwar bei gleichem Änderungsbetrage (n) um so größere, je größer b_0 ist. Wir können jetzt dem früher aufgestellten Grundsatz für die Herstellung einer möglichst betriebsicheren Hochfrequenzverbindung über eine Hochspannungsleitung folgenden neuen Grundsatz hinzufügen:

b) Die schaltungsmäßige Anordnung muß so getroffen werden, daß der zu berücksichtigende Wechsel der Leitungszustände eine möglichst geringe Erhöhung der Normaldämpfung (n möglichst klein) bewirkt.

Um praktische Folgerungen aus den beiden aufgestellten Grundsätzen a) und b) ziehen zu können, müssen wir uns jetzt mit den verschiedenen, infolge von Schalthandlungen in den Werken und auf der Strecke, infolge von Leitungsstörungen und gewisser atmosphärischer Einwirkungen wechselnden Leitungszuständen näher beschäftigen. Durch Schalthandlungen in den Werken und (bei Freileitungsarbeiten) auf der Strecke werden zwei verschiedene Wirkungen ausgelöst:

Änderung der Hochfrequenzströme am Anfang und Ende der Hochspannungsleitung,

Änderung des Einflusses des Erdbodens auf die Fortleitung der HF-Ströme über die Hochspannungsleitung.

Die mit Schalthandlungen in den Werken verknüpften Änderungen der HF-Ströme am Leitungsanfang bzw. -ende werden zweckmäßig durch Einschaltung von Resonanzdrosseln, sog. Hochfrequenzsperren, unwirksam gemacht. Die Verwendung derartiger Sperren soll eine Voraussetzung sein für den späteren quantitativen Vergleich zwischen den beiden Anschlußmethoden, da ohne sie in vielen Fällen eine Unabhängigkeit von den Schalthandlungen nicht herbeigeführt werden kann, selbst wenn man vom krassesten Schaltfall, der Erdung, absieht. Die Verwendung derartiger Sperren hat sich mit fortschreitendem Ausbau der HF-Telephonie auf Hochspannungsleitungen nicht nur aus dem erwähnten Grunde als notwendig erwiesen. Durch ihren Einbau kann nämlich das Abfließen von HF-Energie nach fremden Netzteilen und dadurch Störung anderer HF-Gespräche auf diesen vermieden werden. Die Sperren werden bekanntlich zweckmäßig vor den Freileitungs-Trenn- und -Erdschaltern in die Phasen der Drehstromleitung eingebaut.

Bei Zweiphasenanschluß müßte eigentlich die doppelte Zahl von Sperren Verwendung finden als bei Einphasenanschluß, wenn vollständige Unabhängigkeit vom Schaltzustand in den Werken erzielt werden soll. Diesen höheren Aufwand sucht man in der Praxis zu vermeiden, indem man in jede Anschlußphase nur eine Sperre (für nur eine, statt für beide Trägerfrequenzen) einbaut. Diese Anordnung erscheint als ein Kompromiß, um den bereits durch die doppelte Zahl von Anschluß-Hochspannungskondensatoren bedingten höheren technischen Aufwand des Zweiphasenanschlusses möglichst nicht noch weiter zu erhöhen. Wie wir später sehen werden, erscheint vom technischen Standpunkt aus dieser Behelf nur zulässig für kurze Leitungstrecken. Für den Vergleich zwischen den beiden Anschlußmethoden unter Berücksichtigung von Schalthandlungen können wir die in Abb. 3

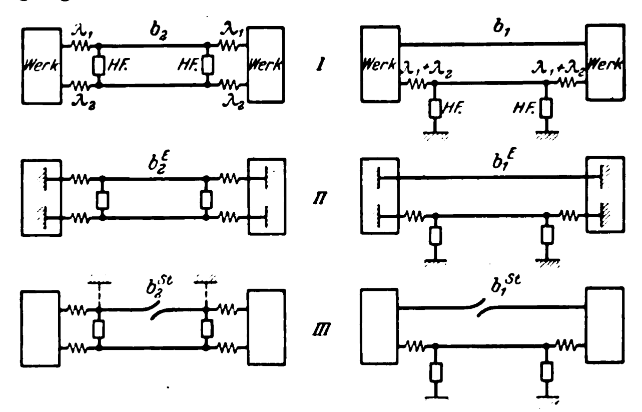


Abb. 3. Grundschaltungen.

schematisch dargestellten Grundschaltungen heranziehen. Aus dem Hochspannungs-Freileitungssystem sind zwei Phasen herausgegriffen. Die Schaltung *I* zeigt schematisch den normalen Betriebszustand, die Schaltung *II* den der krassesten Schaltänderung, nämlich der Erdung. Die Sperren sorgen dafür, daß die HF-Ströme an den Leitungsenden durch die Schalthandlung keine Änderung erfahren. Die Verwendung nur einer Sperre in jeder Anschlußphase beim Zweiphasenanschluß bewirkt, daß der Leitungszustand für beide Anschlußmethoden im Falle der Freileitungserdung in den Werken der gleiche wird.

Außer den Schalthandlungen in den Werken sind in Ausnahmefällen auch noch diejenigen auf freier Strecke zu berücksichtigen. Die Erledigung von Freileitungsarbeiten verlangt bekanntlich Schutzerdung der Freileitung an der Arbeitstelle. Derartige Streckenerdungen können, genau wie vorher die Schalthandlungen in den Werken, durch die Einschaltung von HF-Sperren für den HF-Betrieb unwirksam gemacht werden. Da diese Sperren im Gegensatz zu den vorher genannten Phasensperren nur statische Ladungen des geerdeten Systems abzuleiten brauchen, können sie sehr leicht (tragbar) und billig konstruiert werden. Beim Zweiphasenanschluß erscheint es auf den ersten Blick möglich, ohne derartige Drosseln auszukommen, wenn die Anschlußphasen zwei verschiedenen Drehstromsystemen angehören und nur an einem einzigen Drehstromsystem gearbeitet wird. Aus Gründen möglichst großer Unabhängigkeit vom Schaltzustand (Verringerung der in Rücksicht zu ziehenden Schaltzustände auf das Minimum) wird für den HF-Anschluß die Benutzung zweier Phasen desselben Drehstromsystemes stets vorzuziehen sein, in welchem Falle also beim Zweiphasenanschluß ohne Verwendung tragbarer Drosseln mit der Aufrechterhaltung der HF-Verbindung in Fällen von Streckenarbeiten nicht gerechnet werden kann. Es muß ferner berücksichtigt werden, daß bei Erdung einer Anschlußphase beim Zweiphasenanschluß die HF-Fortleitung infolge der Erhöhung des Erdeinflusses eine ungünstige Änderung erfährt, die sich um so stärker auswirkt, je länger die Leitungstrecke ist. Von diesem Standpunkt aus betrachtet erscheint an sich ein Verzicht auf Abdrosselung von Streckenerdungen beim Zweiphasenanschluß in jedem Fall bedenklich. Wir können also folgern, daß die Verwendung tragbarer Drosseln zur Vermeidung einer Rückwirkung von Streckenerdungen bei beiden Anschlußmethoden erforderlich bzw. zweckmäßig sein wird, so daß in dieser Beziehung zwischen beiden keine wesentlichen Unterschiede zu bestehen scheinen, wenn wir die Verwendung der doppelten Zahl von Drosseln nicht als Nachteil des Zweiphasenanschlusses auslegen wollen.

Die Leitungsstörungen lassen sich bezüglich ihrer Einwirkung auf das HF-Telephon nur zum Teil einheitlich rechnerisch erfassen, und zwar im allgemeinen genügend ausreichend nur dann, wenn es sich um den Bruch von Phasen mit Ausnahme einer bzw. der Koppelungsphase handelt. Aus diesem Grunde ist in Abb. 3 nur ein derartiger Fall von Leitungstörungen (*III*) für den Vergleich zwischen den beiden Anschlußmethoden zugrundegelegt. Wir müssen uns aber unter diesen Umständen die Frage vorlegen, ob wir bei einer solchen Beschränkung nicht für den Vergleich wichtige Gesichtspunkte vernachlässigen. Die Beantwortung dieser Frage verlangt Eingehen auf die verschiedenen Fälle von Leitungstörungen. Es bestehen folgende Möglichkeiten: Erdschluß, Kurzschluß und Bruch von Phasen.

Der Einfluß von Erdschlüssen ist stark abhängig von ihrem Widerstandsbetrag und von ihrem Orte, im Betriebe also großen Schwankungen unterworfen, so daß eine einheitliche theoretische Behandlung überhaupt nicht möglich erscheint. Zunächst kann gesagt werden, daß Erdschlüsse nur in Ausnahmefällen Bedeutung erlangen werden. Die Größe der Rückwirkung auf das HF-Telephon wird nämlich abhängig sein von der Größe des Erdschlußwiderstandes im Vergleich zur Größe des Wellenwiderstandes der Leitung. Da dieser aber im Mittel bei 600 Ω liegt, werden Erdschlüsse mit Widerstandsbeträgen oberhalb weniger hundert Ohm bedeutungslos sein. Derartige Erdschlüsse (Aufliegen von Phasen auf Erdboden) werden aber die Regel sein. Erdschlüsse sehr geringen Widerstandsbetrages spielen weiterhin im allgemeinen nur dann eine Rolle, wenn sie eine bzw. die Anschlußphase treffen. Beim Einphasenanschluß ist immerhin mit Unterbrechung der HF-Verbindung bei ungünstiger Lage des Erdschlusses (z. B. Kurzschluß der HF-Geräte durch sehr nahe gelegenen Erdschluß) zu rechnen. Beim Zweiphasenanschluß ist dagegen beim niederohmigen Erdschluß einer Anschlußphase infolge Vergrößerung des Erdeinflusses immer, also nicht nur ungünstigenfalls, mit einer mehr oder minder starken Lautstärkeverringerung zu rechnen. Die Frage, ob sich also in diesem Fall (niedrigohmiger Erdschluß einer bzw. der Anschlußphase) Ein- oder Zweiphasenanschluß günstiger verhalten wird, kann zunächst offen gelassen werden, ohne daß wir zu befürchten brauchen, einen wichtigen Gesichtspunkt außer acht gelassen zu haben. Es darf noch hervorgehoben werden, daß bei Phasenerdschluß die Wahrscheinlichkeit, daß der Erdschluß eine Anschlußphase beim Zweiphasenanschluß trifft, größer ist als die Wahrscheinlichkeit, daß er gerade die Koppelungsphase beim Einphasenanschluß trifft.

Bezüglich Phasenkurzschlüsse können wir, ohne daß wir uns auf genauere theoretische Erörterungen einzulassen brauchen, folgern, daß sie beim Zweiphasenanschluß sicher zur Unterbrechung der HF-Verbindung führen müssen. Bei Einphasenanschluß ändert sich dagegen in einem derartigen Störungsfall der grundsätzliche Leitungszustand nicht, so daß keine wesentliche Rückwirkung auf die HF-Verbindung zu erwarten ist, sofern selbstverständlich die Kurzschlüsse nicht mit ungünstig gelegenem, niederohmigem Erdschluß kombiniert sind. Wir können jedenfalls allgemein feststellen, daß bezüglich Phasenkurzschlüsse der Einphasenanschluß sich günstiger verhalten wird als der Zweiphasenanschluß.

Reißen sämtliche Phasen eines Hochspannungs-Freileitungssystems, so kann die Aufrechterhaltung der HF-Verbindung bei beiden Anschlußmethoden nicht mehr garantiert werden. Reißen sämtliche Phasen mit Ausnahme einer einzigen, so kann grundsätzlich nur dann mit Aufrechterhaltung der HF-Verbindung gerechnet werden, wenn die gesunde Phase auch Anschlußphase ist. Beim Zweiphasenanschluß ändert sich die Leitungsdämpfung für diesen Störungsfall auf den für Einphasenanschluß normalen Betrag, während beim Einphasenanschluß der Leitungszustand grundsätzlich unverändert bleibt. Erschwerend für den Zweiphasenanschluß ist jetzt die Tatsache zu werten, daß erst durch besondere Schaltmaßnahmen, z. B. durch Erdung der kranken Phase vor den Sperren mittels besonderer Erdschalter, der Zweiphasenanschluß künstlich in Einphasenanschluß (an die gesunde Phase) umgewandelt werden muß, ehe die HF-Verbindung wieder aufgenommen werden kann. Ob jetzt der Senderstrom der normal zweiphasig angeschalteten HF-Geräte auch noch zur Überwindung des neuen Leitungszustandes ausreicht, ist eine besondere Frage, auf die wir gleich näher eingehen werden.

Reißt überhaupt nur eine Phase eines Freileitungssystemes, so steht zwar beim Zweiphasenanschluß sicher noch eine Anschlußphase für die HF-Verbindung zur Ver-

fügung, während zufällig beim Einphasenanschluß durch den Phasenbruch gerade die Anschlußphase getroffen werden kann. Die Wahrscheinlichkeit dieses Störungsfalles beim Einphasenanschluß ist aber geringer als die des entsprechenden beim Zweiphasenanschluß. Auch jetzt muß durch besondere Schaltungsmaßnahme der Zweiphasenanschluß in Einphasenanschluß künstlich umgewandelt werden, damit die HF-Verbindung wieder aufgenommen werden kann bzw. aufrechterhalten bleibt.

Die besondere Schaltungsmaßnahme braucht nicht in Bedienung besonderer, für diesen Störungsfall vorgesehener Schalter zu bestehen. Man kann sich vielmehr auch eine besondere Schaltung der HF-Geräte ausdenken, die diesen Übergang auf Einphasenanschluß gewissermaßen selbsttätig ausführt. Das wird aber wahrscheinlich nicht ohne gleichzeitige Verringerung der Leistungsfähigkeit der HF-Geräte möglich sein. Diese Verringerung würde aber in einem Falle stattfinden, in welchem gerade umgekehrt Steigerung wünschenswert wäre.

Wenn wir uns nunmehr dem quantitativen Vergleich beider Anschlußmethoden an Hand des in Abb. 3 dargestellten Störungsfalles (Phasenbruch) zuwenden, so können wir sicher sein, daß wir wichtige, sich bei Betrachtung anderer Störungsfälle ergebende Gesichtspunkte bei der Erörterung der Vor- und Nachteile beider Anschlußmethoden nicht vernachlässigen werden. Wir können vielmehr zusammenfassend sagen, daß der Einfluß von Erdschlüssen keine wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Anschlußmethoden hervortreten läßt, daß aber schon der Einfluß von Phasenkurzschlüssen Vorteile des Einphasenanschlusses ergibt, und daß im übrigen das Verhalten bei Phasenbruch für die Beurteilung beider Methoden entscheidend sein wird. Im besonderen wird es jetzt darauf ankommen, festzustellen, ob beim Zweiphasenanschluß der im Falle von Phasenbrüchen notwendige, evtl. erst durch besondere Schaltmaßnahmen vorgenommene Übergang zum Einphasenanschluß zulässig erscheint. Dieser Übergang zum Einphasenanschluß im Falle von Leitungsstörungen deutet im übrigen bereits auf die größere Leistungsfähigkeit des Einphasenanschlusses bezüglich Betriebsicherheit hin. Wir können schließlich feststellen, daß der in Abb. 3 dargestellte spezielle Störungsfall (*III*) allein allgemein gültig der Erörterung wird zugrundegelegt werden können. Durch gestrichelte Erdverbindungen ist in dieser Abbildung beim Zweiphasenanschluß der Übergang zum Einphasenanschluß schematisch angedeutet. Um den Vergleich an Hand der in Abb. 3 dargestellten Grundschaltungen

normaler Betriebszustand . . (*I*)
Schaltmanöver . . . . . . (*II*)
Leitungstörungen . . . . (*III*)

quantitativ vornehmen zu können, müssen wir die Größe der Dämpfungsänderung gegenüber dem Normalzustand für die verschiedenen Leitungszustände feststellen. Bezeichnen wir die normalen Dämpfungsbeträge für Ein- bzw. Zweiphasenanschluß mit b_1 bzw. b_2, ferner die sich für die Leitungszustände *II* und *III* ergebenden Dämpfungen mit b_1^E bzw. b_2^E und b_1^{St} bzw. b_2^{St}, so gelten zunächst folgende Beziehungen:

$$b_1^E \approx b_2^E, \qquad (3)$$

ferner

$$b_2^{St} \approx b_1 . \qquad (4)$$

Zur Ermittlung der Dämpfungsänderung benutzen wir Dämpfungsmessungen an einer 100 kV-Leitung von 130 km Länge. Die abgeleiteten Resultate werden im wesentlichen ihre Gültigkeit auch für Hochspannungsleitungen anderer Querschnitte und anderer Längen behalten.

In Abb. 4 ist das mittlere Ergebnis von Dämpfungsmessungen an einer derartigen Leitung für verschiedene Wellen (Trägerfrequenzen) graphisch dargestellt. Die Kurven geben absichtlich nur die mittleren Beträge der Gesamtdämpfung und nicht etwa die der kilometrischen Dämpfung wieder, da der Einfluß des Erdbodens längs einer Drehstromleitung (Mehrleitersystem) vermutlich infolge örtlich wechselnder Feldverteilung nicht als konstant anzusehen sein wird. Die Gesamtdämpfung wird also nicht proportional der Leitungslänge sein. Aus diesem Grunde ist auch das für den Störungsfall (*III*) abgeleitete und in Abb. 6 wiedergegebene Ergebnis nicht streng richtig. Dadurch ändert sich aber an den Schlußfolgerungen bezüglich des allgemeinen Verhaltens der beiden Anschlußmethoden gegenüber Leitungstörungen nichts, was aus den späteren Erörterungen ohne weiteres klar wird.

Aus den Kurven in Abb. 4 geht wesentlich hervor, daß die Dämpfung für normale Leitungsverhältnisse bei Zweiphasenanschluß viel (rd. ½) geringer ist als bei Einphasenanschluß. Das hätte praktisch zur Folge, daß man mit einem bestimmten Hochfrequenzgerät (festgelegte Reichweite) unter normalen Leitungsverhältnissen mit Zweiphasenanschluß die entsprechend größere Leitungslänge überwinden könnte. Dieser außerordentlich große Unterschied der Dämpfung hat aber für die Betriebsicherheit einer zweiphasig betriebenen HF-Anlage eine starke Empfindlichkeit gegenüber Änderungen der Leitungsverhältnisse zur Folge. Bezüglich der Empfangslautstärke hat die Dämpfung der Leitung keine unmittelbare Bedeutung, da die Senderleistung bzw. Empfangsverstärkung verschiedenen Leitungsdämpfungen angepaßt werden kann. Mit der geringeren Leitungsdämpfung beim Zweiphasenanschluß ist also zwangsläufig keine größere Lautstärke verknüpft.

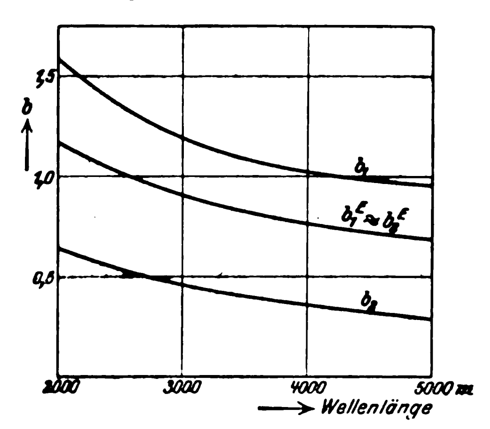


Abb. 4. Dämpfung einer 110 kV-Freileitung.

Für die Beurteilung der Betriebsicherheit kommt, wie wir vorher festgestellt haben, wesentlich die Änderung der Dämpfung (Dämpfungserhöhung) bei Schaltungsänderung und Leitungstörung in Frage. Die Größe dieser Dämpfungsänderung ist deshalb unter Verwertung der Kurven von Abb. 4 in Abb. 5 wiedergegeben. Aus dieser Abbildung können wir entnehmen, daß sich bei Zweiphasenanschluß die Dämpfung der Leitung für den Schaltfall

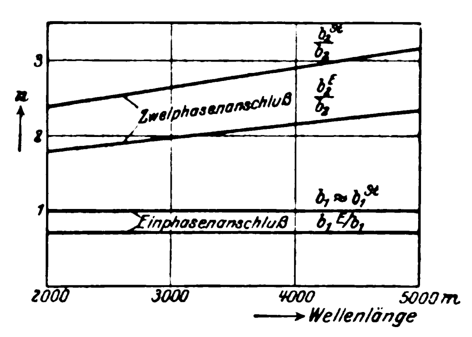


Abb. 5. Relative Dämpfungsänderung bei Schalthandlungen und Leitungstörungen.

(Erdung) auf den etwa zweifachen, für den Fall von Leitungstörungen sogar bis auf den etwa dreifachen Betrag der normalen Dämpfung erhöhen kann. Bei Einphasenschluß ändert sich jedoch die Leitungsdämpfung im betrachteten Störungsfall überhaupt nicht, verringert sich sogar bei Erdung der Übertragungsleitungen in den Werken.

Unter Verwendung der Abb. 2 ergeben sich aus Abb. 4 für verschiedene Leitungslängen die entsprechenden Veränderungen der Lautstärke, wie aus Abb. 6 ausführlich entnommen werden kann. Die Zuordnung der Dämpfungsbeträge zu den verschiedenen Leitungslängen erfolgte hier nach dem Gesetz der Proportionalität, was, wie bereits vorher bemerkt, zwar nicht streng richtig ist, an den lediglich das Wesen der Erscheinungen hervorhebenden Schlußfolgerungen aber nichts ändert. Die Kurven sind ermittelt für eine mittlere Wellenlänge (3000 m), bei der gemäß Abb. 5 die Dämpfungsänderung die Beträge 2,7 bzw. 2 für Zweiphasenanschluß, 0,7 für Einphasenanschluß besitzt. Beim Zweiphasenanschluß zeigt sich mit steigender Leitungslänge eine fortschreitende Verringerung der Lautstärke bei Änderung der Werkschaltung und bei Leitungstörungen. Lassen wir z. B. eine

Verringerung der Lautstärke auf ⅙ des normalen Betrages zu, so dürfte im Zweiphasenanschluß keine größere Leitungslänge des gewählten Querschnittes als etwa 120 km betrieben werden. Je geringer die Leitungslänge ist, um so weniger machen sich Schaltänderungen und Leitungsstörungen beim Zweiphasenanschluß bemerkbar, so daß Erfahrungen über den Zweiphasenanschluß zur Beurteilung seiner Leistungsfähigkeit nur dann herangezogen werden können, wenn sie sich auf die entsprechend größeren Leitungslängen beziehen. An den Ergebnissen wird sich nicht viel ändern, wenn der Querschnitt der Leitungen anders ist als in dem gewählten Beispiel. Die Beträge der Dämpfungsänderung werden bei größeren Querschnitten um so größer werden, aber sicherlich nicht proportional mit dem Querschnitt, sondern höchstens proportional mit dem Leiterumfang, so daß wesentliche Änderungen kaum in Erscheinung treten werden.

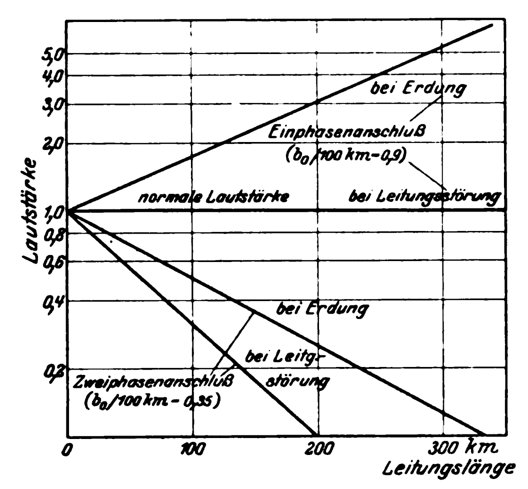


Abb. 6. Lautstärkeänderung an einer 110 kV-Leitung bei Schalthandlungen und Leitungsstörungen.

Bei Einphasenanschluß ändert sich praktisch im Störungsfalle die Lautstärke für beliebige Leitungsstrecken nicht und vergrößert sich sogar für den Schaltfall (Erdung) mit der Leitungslänge steigend, wie in Abb. 6 oben dargestellt ist. Diese Vergrößerung der Lautstärke wird in Wirklichkeit durch eine nicht vollkommene Hochfrequenzsperrung an den Leitungsenden etwas verringert, so daß die Gleichmäßigkeit der Lautstärke auch im Sinne einer Steigerung keine unzulässige Veränderung erfährt. Aus dem Vergleich der Kurven für Zwei- und Einphasenanschluß erkennen wir jedenfalls deutlich, daß in der außerordentlich günstigen Dämpfung des Zweiphasenanschlusses im normalen Leitungszustand eine Gefahr liegt, da mit starker Verringerung der Empfangslautstärke in anormalen Betriebsfällen gerechnet werden muß. Die an sich wesentlich höhere Grunddämpfung des Einphasenanschlusses wirkt im günstigen Sinne nivellierend. Da sich also bei Einphasenanschluß die Übertragungsverhältnisse im Störungsfall nicht wesentlich ändern gegenüber den normalen, und da zweckmäßigerweise für den normalen Leitungszustand die Geräte mit einem genügend großen Sicherheitsgrad betrieben werden, verfügt der Einphasenanschluß gegenüber krasseren Leitungsstörungen als den betrachteten über eine größere Betriebsreserve als der Zweiphasenanschluß, bei dem dann die Störungskurve noch erheblich unter der betrachteten Kurve für die Leitungsstörung liegen würde. Die natürliche Energiereserve (Lautstärkenüberschuß) des Einphasenanschlusses sorgt dafür, daß eine HF-Verbindung auch in Fällen von Leitungsstörungen aufrechterhalten bleibt, für die, wie früher hervorgehoben, eine Garantie nicht abgegeben werden kann. Es handelt sich um Leitungsstörungen wie niederohmiger Erdschluß oder Bruch der Koppelungsphase. Darüber liegt eine große Zahl von Erfahrungen vor, so daß auf dieser Basis fußende Einwände gegen den Einphasenanschluß entkräftet werden.

Die Forderung möglichst großer Gleichmäßigkeit der Lautstärke bzw. genügend großer Lautstärke auch für den Fall von Schaltmanövern und Leitungsstörungen, d. h. also die Forderung möglichst großer Betriebsicherheit unter Berücksichtigung von Freileitungsänderungen, hat zur Folge, daß eine Ersparnis an Senderenergie oder Empfangsverstärkung bei Zweiphasenanschluß gegenüber dem Einphasenanschluß nicht erzielt werden kann. Die Reichweite der Geräte muß auch dem Fall von Leitungsstörungen (vgl. Grundsatz a) angepaßt sein, für die bei beiden Anschlußmethoden gleiche Dämpfungsverhältnisse bestehen. Die Anordnung könnte natürlich, wie es bei den Amerikanern üblich ist, auch so getroffen werden, daß für den normalen Leitungszustand die Geräte mit kleiner Reichweite im Zweiphasenanschluß arbeiten und daß bei anormalen Leitungszuständen die Verringerung der Lautstärke durch Erhöhung der Senderleistung wieder ausgeglichen wird. Aus Abb. 7 ergibt sich z. B., daß im Falle von Leitungsstörungen der Senderstrom bei einer Leitungslänge von 200 km auf den ungefähr 3,3fachen Betrag, die Leistung also auf den rd. 10fachen Betrag erhöht werden muß, um die ursprüngliche Lautstärke wiederherzustellen. Wir erkennen daraus, daß die Senderleistung einer ganz erheblichen Verstärkung bedarf, wenn die Lautstärkeverringerung bei anormalen Leitungszuständen wieder ausgeglichen werden soll, und können daraus folgern, daß durch einen derartigen, bei Zweiphasenanschluß erforderlichen Verstärkungszusatz der technische und wirtschaftliche Aufwand außerordentlich gesteigert wird, ganz abgesehen von dem Nachteil, daß bei anormalem Leitungszustand erst eine Schaltmaßnahme vorgenommen werden muß (Anschaltung des Senderverstärkers), ehe die HF-Verbindung wieder aufgenommen werden kann.

Wir hatten bereits anfangs darauf hingewiesen, daß für die Betriebsicherheit von HF-Telephonianlagen nur die anfangs genannten Erscheinungen 1 bis 3 von Bedeutung sind. Die Erscheinungen 1 und 2 sind vorher ausführlich behandelt worden, so daß wir uns nun den atmosphärischen Einflüssen zuwenden können. Für eine Auseinandersetzung kommt hierbei nur die Einwirkung von Rauhreif oder Eisbildung auf den Freileitungen in Frage. Die anderen atmosphärischen Erscheinungen beeinflussen nämlich nicht die Betriebsicherheit, vielmehr höchstens die Gesprächsgüte. Das scheint z. B. ausnahmsweise bei starkem Nebel der Fall zu sein, wenn dieser die Isolation der Isolierketten stark vermindert und Funkenübergänge hervorruft. Die Folgeerscheinungen von Gewittern üben bekanntlich auf das HF-Telephon keinen Einfluß aus.

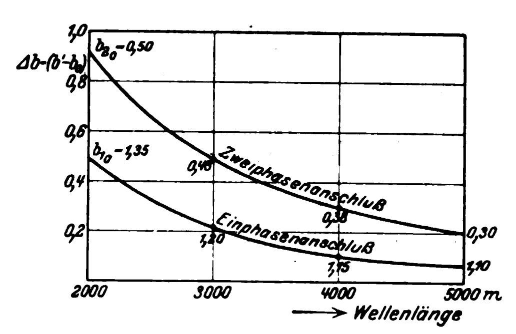


Abb. 7. Absolute Dämpfungserhöhung einer 110 kV-Leitung bei Rauhreif.

Rauhreif bzw. Eisbildung auf den Freileitungen hat Widerstandserhöhung und damit Dämpfungserhöhung der Leitung zur Folge. Bevor wir uns mit den quantitativen Verhältnissen beschäftigen, können wir rein qualitativ vermuten, daß die Dämpfungsänderung beim Einphasenanschluß geringer sein wird als beim Zweiphasenanschluß. Beim Einphasenanschluß wird sich nämlich infolge der Rauhreif- oder Eisbildung auf den Drähten voraussichtlich nur der Widerstand der Anschlußphase, nicht auch der Einfluß des Erdbodens, bei Zweiphasenanschluß aber der Widerstand beider Anschlußphasen gleichzeitig ändern. Da ferner beim Einphasenanschluß die Leitungsdämpfung zum Teil durch den Einfluß des Erdbodens bestimmt wird, werden also Leitungs-Widerstandsänderungen infolge solcher atmosphärischer Einwirkungen beim Einphasenanschluß um so kleinere prozentuale Änderungen der wirksamen Dämpfung herbeiführen, während sie beim Zweiphasenanschluß mit vollem Betrage wirken werden.

Wie aus dem logarithmischen Gesetz für die Amplitudenänderung längs einer Freileitung [vgl. Gl. (2)] ohne weiteres hervorgeht, bestimmt der absolute Betrag der Dämpfungsänderung direkt die Größe der durch sie hervorgerufenen Änderung der Empfangsamplitude bzw. der Lautstärke. Bezeichnen wir also mit b_{1_0} bzw. b_{2_0} die normalen Dämpfungsbeträge einer Freileitung für Ein- bzw. Zweiphasenbetrieb, mit n_1 bzw. n_2 den Dämpfungsänderungsfaktor bei Rauhreifwirkung in beiden Fällen,

so besteht für günstigeres Verhalten des Einphasenbetriebes die Bedingung

$$b_1' - b_{1_0} = n_1 b_{1_0} - b_{1_0} < n_2 b_{2_0} - b_{2_0} = b_2' - b_{2_0} \quad . \quad . \quad (5)$$

zwischen den absoluten Beträgen der Dämpfungsänderung.

Zur Ermittlung praktisch vorkommender Werte von n_1 und n_2 kann das in Abb. 7 wiedergegebene Meßergebnis (Mittelwerte) für eine 110 kV-Leitung von 65 km Länge benutzt werden. Die Kurven zeigen den die Lautstärkenänderung bestimmenden Dämpfungsbetrag $\Delta b = b' - b_0$, um den sich die Freileitungsdämpfung infolge des Rauhreifs erhöhte. In die Kurven sind an einigen Punkten die normalen Dämpfungsbeträge (b_0) eingetragen, mit deren Hilfe die relative Dämpfungserhöhung errechnet werden kann. Das Ergebnis ist in Abb. 8 dargestellt. Es zeigt, daß sich die Dämpfung im Versuchsfalle innerhalb des in Frage kommenden Wellenbereiches beim Zweiphasenanschluß bis auf den ungefähr dreifachen, beim Einphasenanschluß ungünstigstenfalls aber nur bis auf den 1,3fachen Betrag erhöhte. Aus Abb. 7 läßt sich also die praktische Folgerung ziehen, daß beim Zweiphasenanschluß die Lautstärkeverminderung bei Rauhreifeinwirkung größer ist als beim Einphasenanschluß.

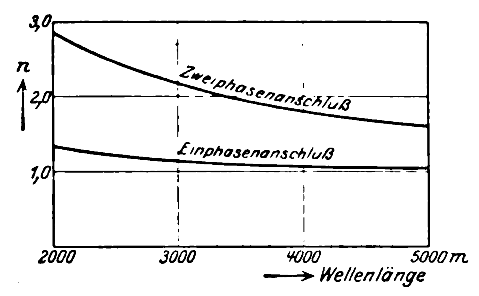


Abb. 8. Relative Dämpfungsänderung bei Rauhreif.

Wir müssen uns die Frage vorlegen, ob dieser Satz allgemeine Gültigkeit besitzt. Zu ihrer Beantwortung brauchen wir nur die praktisch ermittelten Werte für den relativen Unterschied der Dämpfung ($b_1 : b_2$) und der Dämpfungserhöhung ($n_1 : n_2$) bei den beiden Koppelungsarten in die Bedingungen (5) einzusetzen. Als relativer Dämpfungunterschied ($b_1 : b_2$) kann mindestens etwa der Betrag 2,5 (vgl. Abb. 5) angesetzt werden. Bezüglich des relativen Unterschiedes der Dämpfungserhöhung ($n_1 : n_2$) kann etwa angenommen werden, daß bei wechselndem Rauhreifgrad lediglich eine proportionale Verschiebung der Kurven der Abb. 8 eintreten, der Wert des Verhältnisses sich aber nicht ändern wird; dessen Wert beträgt mindestens 2. Setzen wir diese Beträge

$$\left. \begin{aligned} n_1 : n_2 &\approx 2 \\ b_1 : b_2 &\approx 2,5 \end{aligned} \right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

in die Bedingung (5) ein, so können wir feststellen, daß sie erfüllt wird, solange

$$n_2 \leq 6 \text{ bzw. } n_1 \leq 3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

bleibt.

Auf Grund der Erfahrungen muß der durchgemessene Rauhreifgrad ($n_2 = 2,2$ für $\lambda = 3000$ m) bereits als ungewöhnlich stark bezeichnet werden, so daß praktisch kaum mit Erreichen der Grenzbedingung (7) gerechnet zu werden braucht.

Selbst im Falle kürzester Leitungstrecken würde außerdem eine derartige Dämpfungserhöhung eine praktisch kaum noch zulässige Lautstärkeverminderung zur Folge haben. Leitungsdämpfungen unterhalb von 0,2 für Zweiphasenanschluß bzw. 0,5 für Einphasenanschluß kommen praktisch kaum vor. Bei einer die Grenzwerte der Bedingung (7) erreichenden Rauhreifstärke würde sich für diese Leitungsverhältnisse bereits eine absolute Dämpfungserhöhung um

$$\Delta b = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

ergeben, also eine Verringerung der Lautstärke auf beinahe den achten Teil der normalen, was praktisch kaum zugelassen werden könnte. Bei längeren Leitungen würde diese Lautstärkeverminderung bereits bei um so geringerem Rauhreifgrad auftreten. Wir können also folgern, daß sich der Einphasenanschluß gegenüber Rauhreifwirkung praktisch stets günstiger verhalten wird als der Zweiphasenanschluß. Man erkennt, wie irrig die Anschauung ist, die den Zweiphasenanschluß als wirksames Hilfsmittel in dieser Hinsicht bezeichnet. Die starke Frequenzabhängigkeit der Dämpfungserhöhung (vgl. Abb. 7) bietet die technische Möglichkeit, in durch Rauhreif besonders gefährdeten Gebieten durch geeignete Frequenzwahl störenden Rauhreifeinfluß praktisch auszuschalten.

Die Erörterung über das praktische Verhalten der beiden üblichen Anschlußmethoden wäre nicht vollständig, wenn wir uns nicht noch mit dem Einfluß des Erdbodens auf die Fortpflanzung von elektrischen Wellen längs Leitern näher beschäftigen würden. In der drahtlosen Telegraphie kann man, vor allem in tropischen Gebieten, beobachten, daß die Antennenströme von Sender und Empfängeranlagen bei starkem Witterungswechsel sich ändern. Diese Änderungen sind auf Schwankungen des Erdungswiderstandes zurückzuführen, dessen Größe bekanntlich wesentlich die Größe der Antennenströme bestimmt, weil die Antennen möglichst verlustschwach gebaut werden und der Strahlungswiderstand relativ klein ist. Bei der HF-Telephonie auf Hochspannungsleitungen bestimmt aber der Wellenwiderstand (600 Ω) der Leitung wesentlich die Stromgröße. Ihm gegenüber ist der Erdungswiderstand vernachlässigbar gering, so daß etwaige Schwankungen wirkungslos sein werden. Der Erdung wird im übrigen im EW-Betriebe große Sorgfalt gewidmet, so daß an sich Schwankungen des Erdungswiderstandes kaum möglich sind. Können also, in Übereinstimmung mit der Erfahrung, HF-Stromänderungen am Anfang und Ende der Hochspannungsleitung infolge schwankenden Erdungswiderstandes nicht stattfinden, so müssen wir uns doch weiter die Frage vorlegen, ob die Leitungsdämpfung infolge des Erdbodeneinflusses bei Witterungsänderung Schwankungen unterworfen ist. Die Erscheinungen lassen sich theoretisch kaum fassen. Man kann nur sagen, daß in unserem Falle der Benutzung von Hochspannungsleitungen der Einfluß der sich vielleicht in ihrer Leitfähigkeit ändernden oberen Erdschichten gegenüber dem der sich nicht ändernden gut leitenden unteren Schichten (Grundwasser) infolge der Masterdungen zurücktreten wird und daß ferner an sich zum beträchtlichen Teile der Einfluß des Erdbodens überhaupt durch die Wirkung der in großer Nähe parallel laufenden anderen Phasen (und Blitzseil) mit sehr guter Leitfähigkeit ausgeschaltet wird. Diese Feststellung allein erklärt vielleicht physikalisch die in Hunderten von Fällen durchwegs beobachtete praktische Unabhängigkeit der Leitungsdämpfung des Einphasenanschlusses vom Witterungswechsel.

Wir können nunmehr also die Erörterung des Einflusses der drei ersten, für die Betriebsicherheit allein maßgebenden Erscheinungen (Schalthandlungen, Leitungstörungen, atmosphärische Einwirkungen) beenden. Die Zusammenfassung des Ergebnisses behalten wir uns für den Schluß dieses Aufsatzes vor.

Wir wenden uns nunmehr den Erscheinungen zu (4 und 5a), die zwar keine primäre Bedeutung für die Betriebsicherheit haben, möglicherweise aber die Gesprächsgüte beeinträchtigen können; es handelt sich, wie eingangs gesagt, um den Einfluß von Isolationsfehlern in Betrieb befindlicher Hochspannungsleitungen und um mögliche Störungen der Gespräche durch fremde Sender. Wie die Erfahrung lehrt, kann mangelhafter Isolationszustand der Hochspannungsleitungen sich in Form von „Leitungsgeräuschen" beim Hochfrequenztelephon bemerkbar machen. Diese Erfahrung wurde wesentlich zu Beginn der Entwicklung gemacht, als noch hin und wieder Hochspannungsleitungen veralteter Isolierung mit HF-Telephonanlagen ausgerüstet wurden. Die dann sich im Telephon bemerkbar machenden Störgeräusche haben ihre Ursache in HF-Wellen, die auf der Hochspannungsleitung durch Spannungsübergänge hervorgerufen werden. Mit den auf einer derart kranken Phase entstehenden hochfrequenten Wanderwellen sind auch Wanderwellen auf den gesunden Phasen verknüpft. Bei Einphasenanschluß wirken diese Störspannungen nach entsprechender Dämpfung am Leitungsende mit vollem Betrage auf das HF-Gerät; dessen Schaltung muß möglichst weitgehend eine störende Einwirkung auf das Empfangstelephon verhindern. Beim Zweiphasenanschluß müßten diese hochfrequenten Wanderwellen auf beiden Anschlußphasen mit gleicher Amplitude und Phase am HF-Gerät auftreffen, damit eine Kompensation ihrer Wirkung auf das HF-Gerät stattfinden kann. Einen ungefähren Überblick über die Erscheinungen wird man erhalten, wenn man die Erscheinungen künstlich nachahmt, etwa in der Weise, daß man an einer Phase eines Hochspannungsfreileitung-Systemes Funkenübergänge gegen Erde auslöst und an den Enden des Freileitung-Systemes in den Werken die dort auftreffenden Wanderwellenspannungen in den einzelnen Phasen miteinander vergleicht.

In dieser Weise durchgeführte Messungen zeigen aber, daß in den einzelnen Phasen erhebliche Amplitudenunterschiede auftreten, und zwar konnten mittelst Funkenstrecken Spannungsunterschiede von 1 : 3 bis 1 : 5 zwischen den einzelnen Phasen ermittelt werden, also größere Unterschiede, die in Anbetracht der unsymmetrischen Lage des Schadens natürlich zu erwarten waren und die sogar die Möglichkeit für ein praktisches Verfahren zur Ermittlung von Phasen mit Isolatordefekten bieten. Entsprechend diesen Unterschieden würden die am HF-Gerät wirkenden Störspannungen sich wie 2 : 3 bis 4 : 5 (Zweiphasen- : Einphasenanschluß) verhalten. Wenn diese Werte auch nur in einem speziellen Versuchsfalle ermittelt wurden, so wird man doch ganz allgemein mit ähnlichen Verhältnissen rechnen dürfen; es wäre ein merkwürdiger und ungewöhnlicher Zufall, wenn trotz der Kompliziertheit der Vorgänge, vor allem im entsprechenden Fall gleichzeitiger Wirkung mehrerer Isolatorenschäden, sich an den Leitungsenden in allen Phasen auch nur annähernd gleiche Amplituden einstellen würden. Wenn wir also in theoretischer Hinsicht günstigeres Verhalten des Zweiphasenanschlusses hier feststellen können, so können wir gleichzeitig in Anbetracht der praktisch bedeutungslosen Unterschiede folgern, daß wirksamer Schutz gegen störende Einwirkungen auf das Empfangstelephon nur durch geeignete Bemessung der HF-Geräte, im besonderen der Empfangschaltung, zu erzielen ist und daß es gegenüber der diesbezüglich zu fordernden Leistungsfähigkeit der Geräte unwesentlich ist, ob sie mit Zwei- oder Einphasenanschluß betrieben werden. Die Erfahrung steht vollkommen im Einklang mit dieser Feststellung; in den entsprechenden Ausnahmefällen ungenügender Leitungsisolierung zeigt sich bei gleicher Leistungsfähigkeit der Geräte kein wesentlicher Unterschied zwischen Ein- und Zweiphasenanschluß.

Für die W i r k u n g f r e m d e r S e n d e r auf die an Hochspannungsleitungen angeschalteten HF-Geräte gelten ähnliche Überlegungen wie für die Störspannungen, die durch Isolatorenschäden auf der Leitung hervorgerufen werden. Auch jetzt müßten die Störspannungen an den Punkten, an denen die HF-Geräte mit der Hochspannungsfreileitung verbunden sind, beim Zweiphasenanschluß gleiche Phase und gleiche Amplitude besitzen, damit sie sich kompensieren können. Mit diesem unnatürlichen Zufall darf hier natürlich ebensowenig gerechnet werden. Wirksamen Schutz gegen Störung durch fremde Sender kann also nicht die Anschlußart, sondern wesentlich nur entsprechend hohe „Selektivität" der Empfangschaltung gewähren; die Rücksichtnahme auf Mehrfachverkehr auf gemeinsamen Hochspannungsleitungen stellt in dieser Hinsicht bereits erheblich höhere Anforderungen.

Wir kommen nun schließlich zur A b h ö r b a r k e i t des HF-Telephons und wollen auch auf diese Frage näher eingehen, obwohl sie für die Betriebsicherheit keine Bedeutung besitzt und ferner noch niemals bei den in Frage kommenden Senderleistungen zu Schwierigkeiten mit der Raum-HF-Telephonie geführt hat. Für beide Anschlußmethoden ist jedenfalls die Strahlung so gering, daß trotz jahrelanger Beobachtungen und stets fortschreitender Ausdehnung des drahtlosen HF-Verkehrs (z. B. auch Rundfunk) sich beschränkende Maßnahmen der beaufsichtigenden Behörden nicht als notwendig erwiesen haben. Ohne uns auf genauere theoretische Erörterungen einzulassen, können wir feststellen, daß für die auf einen in der Nähe der Übertragungsleitungen aufgestellten Hochfrequenzempfänger wirkende Feldstärke, abgesehen von der Entfernung, beim Zweiphasenanschluß der Abstand zwischen den beiden Koppelungsphasen von Bedeutung sein wird. Beim Einphasenanschluß wäre unter der Annahme vollkommener Leitfähigkeit des Erdbodens die Größe der Feldstärke ungefähr abhängig von dem Abstand der Koppelungsphase von ihrem Spiegelbild zur Erdbodenfläche. Die relativ geringe Leitfähigkeit des Erdbodens und die relativ gute Leitfähigkeit der der Koppelungsphase parallellaufenden anderen Phasen wirken aber im Sinne einer Verringerung der Feldstreuung, also im Sinne einer Verringerung der fremde Empfänger störenden Feldstärke. Diese Verhältnisse sind bisher theoretisch noch nicht genau untersucht und in exakter Form festgestellt worden. Zu ihrer Beurteilung genügt hier aber der praktische Versuch. In einem Mittelspannungsnetz ergab sich beim Einphasenanschluß eines HF-Telephoniesenders die 2- bis 3fache Lautstärke gegenüber dem Zweiphasenanschluß, und zwar unter der Voraussetzung gleicher Senderströme. Daraus ergibt sich zunächst, daß von einer Unabhörbarkeit des Zweiphasenanschlusses leider nicht die Rede sein kann. Das ließe sich nur durch besonderen, bei Hochspannungsleitungen undurchführbaren Freileitungsbau erzielen (enger Abstand, häufige Kreuzung). Ferner folgt, daß man zum Abhören des Zweiphasenanschlusses nicht Empfangsmittel höheren Verstärkungsgrades (z. B. eine Röhrenverstärkungstufe mehr, rd. 15- bis 20fache Lautstärke) braucht als beim Einphasenanschluß, selbst wenn man die günstigeren Übertragungsverhältnisse des Zweiphasenanschlusses ohne Rücksicht auf die Betriebsicherheit ausnutzen und mit entsprechend geringerem Senderstrom arbeiten würde. Wir können also sagen, daß der Unterschied der Abhörbarkeit bei beiden Anschlußmethoden unterhalb des durch nur eine Röhrenverstärkungstufe erzielbaren Lautstärkeunterschiedes liegen wird, daß also bei beiden Methoden das Abhören mit Empfangsmitteln g l e i c h e n Verstärkungsgrades möglich erscheint.

Der theoretisch feststellbare Vorteil geringerer Feldstreuung beim Zweiphasenanschluß erscheint also praktisch bedeutungslos. Es darf nicht außer acht gelassen werden, daß das Abhören bereits in relativ kurzem Abstand von den Leitungen infolge des erforderlichen hohen Verstärkungsgrades und der Verwendung langer Wellen nicht mehr mit üblichen Empfangsmitteln möglich erscheint. Immerhin wird es sich empfehlen, bei wichtigen Gesprächen auf die Möglichkeit unbeabsichtigten oder gar beabsichtigten Mithörens Rücksicht zu nehmen.

Mit Abschluß der Erörterung über die Abhörbarkeit des HF-Telephons sind alle eingangs genannten Erscheinungen in ihrer Wirkung auf das HF-Telephon durchgesprochen, und wir können nunmehr das Ergebnis zusammenfassen.

Die Betriebsicherheit des HF-Telephons wird wesentlich bedingt durch Unabhängigkeit von Schaltmaßnahmen in den Werken, von Leitungstörungen und atmophärischen Einflüssen. In den außerordentlich günstigen Übertragungsverhältnissen des Zweiphasenanschlusses bei normalem Leitungszustand liegt die Tatache größerer Abhängigkeit von Änderungen des Leitungszustandes begründet. Dieser Mangel des Zweiphasenanschlusses tritt um so stärker in Erscheinung, je länger die Leitungstrecke ist, Erfahrungen mit Zweiphasenanschluß bezüglich Abhängigkeit von Leitungstörungen, Schaltmanövern und z. B. Rauhreif (als der wichtigsten atmosphärischen Einwirkung) an k u r z e n Leitungstrecken können also für einen Vergleich zwischen beiden Anschlußmethoden nicht zugrundegelegt werden. Trotz wesentlich günstigerer Übertragungsverhältnisse im normalen Leitungszustand gestattet der Zweiphasenanschluß bei gleicher Sicherheit und Gleichmäßigkeit des Betriebes nicht die Überwindung größerer Leitungstrecken als der Einphasenanschluß, also keine Ersparnis an Senderleistung bzw. Verstärkung, da die Berücksichtigung von Leitungstörungen in dieser Hinsicht für beide Anschlußmethoden gleiche Bedingungen stellt. Für Geräte bestimmter Reichweite verringert sich die Sicherheit und Gleichmäßigkeit des Betriebes, wenn sie statt mit Einphasen- mit Zweiphasenanschluß betrieben werden. Die Lautstärke und Sprachklarheit einer HF-Telephonieeinrichtung ist nicht eine Funktion der Anschlußmethode, sondern vielmehr eine Frage der Bemessung der HF-Geräte bezüglich Leistung und Verstärkung gegenüber der Leitungsdämpfung. Der Betrieb verlangt genügend große, vor allem unter den verschiedenen möglichen Bedingungen gleichmäßige Lautstärke. In letzterer Hinsicht verhält sich der Einphasenanschluß günstiger als der Zweiphasenanschluß, ohne die Forderung genügend großer oder gleich großer Lautstärke unerfüllt zu lassen. Bezüglich des Einflusses von Isolatorenschäden, der Störung durch fremde Sender und der Abhörbarkeit läßt sich zwar theoretisch günstigeres Verhalten des Zweiphasenanschlusses ableiten; dieser Vorteil läßt sich aber infolge quantitativ zu geringen Unterschiedes praktisch, z. B. durch Vereinfachung der Schaltung, nicht auswerten. Wirksamen Schutz gegen Leitungsgeräusche (befriedigende Sprachklarheit) und gegen Störung durch fremde Sender gewährt wesentlich nur die Bemessung der HF-Schaltung; demgegenüber sind die durch die Anschlußart bedingten Unterschiede unbedeutend. Zum Abhören der HF-Geräte bedarf es bereits in relativ geringem Abstand von den Hochspannungsleitungen besonderer, nicht üblicher Empfangsmittel, und zwar praktisch gleichen Verstärkungsgrades für beide Anschlußmethoden.

Wir können kurz sagen, daß Lautstärke, Sprachklarheit (Störspiegel), Störungsfreiheit von fremden Sendern nur untergeordnet eine Funktion der Anschlußart, wesentlich aber eine Funktion der Bemessung der HF-Geräte sind, ferner, daß sich der Zweiphasenanschluß bezüglich atmosphärischer Einwirkungen, wie z. B. Rauh-

reif, ferner bezüglich der Sicherheit und Gleichmäßigkeit des Betriebes bzw. der Lautstärke ungünstiger verhalten wird als der Einphasenanschluß.

Gegenüber diesen Feststellungen muß es um so mehr auffallen, daß sich in der amerikanischen, der deutschen allein gleichwertigen Entwicklung der EW-HF-Telephonie die Tendenz zur Bevorzugung des Zweiphasenanschlusses bemerkbar macht. Sieht man jedoch näher hin, so wird man, wie anfangs schon erwähnt, finden, daß dort die Sender mit einem Verstärkungszusatz ausgerüstet werden, der eingeschaltet wird, sobald die Leitungsbedingungen anormal werden. Es wird nach den Erörterungen klar, daß durch eine derartige besondere Maßnahme die Nachteile des Zweiphasenanschlusses künstlich ausgeschaltet werden können, wobei es dahingestellt bleiben mag, ob die für die Wiederherstellung der HF-Verbindung erforderliche Senderumschaltung vom Betriebstandpunkt aus zulässig erscheint. Diese Tatsache beweist aber auch, daß zwischen den amerikanischen und unseren Erfahrungen mit dem HF-Telephon in Elektrizitätswerken eigentlich keine Widersprüche bestehen: hat man durch besondere technische Maßnahmen dafür gesorgt, daß dem Zweiphasenanschluß die bei Änderung des Leitungszustandes in Erscheinung tretenden Betriebsnachteile genommen werden, so darf man auch ohne Bedenken aus seinen Vorteilen Nutzen ziehen, vorausgesetzt, daß man sie für genügend groß hält, um den erheblich höheren technischen Aufwand rechtfertigen zu können. Es wird verständlich, daß unter solchen Umständen dort von den Fabriken die Nachteile des Einphasenanschlusses möglichst kraß hervorgehoben werden, zu welcher Tendenz durchaus auch die Tatsache paßt, daß in den amerikanischen Veröffentlichungen nichts über die Bedeutung der HF-Schaltung in den Geräten bzgl. der durch sie möglichen Bekämpfung der den HF-Betrieb auf Hochspannungsleitungen störenden Erscheinungen vorzufinden ist.

Ob gerade die von den Amerikanern benutzte Maßnahme von Hand anschaltbarer Senderverstärkung die zweckmäßigste ist, muß dahingestellt bleiben. Die mit Senderleistungen von 10 W maximal überbrückbaren Leitungslängen, die also aus den früher angegebenen Gründen für Zweiphasen- und Einphasenanschluß für gleiche Betriebsicherheit gleiche Größe besitzen, entsprechen infolge des dauernd fortschreitenden Ausbaues der Höchstspannungsnetze hin und wieder schon nicht mehr den Bedürfnissen der Praxis. Es dürfte jedoch für unsere Verhältnisse wahrscheinlich sein, daß die Lösung dieser Aufgaben nicht auf dem Wege wesentlich größerer Senderleistungen, sondern vielmehr auf dem Wege der Zwischenverstärkung ohne oder mit Frequenztransformation (Relaisstation) gesucht werden wird. Wir können die Frage, ob letzten Endes die Zwei- oder Einphasenkoppelung benutzt wird, vollständig offen lassen, können aber feststellen, daß die Benutzung des Zweiphasenanschlusses jedenfalls die Einführung besonderer, bisher nicht benutzter oder bekanntgewordener technischer Maßnahmen zur Voraussetzung hat, damit er der seine Betriebsicherheit beeinträchtigenden Nachteile entkleidet wird.

Ölschalterversuche *.

Von Dr. **J. Kopeliowitch,** Baden (Schweiz).

Übersicht. In der neuzeitlichen Fachliteratur wird öfters von Ölschalterversuchen berichtet, die über die Leistungsfähigkeit dieser Apparate Aufschluß geben müssen. Manche Schlußfolgerungen sowie die Beurteilung der Versuchsbedingungen bedürfen nach der Auffassung des Verfassers einer kritischen Betrachtung. Im vorliegenden Aufsatz wird noch einmal darauf hingewiesen, daß zur Bestimmung der Schalterbeanspruchung die Abschaltleistung mit wiederkehrender Spannung berechnet werden muß. Weiter wird auf die Abschaltvorgänge bei Verwendung von Druckkammern oder gewöhnlicher Unterbrechung eingegangen und über ausgedehnte Netzversuche mit großen Leistungen berichtet. Eine Gegenüberstellung der dabei erreichten Lichtbogendauern mit Vielfachunterbrechung und mit Löschkammerschaltungen zeigt die Überlegenheit der ersteren Bauart. Auch die Vorgänge beim Einschalten auf bestehenden Kurzschluß werden zum Schlusse gestreift und ihre Bedeutung hervorgehoben. Die erfolgreichen Versuche mit Leistungen bis 725 000 kVA zeigen, daß die im neuzeitlichen Schalterbau verwendete Berechnungsmethode sichere Grundlagen bildet und weitere Erhöhung der Abschaltleistungen in Aussicht stellt.

Dem Ölschalterbau kommt gegenwärtig in der Hochspannungstechnik sehr große Bedeutung zu, und es scheint lohnenswert, sich mit dieser Frage etwas näher zu befassen.

Bekanntlich kann man die Schalterkonstruktionen nach ihrem Aufbauprinzip in zwei Hauptgruppen unterteilen: Ölschalter mit Druckkammern und solche mit offen in das Öl eintauchenden Kontakten. Bei der ersten Schalterart ist es üblich, für jeden Pol nur zwei Unterbrechungsstellen in Reihe zu verwenden, während bei offener Unterbrechung öfters mehrere Kontaktpaare in Reihenschaltung benutzt werden. Diese Anordnung bezweckt, größere Ausschaltgeschwindigkeit ohne eine übermäßige Beanspruchung der beweglichen Teile zu erzielen und dementsprechend kürzere Lichtbogendauern zu erreichen. Die prinzipielle Wirkungsweise der Vielfachunterbrechung, die eine Vervollkommnung der üblichen Bauart mit zwei Kontaktpaaren je Pol darstellt, ist einfach und läßt sich aus den Untersuchungen an einem Kontaktpaar ableiten. Die physikalische Seite des Löschvorganges in einer Druckkammer ist hingegen weniger erforscht, und in der Fachliteratur ist diesbezüglich nicht viel zu finden. Es bestehen heute noch verschiedene Ansichten darüber, ob die Löschung der Ölbewegung oder dem erzeugten Druck zuzuschreiben ist. Auch über die Berechnungsgrundlagen dieser Apparate wurde bis jetzt nirgends berichtet.

Die in einem Aufsatz von J. Biermanns[1] beschriebenen Versuche sollen nun den Beweis der Überlegenheit von Ölschaltern mit Löschkammern über andere Konstruktionen erbringen. Zu diesem Zweck sind z. B. Vergleichsversuche angeführt (S. 1181), die an einem Schalter älterer Konstruktion mit 2facher Unterbrechung zuerst ohne Löschkammern und dann mit diesen durchgeführt worden sind. Der Schalter konnte vor der Änderung bei 24 kV eine Abschaltleistung von 22 000 kVA/Pol nicht beherrschen und wurde deswegen umgebaut. Sein Hub wurde um 60 mm, d. h. die Schaltstrecke um 120 mm vergrößert, die Schaltgeschwindigkeit erhöht und der Ölkessel verstärkt. Trotz dieser Änderungen hat der Schalter 23 000 kVA nicht bewältigen können. Nach dem Einbau von Löschkammern konnte das einpolige Schalterelement unter Benutzung der Kunstschaltung[2] die volle Drehstromleistung der auf 8150 V erregten Maschine, d. h. rd. 180 000 kVA abschalten[3].

Diese Versuche beweisen aber keinesfalls, daß nur mit Löschkammern größere Abschaltleistungen erreichbar sind: Es ist kein Wunder, wenn ein ungenügend dimensionierter Schalter älterer Konstruktion schon bei relativ kleinen Leistungen Schaden leidet. Offenbar ist im Schalter auch nach der Vergrößerung der Unterbrechungsstrecke um 120 mm bei 25 kV ein Stehlichtbogen während 30 Halbperioden entstanden, was auf eine von Anfang an knappe Konstruktion, die eine genügende Unterbrechungsstrecke nicht mehr zuließ, zurückgeführt werden muß. Die Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit ist nutzlos, wenn in der Endlage der Schalttraverse ein Lichtbogen bestehen bleibt. Kurz gefaßt, der angeführte Schalter konnte durch vorgenommene Änderungen nicht leistungsfähiger gemacht werden, was auch von Fachleuten nicht ohne weiteres eingesehen werden kann, da dazu umfangreiche Versuchsunterlagen nötig sind. Die auf S. 1142 angeführten Versuche mit dem neuen dreipoligen Serienschalter der AEG ohne Löschkammer zeigen eben auch, daß es nur auf eine richtige Konstruktion des Schalters ankommt.

Aus den Versuchen mit den Löschkammern wird die Schlußfolgerung gezogen, daß dem so abgeänderten Schalter „eine Abschaltleistung von 500 000 kVA ohne weiteres zugemutet werden darf. Nur durch den Einbau von Löschkammern ist somit die Leistung des Schalters etwa verzehnfacht worden. Die so umgebauten Schalter haben sich

* Eingeg. am 9. XII. 1927.

[1] ETZ 1927, S. 1137 u. 1181.
[2] S. Abb. 7, S. 1139 der ETZ 1927.
[3] Die hier angegebene Abschaltleistung bedarf einer Korrektur vgl. die diesbezüglichen Bemerkungen weiter unten.



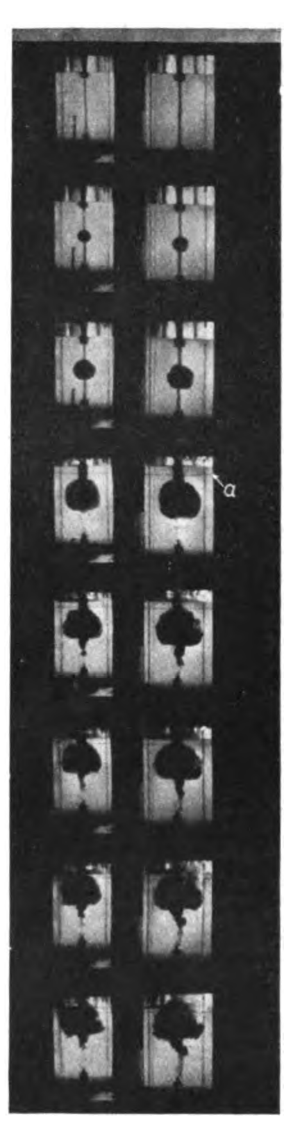
übrigens seither im praktischen Betrieb glänzend bewährt und Leistungen bis 470 000 kVA anstandslos bewältigt."

Diese Behauptung ist m. E. etwas zu optimistisch. Die in Betrieben auftretenden Kurzschlußabschaltungen lassen sich bekanntlich selten auf die wirklich erreichten Abschaltleistungen kontrollieren. Ich kenne z. B. eine Anlage, in welcher dreipolige Schalter älterer Konstruktion nach Angaben der Betriebsleitung wiederholt mehr als 200 000 kVA bei 25 kV anstandslos bewältigt haben sollen. Bei den Versuchen im Prüffeld hielten aber die gleichen Schalter nur 50 000 kVA aus. Der angeführten Zahl von 470 000 kVA kann nach meiner Auffassung somit eine wirkliche Bedeutung nicht zugeschrieben werden, denn es dürfen nur oszillographische Messungen zur Bewertung eines Schalters in Betracht gezogen werden.

Aus der erfolgreichen Abschaltung einer bestimmten Leistung darf noch nicht geschlossen werden, daß der Schalter mit gleichem Erfolg eine doppelt so große Leistung bewältigen kann. Die Versuche zeigen, daß eine Löschkammer durch die entwickelten Schaltergase bis aufs äußerste auf Druck beansprucht wird, so daß bei einer kleinen Überschreitung die Festigkeitsgrenze erreicht wird. Die im J. Am. Inst. El. Engs. 1927, S. 698, beschriebenen Schäden der Löschkammern von GEC-Schaltern für 750 000 kVA Abschaltleistung, die bereits bei 190 000 kVA aufgetreten sind, beweisen dies unzweideutig. In dieser Veröffentlichung wird als primäre Ursache der erwähnten Schäden die ungenügende Abstützung des äußeren Abschlusses der Explosionskammer angesehen. Dieser war anfänglich nur unten abgestützt und konnte dem Öldruck nicht widerstehen. Die Kammer wurde zertrümmert, und der Lichtbogen konnte sich am untern Teil der Druckkammer ansetzen. Ein solches Übergreifen des Lichtbogens auf den unteren Teil der Löschkammer kann auch vorkommen, wenn der Lichtbogen nicht rasch genug löscht. Bei den in der angeführten Quelle beschriebenen Versuchen war die Lichtbogenlänge nach meiner Schätzung kaum kleiner als die Unterbrechungsstrecke im Innern der Druckkammer. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Löschung erst außerhalb der Kammer erfolgt, ist also groß. Nach den ersten Versuchen wurden die Schalter umgebaut und einen Monat später die Abschaltungen wiederholt. Die Löschkammern wurden wiederum bei etwa 190 000 kVA zertrümmert. Die Tatsache, daß auch nach der Abänderung die Beschädigungen nicht vermieden werden konnten, erscheint als besonders schwerwiegend, und unser Mißtrauen gegen die Druckkammer wird dadurch nur erhöht. Die richtige Bemessung und Ausführung der Kammer, deren Verhalten von der jeweiligen Abschaltleistung abhängig ist, stößt auf große Schwierigkeiten. Eine Explosion der Kammer, die auf Druck immer sehr hoch beansprucht wird, ist leicht möglich und kann infolge des offen brennenden Lichtbogens und der Überbeanspruchung des angeblich entlasteten, schwach dimensionierten Kübels zum Aufreißen desselben führen.

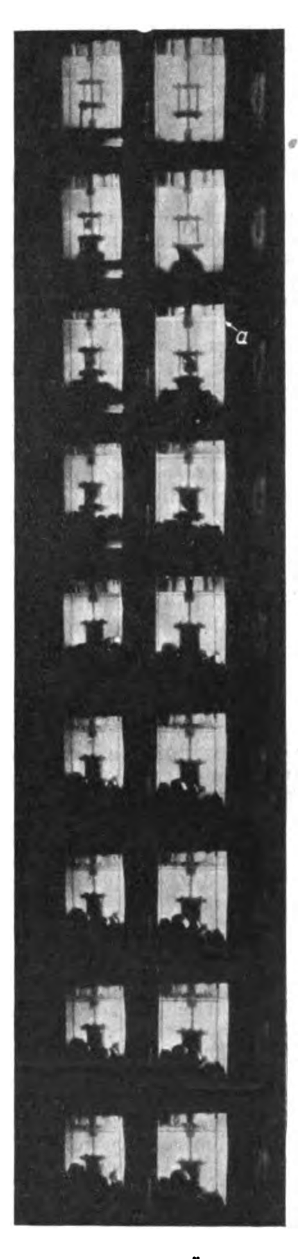
Zu erwähnen ist auch, daß die Druckkammer einen fast gänzlich abgeschlossenen Raum, der nur mangelhaft von frischem Öl durchspült werden kann, darstellt; die Gefahr einer Verrußung der Kammer ist somit groß, und solche Rußablagerungen führen unvermeidlich nach mehr oder weniger zahlreichen Abschaltungen zu Überschlägen in der Kammer. Sehr groß sind die Schwierigkeiten, eine Löschkammer druckfest zu gestalten, da der untere oder obere Abschluß aus Isolierstoff hergestellt werden muß. Nach unseren Versuchen arbeiten aber die Löschkammern mit Drucken bis 80 und 100 at. Dies erklärt auch die oben beschriebenen Schäden. Ein weiterer schwacher Punkt liegt darin, daß die normal angewendete Kontaktanordnung die Abhebungserscheinungen (Gefahr der Kontaktverschweißung) bei großen Stromstärken zeigen muß. Auf diesen Punkt gehe ich am Schlusse dieses Aufsatzes näher ein. Vorwegnehmend sei hier auf die Abb. 8 hingewiesen, die die Zerstörung durch Abhebekräfte in Tulpenkontakten nach einer einzigen Einschaltung auf 22 000 bis 35 000 A max. darstellen.

Die Frage der Ölkolbenbildung in den Schaltern mit Löschkammern bedarf einer etwas ausführlicheren Erörterung. Bekanntlich ist jede Abschaltung mit der Vergasung bzw. Verdampfung des Öles, mit dem Schmelzen und Verdampfen des Elektrodenmetalls verknüpft. In gewöhnlichen Schaltern wird dieses Gas frei um die Kontakte entwickelt und bildet eine rasch wachsende, kugelförmige Gasblase, welche die Kontakte umschließt (vgl. ETZ 1927, S. 1183, Abb. 13). Das oberhalb dieser Gasblase befindliche Öl wird bei genügender Abschaltleistung bzw. Schalterarbeit als Ganzes in Form eines Ölkolbens gegen den Schalterdeckel emporgeschleudert und füllt den oberhalb des normalen Ölspiegels zur Verfügung stehenden Raum aus. Dieser Vorgang wurde zum erstenmal von Brühlmann im Jahre 1925 beschrieben[4]. Die Ölkolbentheorie wurde seitdem durch die Erforschung des Abschaltvorganges mittels Aufnahmen mit der Zeitlupe in allen Einzelheiten bestätigt. Diesbezügliche Versuche im Prüffeld der A. G. Brown Boveri & Cie., Baden[5], wurden an einem Glasschalter mit Leistungen bis 12 000 kVA bei 4 kV durchgeführt, wobei mittels eines unter 45 ° gestellten Spiegels gleichzeitig zwei Projektionen des Schalters aufgenommen wurden. In der Abb. 1 sind einige Bilder einer Zeitlupenaufnahme dargestellt. Obwohl der Ölinhalt des Glasschalters demjenigen eines neuzeitlichen Schalters von 50 000 bis 80 000 kVA Abschaltleistung gleicht, ist die Bildung einer kugelförmigen Gasblase um die Kontakte und eines Ölkolbens oberhalb der Blase bereits bei 7000 kVA deutlich ersichtlich. Um den durch die Gase im Schalterinnern entstehenden Druck in gewünschten Grenzen zu halten, sieht man bei den üblichen Ölschalterkonstruk-



a ursprüngliches Ölniveau

Abb. 1. Ausschnitt aus einer Zeitlupenaufnahme einer Abschaltung von rd. 7000 kVA bei 4 kV in einem Glasschalter ohne Druckkammer.



a ursprüngliches Ölniveau

Abb. 2. Ausschnitt aus einer Zeitlupenaufnahme einer Abschaltung von rd. 8000 kVA bei 4 kV in einem Glasschalter mit Druckkammer.

[4] G. Brühlmann, Die theoretischen und praktischen Grundlagen für den Bau, die Wahl und den Betrieb von Ölschaltern, Bull. SEV Bd. 16, S. 89.

[5] Vgl. auch F. Kesselring, Beitrag zur Lösung des Ölschalterproblems, ETZ 1927, S. 1278 u. 1312.



tionen über dem Öl einen mit Luft oder Gas gefüllten Raum vor[6].

Auch bei der Verwendung von Löschkammern ist die Bildung eines Ölkolbens im Schalterkübel unvermeidlich, denn es kommt, wie leicht einzusehen ist, bei diesem Vorgang nur auf die entwickelte Gasmenge und auf die Geschwindigkeit an, mit welcher das Gas expandiert. Ob die Gase unter Druck in der Löschkammer erzeugt werden und dann durch die freigegebene untere, relativ große Öffnung unter sehr hohem Druck plötzlich im Schalterkübel expandieren, oder ob diese Gase an den frei im umgebenden Öl eintauchenden Kontakten zustande kommen, in beiden Fällen wird das oberhalb der Kontakte liegende Öl kolbenartig in die Höhe getrieben.

Die Abb. 2, die einen Ausschnitt aus einer Zeitlupenaufnahme wiedergibt, bestätigt diese Auffassung. Der Glasschalter wurde bei der Aufnahme mit einer Druckkammer, ebenfalls aus Glas, versehen. Die Abschaltspannung ist gleich und die Abschaltleistung 8000 kVA, d. h. 15 % höher als in der Abb. 1. Aus den Bildern ist die Entstehung eines Ölkolbens ohne weiteres ersichtlich und dies trotz einem bei dieser Aufnahme relativ kleinen Überdruck bis zu rd. 20 at in der Kammer. Unsere Beobachtungen haben weiter bestätigt, daß der Vorgang um so ausgesprochener wird, je höher der Überdruck in der Löschkammer ansteigt. Die Zeitlupenaufnahmen zeigen ferner, daß das Schaltergas nach seiner Expansion durch die untere Öffnung der Kammer in Form von großen, alle Schalterteile umhüllenden Blasen aufsteigt. Die Vorstellung einer Zerstäubung der aus der Druckkammer entweichenden Schaltergase erweist sich als irrtümlich aus den gleichen Gründen, die von der ursprünglichen Vorstellung von kleinen aufsteigenden Gasblasen im gewöhnlichen Schalter zu der oben erwähnten Ölkolbentheorie geführt haben. Die Frage, inwiefern dabei das Gas wirksamer gekühlt wird als beim Vorgang nach Abb. 1, ist übrigens nicht von Belang. Die Auspufföffnungen können so bemessen werden, daß die bei der Abschaltung entwickelten Gase aus dem Schalter ohne Bildung von nennenswertem Überdruck entweichen. Bei offener Unterbrechung genau wie bei der Löschkammer wird fast sämtliche Luft oberhalb des Ölspiegels bei heftigen Abschaltungen vom aufsteigenden Ölkolben durch die Auspufföffnungen hinausgedrückt. Die Gasblase und die Luft kommen jedoch im Schalter nicht in Berührung, so daß die Entstehung einer explosiblen Mischung während der Abschaltung unmöglich ist. Wird nach der Abkühlung der Schaltergase etwas Luft eingesaugt und mit dem zurückgebliebenen Schaltergas soweit gemischt, daß für eine Gasexplosion genügend Stoffe entstanden ist, so ist zu bedenken, daß im Zündungsmoment (sekundäre Schalterexplosion), auch wenn die Zündung während einer zweiten Kurzschlußauslösung stattfindet, keine wesentliche Vorkompression im Schalterinnern vorhanden sein kann. Der dabei entstehende Überdruck ist für die heutige Schalterkonstruktion, wie Versuche zeigen, ungefährlich, da zur Verhütung von primären Explosionen alle Schalterteile für den im Augenblick der Abschaltung entstehenden größeren Gasdruck bemessen werden müssen.

Die experimentellen Untersuchungen über den Wechselstrom-Lichtbogen unter Öl zeigen, daß die Lichtbogenlänge von der wiederkehrenden Spannung, welche an den Schaltelektroden sofort nach jeder Löschung erscheint, abhängig ist. Diese Tatsache wurde in den schweizerischen Richtlinien über die Wahl und die Prüfung von Ölschaltern dadurch berücksichtigt, daß für die Berechnung der Abschaltleistung der Begriff der Abschaltspannung bzw. der wiederkehrenden Spannung eingeführt wurde, weil sie für die Schalterarbeit und für die dadurch entstehende Beanspruchung des Schalters bestimmend ist. Der Unterschied zwischen der Abschaltspannung und derjenigen vor dem Kurzschluß ist bekanntlich bei Generatorenkurzschlüssen besonders groß. Die Ölschalterversuche, besonders unter Benutzung von Kurzschlußgeneratoren, müssen wegen der Gleichstromkomponente, die den Abschaltvorgang begünstigen kann, so durchgeführt werden, daß die Stromunsymmetrie einigermaßen verschwunden ist, bevor die Schalterkontakte sich öffnen. Dies bedingt eine kleine Verzögerung der Schalterauslösung, was immer mit der Abklingung des Kurzschlußstromes und der wiederkehrenden Spannung verknüpft ist. Daß diese Erscheinung auch bei dem von der AEG verwendeten Generator von 15 000 kVA auftreten muß, beweisen die von G. Stern und J. Biermanns im Jahre 1916 veröffentlichten Oszillogramme[7]. Meine Erfahrungen zeigen, daß auch bei Generatoren von 30 000 kVA, welche dazu noch viel größere Streuspannung als der erwähnte Generator haben, die Spannung während eines Kurzschlusses von einer Gesamtdauer von 0,08 bis 0,12 s auf 80 % ihres ursprünglichen Wertes abklingt. Die Berechnung der Abschaltleistung mit der Spannung vor dem Kurzschluß entspricht deshalb der wirklichen Schalterbeanspruchung nicht und ist m. E. unzulässig. Auch eine zu kurze Einstellung der Auslöseverzögerung ist nicht statthaft, da eine Begünstigung der Abschaltung durch das Gleichstromglied stattfinden kann.

Die zur vollen Ausnutzung des Generators bei einphasigen Versuchen benutzte Kunstschaltung nach Abb. 3 (ETZ 1927, S. 1139, Abb. 7) hat die zwei folgenden auf den Abschaltvorgang günstig einwirkenden Eigenschaften: Will man bei dieser Anordnung die Abschaltleistung ausrechnen, so soll man auch hier die wiederkehrende Spannung einführen, d. h. für den vorliegenden Fall

$$1{,}5\,\frac{E_v}{\sqrt{3}} = 1{,}5\,\frac{8150}{\sqrt{3}} = 7060\ \text{V},$$

wie dies aus ETZ 1927, S. 1139, Abb. 4, ohne weiteres hervorgeht. Die vom Schalter bewältigte Abschaltleistung berechnet sich somit ohne Berücksichtigung der Abklingung der Spannung zu

$$P = 2\,J_a\,E_a = 2 \,.\, 11\,000\ \text{A} \,.\, 7{,}06\ \text{kV} = 156\,000\ \text{kVA}$$

anstatt der in der Zahlentafel 6 (S. 1182) angegebenen 180 000 kVA. Diese Kunstschaltung ist außerdem mit der normalen Einphasenschaltung nicht gleichwertig, da, wie Versuche zeigen, die Abschaltung durch magnetische Beeinflussung der benachbarten, nicht gleichzeitig auslöschenden Lichtbogen unter Umständen und je nach Anordnung stark begünstigt werden kann.

In der Zahlentafel 7 (S. 1184) werden Abschaltleistungen eingesetzt, die aus den Versuchen an zwei Polen (vgl. ETZ 1927, S. 1184, Abb. 15) eines dreipoligen Schalters abgeleitet sind, und zwar wird die von zwei Polen des Schalters unterbrochene Leistung mit 1,5 multipliziert, um die zulässige Leistung des Schalters zu erhalten. Daß diese Umrechnung physikalisch nicht begründet sein kann, zeigt folgende Überlegung: Das vorhandene Luftkissen und die allgemeine Festigkeit des Schalters werden durch die Verwendung aller drei Pole nicht geändert, die entwickelte gesamte Gasmenge und die Beanspruchung des Schalters steigen entsprechend der Abschaltleistung auf den 1,5fach größeren Betrag. Über das Verhalten des Schalters bei dieser Leistung kann also nur ein entsprechender Versuch Aufschluß geben. Im übrigen ergibt die Versuchsanordnung nach erwähnter Abb. 15 für den erstlöschenden Pol genau die gleiche, für den letztlöschenden Pol nur 15 % höhere wiederkehrende Spannung als bei normalen dreiphasigen Kurzschlüssen. Unter Voraussetzung gleicher Abschaltleistung wird die Beanspruchung der dreipoligen Schalter bei dieser Prüfmethode um 30 % kleiner als bei der üblichen Anordnung. Schon aus diesem Grunde ist die Einführung eines Umrechnungsfaktors 1,5 unzulässig.

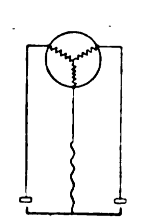


Abb. 3. Kunstschaltung zur Erhöhung der Prüfleistung für einpolige Schalter.

Den auf S. 1183 (Abb. 11 und 12) und S. 1185 angeführten Resultaten von Vergleichsversuchen zwischen Vielfachunterbrechung und den Löschkammern möchte ich folgende Netzversuche gegenüberstellen, wobei, um den Vergleich mit den bis jetzt veröffentlichten Zahlen zu ermöglichen, die Abschaltleistungen nach den amerikanischen Richtlinien angegeben sind. — Im Jahre 1925 wurden 150 kV-Schalter von Brown, Boveri & Cie. mit Vielfachunterbrechung von der American Gas- & El. Co. in Canton im 132 kV-Netz auf ihre Leistungsfähigkeit untersucht. Es handelte sich damals um eine Garantieprüfung, wobei vorsichtshalber die Abschaltleistung nur langsam gesteigert wurde. Bei den letzten Versuchen arbeiteten Zentralen mit 512 000 kVA Gesamtleistung bei der normalen Netzspannung von 132 kV auf die Kurzschlußstelle. Die erreichte größte dreiphasige Abschaltleistung betrug 725 000 kVA, eine Leistung, die bis dahin bei keinem Netzversuch erreicht wurde. Die Schalter konnten ohne Störung siebenmal hintereinander mit 1 min Zwischenzeit ein- und ausschalten, was allgemein als eine unvergleichliche Höchstleistung bezeichnet wurde. Bei diesen Versuchen trat kein Ölverlust auf, und als einzige von außen beobachtete Erscheinung konnte das Ausströmen von Schaltergasen gesehen werden. Der Kontaktabbrand war sehr gering, das Öl war nicht verrußt und änderte seine dielektrischen Eigenschaften nicht. Die Lichtbogendauer betrug 4 bis 7,5 Per. Im ganzen wurden 26 Abschaltungen durchgeführt[8].

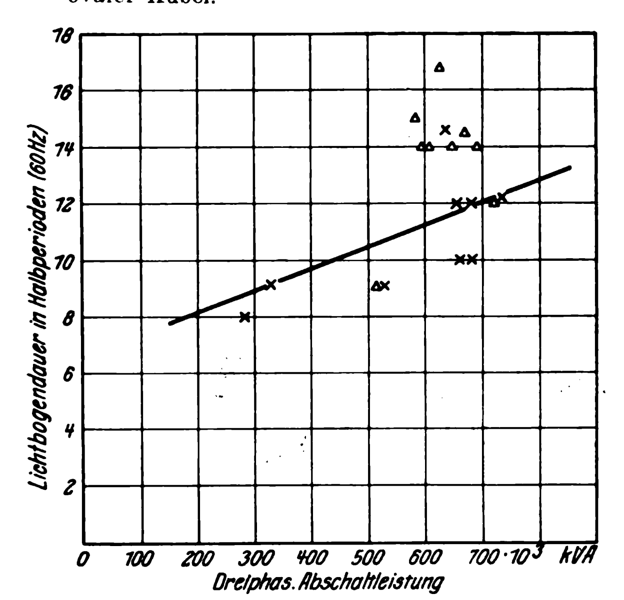
[6] G. Brühlmann, wie Fußnote 4.

[7] ETZ 1916, S. 617 u. 635.

[8] Vgl. a. High Voltage Circuit Breaker Tests, El. World Bd. 85, S. 970.

Seitdem hat die gleiche Gesellschaft im gleichen Netz Abschaltversuche mit Ölschaltern der General Electric Co. mit zweifacher Unterbrechung und Druckkammern durchgeführt[9]. Es gelangten folgende Schalter zur Untersuchung:

1. Schalter Type FHKO 39 B, 132 kV Nennspannung, runder Kübel;
2. Schalter Type FHKO 136 B, 132 kV Nennspannung, ovaler Kübel.



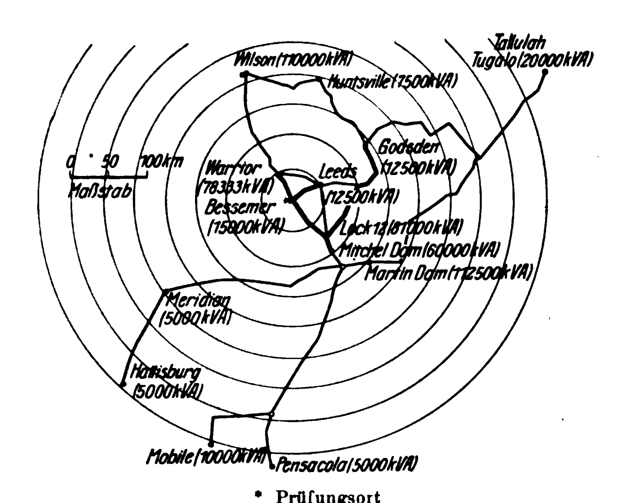
△ Schalter mit Löschkammer
× BBC-Schalter mit Vielfachunterbrechung

Abb. 4. Ergebnisse der bis jetzt in 132 kV-Anlagen bekanntgewordenen Abschaltversuche.

Mit dem ersten Schalter wurden im ganzen 26 Schaltungen gemacht, wobei er Leistungen bis 730 000 kVA gut abschaltete. Die Lichtbogendauer betrug bis 7,5 Per. Die Versuche mit dem zweiten Schalter waren dagegen mit vielen Schwierigkeiten verbunden, sie mußten zweimal wegen schwerer Schalterbeschädigungen, und zwar schon bei relativ kleinen Leistungen von etwa 190 000 kVA, unterbrochen werden, wie dies bereits oben erwähnt wurde, und konnten erst nach Vornahme von Verbesserungen fünf Monate später zu Ende geführt werden. Die aufgetretenen Schäden sind die folgenden: Aufgerissene Schweißnaht am Kübel, Zerstörung der Druckkammern; bei der zweiten Serie: Isolatorenunterteile in zwei Schaltern zertrümmert, Kübel stark ausgebaucht, zahlreiche Überschläge in den Druckkammern. Nach der durchgeführten Umkonstruktion schaltete der Schalter bis 625 000 kVA wiederholt und einwandfrei ab. Die Lichtbogendauer erreichte 8,5 Per.

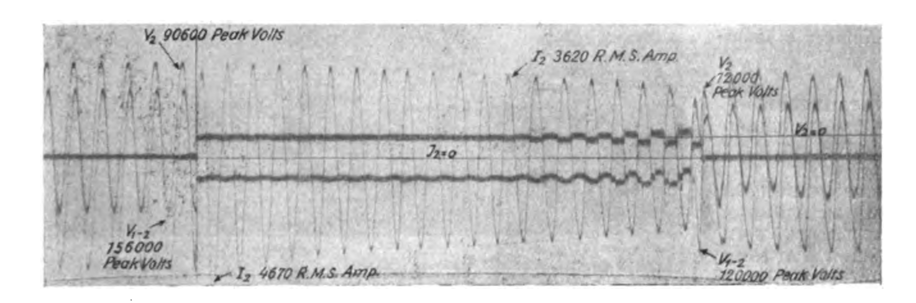
Außer dem unvergleichlich besseren allgemeinen Verhalten der Schalter mit Vielfachunterbrechung kann man zur Beurteilung und zum Vergleich der Versuchsresultate am besten die erreichten Abschaltdauern gegenüberstellen. Zu diesem Zweck sind in Abb. 4 die Lichtbogendauer für 150 kV-BBC-Schalter und diejenige der beiden GEC-Schalter in Funktion der abgeschalteten Dreiphasenleistung aufgetragen. Der Vergleich ist durchaus zugunsten der erstgenannten Schalter.

Im Monat Mai 1927 wurden Versuche mit den BBC-110 kV-Schaltern bei der Alabama Power Co. durchgeführt; sie brachten wiederum einen neuen Beweis der Leistungsfähigkeit und der Überlegenheit der Vielfachunterbrechung. In der Abb. 5 ist das 110 kV-Versuchsnetz mit den speisenden Zentralen dargestellt. Die Generatorenleistung betrug bei den meisten Versuchen 534 333 kVA, davon rd. 372 000 kVA in einer Entfernung unter 120 km vom Prüfungsort. Es wurden wiederholt und erfolgreich mit 2 min Zwischenzeit dreiphasige Abschaltleistungen bis 675 000 kVA bei 110 kV bewältigt, wobei die höchste Kurzschlußleistung, gerechnet als Produkt aus Spannung vor dem Kurzschluß und dem Effektivwert der ersten Stromwelle, 1 000 000 kVA erreichte. Der Kurzschlußpunkt blieb bei den meisten Versuchen ungeerdet, was bekanntlich in einem Netz mit direkt geerdetem Nullpunkt eine 1,5mal schärfere Beanspruchung der Schalter bedingt. Bei der vierten Abschaltung traten infolge eines Fabrikationsfehlers Überschläge im Schalterinnern auf. Trotz dieses Fehlers hielten die Schalter auch die dadurch bedingte erhöhte Beanspruchung anstandslos aus, indem der Kurzschluß unter etwas stärkerem Rauch- und Ölauswurf abgeschaltet wurde. Da es sich nicht um einen Prinzipfehler handelte, konnte er leicht behoben werden, worauf fünf weitere Schaltungen mit bestem Erfolg gemacht wurden. Die größte Lichtbogendauer betrug 7,5 Per., es trat praktisch kein Ölauswurf auf, die Rauchentwicklung war geringfügig. Die wiederkehrende Spannung (vgl. Abb. 6) erreichte rd. 80 % der Spannung vor dem Kurzschluß bei einer gesamten Kurzschlußdauer von 20 Per. Die Schalter waren nach den Versuchen in vollkommen betriebsfähigem Zustande. Solch gewaltige Leistung wurde bis jetzt bei keinen je gemachten Kurzschlußversuchen bei dieser Spannung erreicht und stellt somit wiederum einen Rekord dar.



• Prüfungsort

Abb. 5. Das 110 kV-Netz der Alabama Power Co. bei den Kurzschlußversuchen an 110 kV-BBC-Schaltern; gesamte Maschinenleistung 534 333 kVA.



Spannung vor Kurzschluß 110 kV
max. Kurzschlußleistung 1 Mill. kVA
Abschaltstrom (Mittel aus drei Strömen) 3550 A
Abschaltleistung 675 000 kVA (nach amerik. Richtlinien)
Lichtbogendauer 7,5 Per. (60 Hz)
Abklingen der Spannung auf 80 %

Abb. 6. Abschaltung eines dreiphasigen Kurzschlusses durch BBC-Schalter mit Vielfachunterbrechung. Kurzschlußpunkt nicht geerdet.

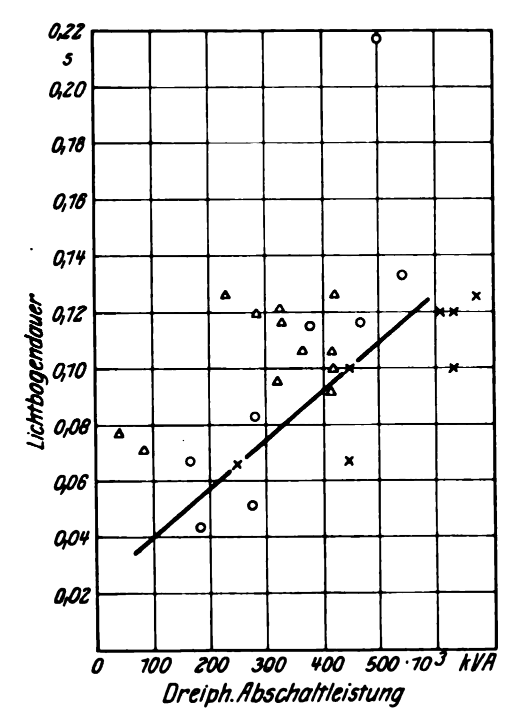
Zum Vergleich ziehen wir frühere Versuche heran, die im gleichen Netz der Alabama Power Co. mit den 110 kV-Schaltern der GEC und der Westinghouse Co. durchgeführt worden sind[10]. Dazu ist noch besonders zu bemerken, daß diese Resultate erst nach vorbereitenden Versuchen erreicht wurden. Die GEC-Schalter (110 kV, Type K 28) hatten Druckkammern und zweifache Unterbrechung. Die Kurzschlüsse, die zwischen einer Phase des geerdeten Netzes und Erde eingeleitet wurden, schaltete der Schalter nur ab. Die abgeschaltete Leistung betrug 141 000 kVA,

[9] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 698; ETZ 1927, S. 1185.

[10] J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 43, S. 430 u. 436.

was einer Beanspruchung der Schalter in einem geerdeten Netz, geerdeten Kurzschlußpunkt vorausgesetzt, bei einer Abschaltung von 423 000 kVA dreiphasig entspricht. Die gleiche Beanspruchung wird wahrscheinlich in einem ungeerdeten Netz bereits bei der Abschaltung von 282 000 kVA erreicht. Die Lichtbogendauer betrug 7,8 Per. — Der Westinghouse-110 kV-Schalter besaß zweifache Unterbrechung. Die dreiphasige Gruppe schaltete bei geerdetem Kurzschlußpunkt im Maximum 470 000 kVA ab, wobei eine Lichtbogendauer von 7 Per. erreicht wurde. Mit einem Pol wurden dann 180 000 kVA bei Phasenspannung abgeschaltet. Lichtbogendauer 13 Per.

Zur Beurteilung der Versuchsresultate sind in Abb. 7 die bei allen diesen Versuchen gemessenen Lichtbogendauern in Funktion der Abschaltleistung aufgetragen und denjenigen der BBC-Schalter gegenübergestellt. Dieses Bild, das die bedeutend kürzere Abschaltzeit dieser letzteren deutlich hervorhebt, beweist m. E. unzweideutig die Überlegenheit der seit Jahren erprobten Vielfachunterbrechung mit Kugelkontakten. Die 110 kV-BBC-Schalter haben bei diesen Versuchen die von keinem anderen Schalter erreichten Abschaltzeiten bei bis jetzt je bewältigten



△ Löschkammer ○ Zweifach-Unterbr. × Vielfach-Unterbr.

Abb. 7. Lichtbogendauer bei den bis jetzt in 110 kV-Anlagen bekanntgewordenen Abschaltversuchen.

Abschaltleistungen gezeigt. Besonders hervorzuheben ist, daß gar keine mechanischen Schäden zu verzeichnen waren, was auf eine zweckentsprechende Bemessung aller Schalterteile zurückzuführen ist.

Wir kommen noch auf die Abhebungserscheinungen beim Einschalten auf bestehenden Kurzschluß in Anlagen mit großem Kurzschlußstrom zurück. Oft führt man diese Erscheinungen auf einen rein thermischen Vorgang zurück und glaubt, daß durch Anwendung von Ölschaltern für größere Nennströme die Gefahr einer Kontaktverschweißung verkleinert bzw. vermieden werden kann. Daß dies nicht zutreffen kann, zeigen nachstehende Überlegungen und Versuchsresultate:

Beim Einschalten des Schalters bildet sich im Schalter eine Stromschleife, die nach bekannten Gesetzen der Elektrodynamik sich zu erweitern sucht. Die auftretenden Kräfte suchen die Einschaltbewegung des Schalters zu verhindern, und Rechnung sowie Versuche zeigen, daß es sich hierbei um bedeutende Kraftwirkungen handelt. Außerdem tritt im ersten Augenblick der Kontaktberührung auch bei Schaltern für größere Nennstromstärke ein punktförmiger Stromübergang auf. Die Stromlinien werden dadurch an der Übergangstelle eingeschnürt und erzeugen ebenfalls kontaktabstoßende Kräfte. Auch hier zeigt die Rechnung, daß die Kräfte sehr große Werte erreichen können. Schließlich sei noch die Kraftwirkung durch den sog. Flüssigkeitsdruck erwähnt, welche durch die im ersten Einschaltmoment im Lichtbogen entwickelten Gase bzw. Metalldämpfe erzeugt wird und die Kontakte voneinander zu entfernen sucht. Diese Erscheinungen konnten im Prüffeld der A. G. Brown, Boveri & Cie. durch Versuche direkt nachgewiesen werden[11], und es ist nun klar, daß es sich bei der Kontaktabhebung nicht nur um einen rein thermischen Vorgang, der zweifellos ebenfalls vorhanden ist, handeln kann. Die Abhebungserscheinungen können durch Verwendung von Schaltern mit größeren Nennstromstärken nicht verhindert werden.

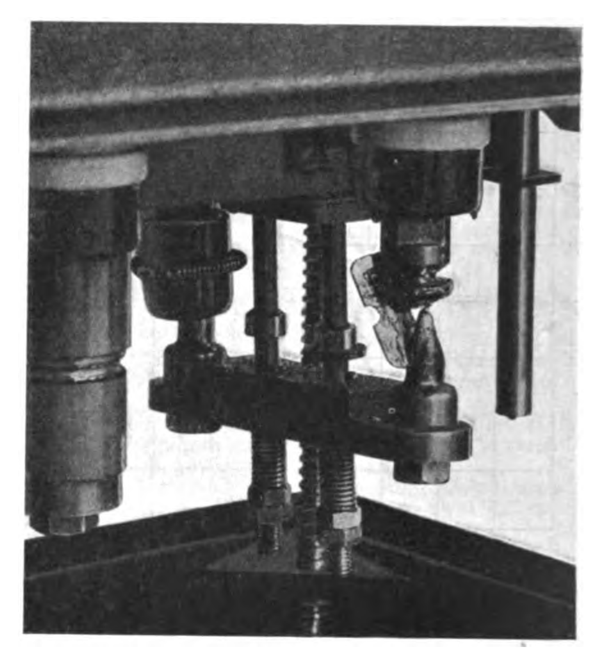


Abb. 8. Folgen einer einzigen Einschaltung auf bestehenden Kurzschluß mit einem Schalter mit Tulpenkontakten.

Um die zerstörende Wirkung des Einschaltlichtbogens und der elektrodynamischen Kräfte in der für die Druckkammer üblichen Kontaktanordnung (Tulpenkontakte) anschaulich darzustellen, führen wir die Abb. 8 an. Nach einer einzigen Einschaltung auf Kurzschluß mit 22 000 bis 35 000 A max, von einer außerordentlich kurzen Dauer von nur 0,05 s, wie dies aus dem Oszillogramm Abb. 9 ersichtlich ist, wurden die Kontakte trotz einer Vorspannung von 9,5 kg für 1 Segment in abgebildeter Weise zerstört und zusammengeschweißt. Der Schalter konnte nur mit Hilfe von Meißel und Hammer geöffnet werden.

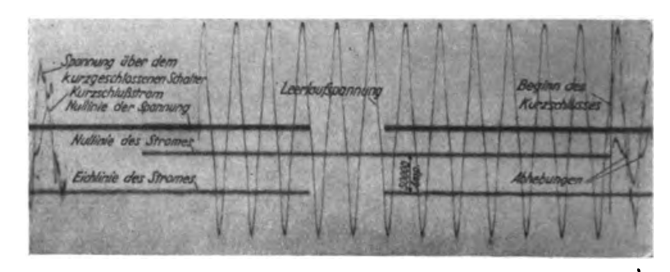


Abb. 9. Einschaltung auf Kurzschluß beim Versuch der Abb. 8. Die Spannung über dem Schalter nach der Kontaktberührung ist durch den Abfall im Lichtbogen verzerrt.

Es gelingt nicht, diese Gefahrquelle durch Erhöhen des Kontaktdruckes oder durch Verwendung unterteilter Kontakte (Fingerkontakte, Tulpenkontakte usw.) zu vermeiden; es kann nur bei verschiedenen Konstruktionen die maximal zulässige Stromspitze mehr oder weniger hoch gebracht werden. Der in ETZ 1927, S. 1187 angegebene Wert von 50 000 A reicht jetzt schon in vielen Anlagen nicht mehr aus, aus welchem Grund auch die AEG es für notwendig gefunden hat, in der neuen Kurzschlußstation (s. S. 1140) Stromstärken von einigen hunderttausend Amp. zur Verfügung zu haben. Diese Schwäche der üblichen Kontaktanordnung wird indirekt anerkannt, indem allgemein empfohlen wird, Verteilungs-

[11] Vgl. A. Roth, Hochspannungstechnik, S. 411. Verlag Julius Springer, Berlin 1927. — G. Brühlmann, wie Fußnote 4.



anlagen so zu unterteilen, daß die einzelnen Betriebe Kurzschlußströme unterhalb der für die Schalter mit normalen Kontakten zulässigen Stromstärke aufweisen. Denn unseres Wissens ist es keiner Konstruktionsfirma gelungen, eine ebenso vollkommene Lösung wie die nachstehend beschriebene zu finden.

Zur Kompensierung der Abhebekräfte verwendet BBC die durch Patente geschützten ringförmigen Klotzkontakte, von denen jeder mit einem Solenoid aus mehreren Windungen versehen ist. Die beiden Solenoide eines Kontaktpaares ziehen sich an mit einer Kraft, welche dem Quadrat des Stromes proportional ist und die die Abhebekräfte kompensiert. Durch direkte Versuche wurde die Anzahl der Windungen der Solenoidkontakte gerade so gewählt, daß ihre Anziehungskraft immer die Abhebekraft vollkommen aufhebt. Damit erreicht man gleichzeitig, daß beim Abschalten die Traversenbewegung keine Verzögerung erleidet. Durch diesen sinnreichen Kunstgriff ist es möglich, Schalter herzustellen, die unabhängig von der Nennstromstärke wiederholt und gefahrlos, ohne nennenswerte Lichtbogenbildung, Zerstörung oder Verschweißung der Kontakte, auf Kurzschlußströme bis 80 000 A max. einschalten können[12]. Die

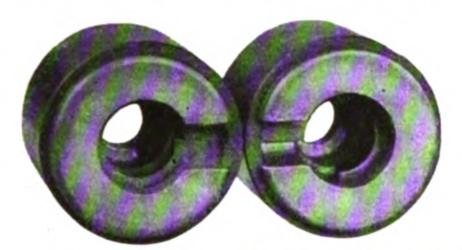
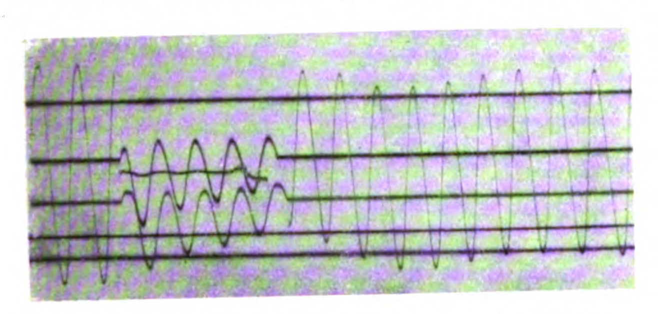


Abb. 10. Kontaktfläche zweier Solenoidkontakte nach einer Einschaltung auf 81 000 A Kurzschlußstrom. Die Kontakte zeigen nur schwache Brandstellen.

Abb. 10 stellt die Kontaktfläche zweier Solenoidkontakte nach einem solchen Versuch dar. Ein Vorteil der Anordnung ist ferner, daß auch die auf die Schaltertraverse wirkende, die Einschaltbewegung hemmende Kraft ebenfalls kompensiert wird, so daß der gefährliche Fall, bei welchem das Drehmoment bei Fern- oder Handantrieb nicht genügt, um die Endstellung beim Einschalten zu erreichen, wodurch Stehlichtbogen entstehen, nicht eintreten kann. Im übrigen sei noch erwähnt, daß die kleinste dreipolige Schaltertype mit Solenoidkontakten der Serie III für eine Nennspannung von 11 kV bei Kurzschlußversuchen in Baden wiederholt und anstandslos die maximal zur Verfügung stehende Abschaltleistung von rd. 185 000 kVA dreiphasig (gerechnet nach den ameri-

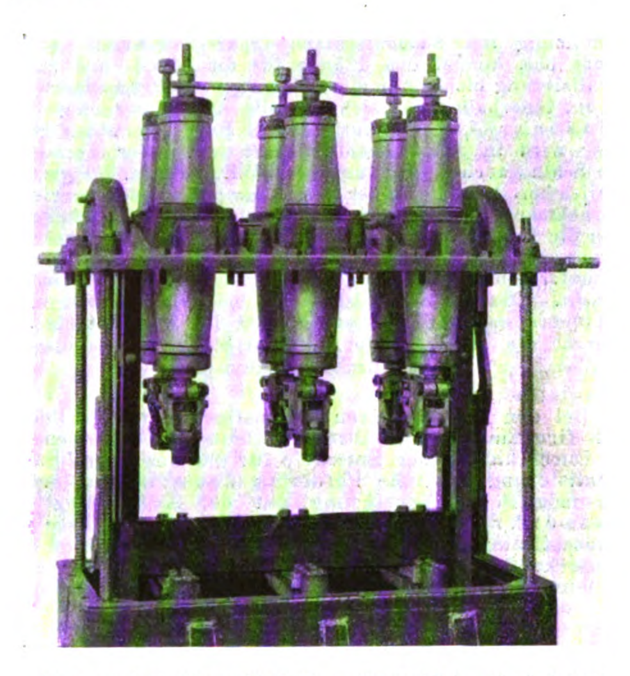


Spannung vor Kurzschluß 5,5 kV
Einschaltstrom 62 000 A max.
max. Kurzschlußleistung 342 000 kVA
Ausschaltstrom 16 450 A eff. (Wechselstr.) bzw. 19 300 A eff. (mit Gleichstromglied)
wiederkehrende Spannung 4 kV
Abschaltleistung 115 000 kVA, nach amerik. Richtlinien 185 000 kVA

Abb. 11. Ein- und Ausschaltung eines dreiphasigen Kurzschlusses durch dreipoligen Einkesselschalter mit Solenoidkontakten, Serie III, 11 kV.

kanischen Richtlinien) abgeschaltet hat. In der Abb. 11 ist ein bei diesen Versuchen aufgenommenes Oszillogramm wiedergegeben. Es trat dabei kein Ölauswurf auf, und der Schalter blieb nach mehrmaligem Ein- und Ausschalten in vollkommen betriebsfähigem Zustande. Die höchste Stromspitze, welche bei diesen Versuchen erreicht wurde, war 72 500 A, die größte Einschaltleistung rd. 350 000 kVA.

Ebenso erfolgreich hat der nächst größere Schalter mit Solenoidkontakten der Serie IV in einem normal belasteten 15 kV-Netz mit 100 000 kVA Maschinenleistung oszillographisch gemessene Abschaltleistungen von etwa 214 000 kVA (gerechnet mit der Spannung vor dem Kurzschluß), entsprechend 164 000 kVA nach der Rechnungsweise mit der wiederkehrenden Spannung, mehrmals bewältigt. Der Abschaltstrom betrug 8050 A bei 11,8 kV wiederkehrender Spannung, die max. Kurzschlußleistung rd. 340 000 kVA. Nach 15 Abschaltungen befand sich der Schalter in vollständig betriebsfähigem Zustand (Abb. 12). Der Kontaktabbrand war mäßig, ebenso der Ölauswurf.



Max. erreichte Kurzschlußleistung 340 000 kVA; Abschaltstrom 8050 A eff.; wiederkehrende Spannung 11,8 kV; Abschaltleistung 164 000 kVA, gerechnet mit Betriebspannung: 214 000 kVA

Abb. 12. Dreipoliger Einkesselschalter der Serie IV nach 15 Kurzschlußabschaltungen in einem 15 kV-Netz.

Zu bemerken ist, daß die äußeren Abmessungen dieser neuen Schalter gegenüber den älteren Schalterkonstruktionen entsprechender Serien unverändert beibehalten werden konnten. Die erhebliche Erhöhung der Abschaltleistung wurde nur durch eine richtige Bemessung aller Schalterteile erreicht.

Die Zeiten sind vorüber, wo man Schalter nur auf Grund konstruktiver Betrachtungen bauen konnte. Das gegenwärtige Entwicklungsstadium der Elektrotechnik stellt an diese Apparate ganz andere Anforderungen. Der Bau neuzeitlicher Hochleistungsschalter ist ohne genügende Kenntnisse der physikalischen Vorgänge beim Ein- und Ausschalten heftiger Kurzschlüsse nicht möglich. Eine strenge mathematische Behandlung der Aufgabe scheitert heute noch an der Kompliziertheit der Probleme. Dagegen hat die experimentelle Erforschung der Abschaltvorgänge erlaubt, der Lösung des Ölschalterproblems näher zu treten. Die eingehenden systematischen Studienversuche, welche Abschaltungen unter allen möglichen Bedingungen und unter Aufwendung größter Leistungen umfassen, haben es ermöglicht, die Beanspruchung der Schalter bei Kurzschlüssen vorauszubestimmen. Die auf diesem Gebiet bei der A. G. Brown, Boveri & Cie. vor Jahren eingeleiteten Forschungsarbeiten haben sichere Grundlagen für die Berechnung der Ölschalter beschafft, und die oben beschriebenen Versuche zeigen zur Genüge, welche Resultate man auf diesem Wege bereits erreicht hat.

[12] Es sind auch Solenoidkontakte bis 160 000 A max. entwickelt worden, die in Sonderfällen mit Spezialkonstruktionen angewendet werden.

Wasserkraftausnutzung an Mosel und Saar.

Von Dr. **Kreuzkam,** Berlin-Wilmersdorf.

Übersicht. **Während die Verhältnisse der Nachkriegszeit es der Reichsregierung nicht möglich machten, einer Ausführung der Mosel- und Saarkanalisierung näher zu treten, hat die Interessengemeinschaft zur Förderung der Kanalisierung von Mosel und Saar den Plan wieder aufgegriffen, hauptsächlich, um bei der stark angespannten wirtschaftlichen Lage des eigentlichen Moselgebiets letzteres zu entlasten. Da sich dieser Gedanke aber nicht als ausreichend tragfähig erwies, um durch ihn allein die Bauwürdigkeit der Moselkanalisierung zu begründen, und das Saargebiet sich seit einiger Zeit dem Projekt einer direkten Verbindung mit Süddeutschland (Saar-Pfalz-Kanal) zugewandt hat, kommt den Plänen für die Mosel- und Saarkanalisierung bisher nur die Bedeutung von Rahmenentwürfen zu, innerhalb deren sich aber die Ausnutzung der Wasserkräfte mit Aussicht auf Erfolg vertreten läßt. Diese wird in dem Artikel erörtert, wobei der Verfasser zum Schluß auch die Stellung des RWE erwähnt, das grundsätzlich bereit ist, die an der Mosel/Saar anfallende Energie zu übernehmen. Es wird auf Grund bestehender Abmachungen auch die Produktion des Saarkraftwerks Mettlach in seinem Versorgungsgebiet verwenden und hat die Konzession für die unterhalb Mettlach liegende Saarstaustufe Serrig nachgesucht. Die erste Moselstaustufe bei Koblenz will man vereinbarungsgemäß spätestens 1929 in Angriff nehmen, während die Pläne für die weiteren Staustufen an diesem Fluß erst noch näher durchzuarbeiten sind.**

Bei den gegenwärtigen ungünstigen wirtschaftlichen und finanziellen Verhältnissen Deutschlands erscheint die Durchführung der Entwürfe für die Mosel- und Saarkanalisierung bzw. die Förderung dieses Unternehmens nur möglich in Verbindung mit der Ausnutzung der Wasserkräfte. Der Ausbau der beiden Flüsse zu Großschiffahrtstraßen muß daher einstweilen hinter die Wasserkraftausnutzung zurücktreten. Der Weg, vorderhand die Ausnutzung der Wasserkräfte mit Anlagen

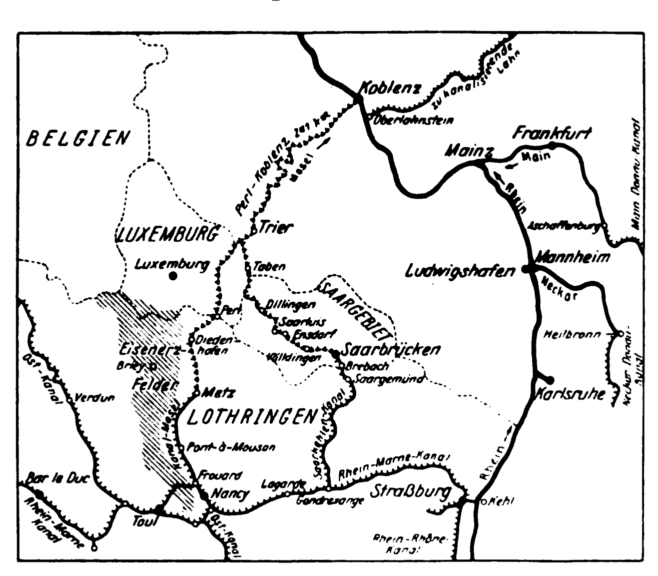


Abb. 1. Wasserstraßenkarte Westdeutschlands mit Hervorhebung der schiffbar zu machenden Mosel und Saar.

für die bestehende Schiffahrt und dann erst den Ausbau der Wasserläufe zu leistungsfähigen Schiffahrtstraßen ins Auge zu fassen, erscheint auch insofern zweckmäßig, als auf dieser Grundlage am besten das Baukapital unter Heranziehung der Hauptinteressenten zusammengetragen, die Inangriffnahme der Arbeiten am ehesten gewährleistet und so wenigstens der stufenweise Ausbau der Wasserstraßen erreicht werden kann. Naturgemäß handelt es sich zunächst darum, daß den Interessenten der Ausbau der durch ihre Kraftausbeute besonders wirtschaftlichen Stufen gestattet wird. Die Überschüsse aus diesen Stufen werden dann z. T. zu Rücklagen verwendet, aus denen später die Baukosten für die Schiffahrtsanlagen und die weniger wirtschaftlichen Stufen gedeckt werden können. Diese Frage muß natürlich von Fall zu Fall beurteilt werden, wobei immerhin bemerkt werden mag, daß die Kraftstufen an der Mosel und Saar zu einem wesentlichen Teil als rentabel anzusehen sind (Abb. 1).

Bereits im Jahre 1909 sind von dem Reg.- und Baurat Werneburg, Köln, im Auftrage der Interessenten und 1910 vom Preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten Denkschriften über die Verwertung der Wasserkräfte bei etwaiger Kanalisierung der Mosel und der Saar bearbeitet worden. Die Ergebnisse sind aber gänzlich überholt. Für die Moselstrecke von Perl bis Koblenz wurde bei 32 Staustufen und 82 m Gesamtgefälle mit einer mittleren Leistung von 35 000 PS gerechnet, bei der Saar von Ensdorf bis Conz bei 16 Staustufen von 50 m Gesamtgefälle mit 10 000 PS. Demgegenüber berechnete 1914 die Landesanstalt für Gewässerkunde die vorhandenen natürlichen Wasserkräfte (Rohwasserkräfte) der Mosel in Preußen im Jahresmittel zu 234 000 PS und die neun Monate lang im Jahre nicht unterschrittene natürliche Wasserkraft zu 74 700 PS, der Saarstrecke von Taben bis Conz zu 21 000 PS bzw. 6300 PS. Die gesamte auf den beiden Flußstrecken vorhandene natürliche Wasserkraft betrug danach zusammen im Jahresmittel 270 000 PS und neun Monate hindurch im Jahre 81 000 PS.

Bei den neuesten Ermittlungen des 1918 errichteten Staatlichen Vorarbeitsamtes für die Staueregelung der Mosel und der Saar in Trier (1918/1922)[1] ergab sich, daß die gesamte erreichbare Jahresleistung aller preußischen Moselstaustufen bis zur deutschen Grenze sich auf 394 Mill. kWh berechnet, die Jahresleistung der Saar auf 48 bis 52 Mill. kWh, je nach Wahl der auszuführenden Variante, zusammen also 442 bis 446 Mill. kWh.



Abb. 2. Staustufen an der Mosel und Saar.

Im einzelnen ist bei der Bearbeitung der Entwürfe der Gesichtspunkt maßgebend gewesen, die Stauhaltungen auf der gesamten Strecke möglichst niedrig zu halten. Dabei ergaben sich für die deutsche Mosel bis zur elsaß-lothringischen Grenze 20 Stauhaltungen, von denen drei oberhalb der Saarmündung an der preußisch-luxemburgischen Grenzstrecke der Mosel liegen. An der Mosel sind an folgenden Orten Staustufen mit Schleusen vorgesehen: Koblenz, Winningen, Lehmen, Hatzenport, Treis, Fankel, Nehren, Bullay, Pünderich bzw. Reil (bei dieser Staustufe sind zwei Möglichkeiten berücksichtigt, je nachdem ein Kraftwassertunnel Pünderich-Bullay in Frage

[1] Die Aufgabe dieses Vorarbeitsamtes war es, „zu ermitteln, in welcher technisch und wirtschaftlich zweckmäßigen Weise nach neuzeitlichen Anschauungen die Mosel als Wasserstraße für den Großschiffahrtsverkehr, unter möglichst weitgehender Anpassung an die Verkehrsmittel des Rheins und der großen westdeutschen Wasserstraßen, ausgestaltet werden kann".



kommt oder nicht), Traben, Uerzig, Cues, Wintrich, Leiwen, Mehring, Pfalzel, Karthaus, Temmels, Rehlingen, Palzem (Abb. 2). Für die Saar sind die nachstehenden sechs Stufen in Aussicht genommen: Mettlach, Serrig, Saarburg, Biebelhausen, Wiltingen und Canzem. Die Verhältnisse an der Saar bedürfen noch einer eingehenden Klärung in kulturbautechnischer Hinsicht, bevor sich die günstigste Staustufeneinteilung eindeutig ergibt. Der Entwurf, der sich auf eine solche Klärung noch nicht stützen konnte, gelangt zu einer Reihe von Wahlvorschlägen. Im wesentlichen unterscheidet er drei Möglichkeiten für die Strecke unterhalb der Grenze des Saargebietes:

1. 4 gewöhnliche Staustufen (Canzem, Wiltingen, Biebelhausen, Saarburg) und eine Hochstufe (Serrig).
2. 2 Hochstufen (Biebelhausen und Serrig), getrennt durch eine gewöhnliche Stufe bei Saarburg.
3. 2 Hochstufen (Biebelhausen und Serrig) in unmittelbarer Aufeinanderfolge.

Im Falle 2. und 3. ist zur Ausnutzung der Hochstufe Biebelhausen ein Durchstich Biebelhausen-Canzem vorausgesetzt. Dieser Durchstich hat außer dem Vorteil zusammengefaßten Gefälles für die Kraftgewinnung auch noch die für die Schiffahrt sehr günstige Folge, daß einige der schärfsten Krümmungen ausgeschaltet werden. Die Auswahl der günstigsten Einteilung wird von dem Ergebnis eingehender Untersuchungen über die Bodenverhältnisse, Grundwasser- und Entwässerungsfragen u. dgl. abhängig gemacht werden müssen.

Für jede Staustufe ist ein Kraftwerk vorgesehen, bei dessen Größenbemessung der vielfach stark beschränkte verfügbare Raum berücksichtigt werden muß. Die genaue Bestimmung der Leistung der einzelnen Stufen muß naturgemäß den Sonderentwürfen vorbehalten bleiben. Im allgemeinen Entwurf ist für die drei obersten Staustufen der Mosel bei vorsichtiger Annahme eine Abbauwassermenge von 95 m³/s (270 Tage-Wassermenge) und für die übrigen Moselstaustufen eine Abbauwassermenge von 180 m³/s (180 Tage-Wassermenge) angesetzt. Danach ergeben sich die in den Übersichten A und B angegebenen Leistungen der einzelnen Kraftwerke:

Nr.	Staustufe Namen	Wehrstelle Fluß-km	Hydrostat. Stauhöhe m	Leistung A maxim. PS B mittl. kW	Jahresmittelleistung Mill. kWh
	A. Für die Mosel von Koblenz bis Perl				
1	Koblenz	1,88	5,0	7920	26,6
2	Winningen	12,84	3,0	4320	14,6
3	Lehmen	21,60	4,5	7560	25,4
4	Hatzenport	29,46	3,5	5760	19,4
5	Treis	41,28	5,0	8100	27,2
6	Fankel	59,25	5,0	6600	22,4
7	Nehren	70,29	4,0	5400	18,4
8	Bullay	83,36	4,0	5400	18.4
9b	Pündrich	92,83	3,5	—	—
10	Traben	108,53	4,5	5580	19,[illegible]
11	Uerzig	120,01	3,5	4680	15,9
12	Cues	131,45	3,0	4680	16,2
13	Wintrich	141,64	5,0	8460	29,2
14	Leiwen	158,92	4,5	6300	21,8
15	Mehring	172,65	5,0	7740	26,8
16	Pfalzel	187,21	3,5	4860	16,8
17	Karthaus	198,83	4,5	7380	25,4
18	Temmels	211,00	3,5	2470	9,9
19	Rehlingen	219,70	4,0	3420	13,8
20	Palzem	231,09	3,0	2090	8,4
	B. Für die Saar von Conz bis Taben				
1	Canzem	5,7	4,0	585	5,13
2	Wiltingen	9,8	3,0	508	4,44
3	Biebelhausen	13,4	3,0	645	5,67
4	Saarburg Hochstufe	17,8	2,5	544	4,76
5	Serrig (E = 7220 km²)	22,9	14,0	3180	27,90

Das leistungsfähigste Werk würde nach dem Plane des Vorarbeitsamtes mit 29,2 Mill. kWh Jahresmittelleistung und einer Höchstleistung von 8460 PS das Werk bei Wintrich sein, dem sodann folgen würden: mit 27,9 Mill. kWh Serrig, mit 27,8 Mill. kWh Treis, mit 26,8 Mill. kWh Mehring, mit 26,6 Mill. kWh Koblenz, mit 25,4 Mill. kWh Karthaus und Lehmen und mit rd. 25 Mill. kWh Mettlach.

Die gesamte nach diesen Berechnungen zu erreichende Jahresleistung beläuft sich, wie oben bereits erwähnt, bei vollem Ausbau der Mosel und der Saar (bis zur Grenze des Saargebietes) auf eine Kraftausbeute von jährlich 442 Mill. kWh.

Die neuesten Erfahrungen weisen auf einen höheren Ausbau der Wasserkräfte hin. Der benutzbare Zufluß ist auch unter Berücksichtigung der Wasserverluste durch Schleusung mindestens zu 100 % der mittleren jährlichen Abflußmenge anzunehmen, der für die Moselstrecke 164 bis 352 m³/s beträgt. In den Kraftwerken an Mosel und Saar wäre eine Maschinenleistung von mindestens 200 000 PS aufzustellen, die nach besonderer Berechnung eine mittlere Jahresarbeit von rd. 600 Mill. kWh ergibt.

Die Baukosten der Kraftwerke, einschließlich maschineller Einrichtung, werden sich auf etwa 60 Mill. RM stellen, die bei 6 % Verzinsung und Tilgung zuzüglich 3 % Betriebskosten einen jährlichen Aufwand von 5,4 Mill. RM erfordern. Die Kilowattstunde würde somit 0,9 Pf Selbstkosten voraussetzen.

Selbstverständlich bedürfen zur Vollausbeute die Wasserkräfte an Mosel und Saar als Freiwasserkräfte der Mitarbeit und der Reserve entsprechend leistungsfähiger Speicherkraftwerke und kalorischer Zentralen sowie der Absatzmöglichkeit nach einem genügend aufnahmefähigen Verbrauchsgebiete, damit die erzeugten Energiemengen voll verkäuflich werden. Diesen Erfordernissen kann entsprochen werden durch den Ausbau der speicherfähigen Gebirgswasserkräfte der Eifel und den Anschluß an die großen kalorischen Zentralen der Nachbarschaft mit ihren weiten Absatzgebieten.

Besondere Hilfskraftwerke erübrigen sich, sofern die Wasserkraftwerke mit den Netzen der bestehenden großen Dampf- und Talsperrenkraftwerke verkoppelt werden.

Die Anlage eines Kraftwassertunnels kommt nur an der 11 km langen Schleife Pünderich—Bullay in Betracht; durch ihn läßt sich gegenüber der Anlage ohne Tunnel eine Mehrausbeute von 5 Mill. kWh erzielen. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Tunnels ist freilich in hohem Maße fraglich. An der Saar liegen die Verhältnisse insofern etwas günstiger, weil die Raumverhältnisse einen weitergehenden Ausbau gestatten. In dem allgemeinen Entwurf ist die durchschnittlich an rd. 120 Tagen im Jahre verfügbare Wassermenge zugrunde gelegt, die sich an der unteren Saar auf etwa 60 m³/s beläuft. Hiernach sind die in der Zusammenstellung angegebenen Leistungen überschläglich ermittelt. Zur wirtschaftlich vorteilhaften Anlage als Kraftwassertunnel bietet die Saar keine Gelegenheit, abgesehen von einem kurzen Stück zum Anschluß des Hochstufenkraftwerkes Canzem an dem Durchstich Biebelhausen—Canzem.

Als Verschluß für die Wehröffnungen ist an den Staustufen der Mosel und den gewöhnlichen Staustufen der Saar das Walzenwehr in Aussicht genommen, das sich wegen seiner Betriebssicherheit, leichten Bedienbarkeit, Dichtigkeit und Unempfindlichkeit gegen Eis sowie wegen der geringen Betriebs- und Unterhaltungskosten bewährt hat. Für die Hochstaustufen der Saar kommt ein mehrteiliger Schützenverschluß in Frage.

Der Gedanke der Ausnutzung der Mosel- und Saarwasserkräfte wird schon seit geraumer Zeit von öffentlichen und privaten Kreisen im Mosel- und Saargebiet mit großem Interesse erörtert. Eingehende Untersuchungen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten haben durchaus befriedigende Ergebnisse gehabt[2]. Nur die Unmöglichkeit der Beschaffung der erforderlichen Geldmittel ließ die weitere Verfolgung der Pläne nicht zu; sie werden aber jetzt tatkräftiger gefördert, seitdem die Verhandlungen zwischen der Reichswasserstraßenverwaltung und den beteiligten Kreisen, insbesondere mit dem RWE, zu einem gewissen Abschluß gekommen sind.

Bis jetzt sind unter dem Gesichtspunkt der Wasserkraftgewinnung zwei Ausbaupläne eingehend erwogen worden, u. zw. im Rahmen der Moselkanalisierung ein Ausbau der

[2] Vereinzelt sind Bedenken gegen die Verquickung der Schiffahrtsverbesserung mit der Wasserkraftausnutzung — die in Süddeutschland die Regel bildet — erhoben worden. In einem Aufsatze über „Die Kraftanlage Serrig an der Saar" in der „Deutschen Wasserwirtschaft" Nr. 6 vom 20. VI. 1924 führt Reg.-Baumeister Jungk, Trier, aus: „Die seit Jahren bestehenden Pläne des Anschlusses des Saarkohlen- und Industriegebietes an die preußischen Wasserstraßen durch Kanalisierung von Mosel und Saar beeinträchtigen den technisch und wirtschaftlich günstigen Ausbau der Saar insofern, als die Rücksichtnahme auf die Belange der geplanten Großschiffahrt, Einbau von Schleusen in dem engen Tale, dazu zwingen, die Staustufen an Stellen anzulegen, die keineswegs ideal für den Wasserkraftausbau genannt werden können." Allgemein darf wohl angenommen werden, daß dabei die Belange der Großschiffahrt bevorzugte Berücksichtigung finden

Staustufe im sog. Gänsefürtchen bei Koblenz und im Rahmen der Saarkanalisierung ein Ausbau der Staustufe bei Serrig. Dem Gedanken eines Ausbaues der Koblenzer Stufe hat die Stadt Koblenz eine Zeitlang Interesse entgegengebracht, ohne daß es möglich war, ihn verwirklichen zu können. Neuerdings verfolgt das RWE in Verbindung mit der Reichswasserstraßenverwaltung diesen Plan, u. zw. im Zusammenhange mit der Ausführung einer Hochspeicheranlage im Koblenzer Stadtwald bei Remstecken. Hier ist es zu aussichtsreichen Verhandlungen gekommen, so daß die Wahrscheinlichkeit besteht, den Ausbau in Kürze ausführen zu können.

Für den Ausbau der Stufe Serrig an der Saar interessiert sich schon seit längerer Zeit unter Führung der Stadt Trier die „Kraftversorgung der südlichen Rheinprovinz und angrenzender Gebiete G. m. b. H."; er hat sich aber bisher noch nicht durchführen lassen. Dagegen besteht auch in diesem Falle die Aussicht eines Ausbaues durch das RWE in Verbindung mit der Reichswasserstraßenverwaltung. Grundsätzlich hat sich ersteres zur Aufnahme der bei der Mosel- und Saarkanalisierung anfallenden Energie bereit erklärt und wegen der Energie des im Saargebiet ausgeführten Wasserkraftwerkes Mettlach (Saar) ja bereits vertragliche Abmachungen getroffen. Die übrigen Staustufen unterliegen noch der Prüfung.

So können denn zunächst die einzelnen Staustufen an der Mosel und Saar mit ihren Kraftanlagen hergestellt und sodann die Anlagen nacheinander organisch zu einem Schiffahrtsweg ausgebaut und zusammengeschlossen werden. Zur planmäßigen Vollendung der Gesamtanlage ist jedoch die Hilfe von Reich und Staat notwendig.

Neben dem oberbayerischen Niederschlagsgebiet eignet sich wohl kaum eine Gegend in Deutschland so hervorragend zur Gewinnung von Wasserkräften wie die Eifel und Mosel/Saar. Ihre günstige geographische Lage verschafft ihnen sogar erhebliche Vorzüge gegenüber Oberbayern. Das Mosel- und Eifelgebiet liegt genau in der Mitte zwischen den großen Industriebezirken: Niederrhein-Ruhr, Saar, Lothringen, Luxemburg und Belgien und könnte zu einer Kraft- und Speicherzentrale für die gesamte westeuropäische Schwerindustrie ausgebaut werden. Natürlich wären hierbei noch erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden, die anderer als technischer Natur sind. Das RWE hat, wie dargelegt, ein besonderes Augenmerk auf Eifel, Mosel und Saar gerichtet. Das stetige Anwachsen seiner Verbraucherkreise zwingt es schon heute zu vorsorglicher Sicherstellung der künftigen Erzeugung. Das RWE hat das Bedürfnis nach einem großen Speicherwerk, und als solches ist die Ourtalsperre in Aussicht genommen, die ein fünfmal so großes Leistungsvermögen aufweisen wird wie das Walchenseewerk. Es hat ferner das Bedürfnis nach Laufkraftwerken, einerseits zur Speisung seiner bereits vorhandenen Anlagen, andererseits zur Speisung der Ourtalsperre. Da die Braunkohlenfelder nach Schätzung der Sachverständigen schon in etwa 40 Jahren erschöpft sein können, wird ihre Schonung bzw. Ersetzung rechtzeitig ins Auge zu fassen sein, und es ist zu begrüßen, daß die Verhandlungen des RWE mit dem Reichsverkehrsministerium über den Ausbau einzelner Staustufen zum Abschluß gekommen sind. Man kann der weiteren Entwicklung der Elektrizitätspolitik in dem in Rede stehenden Gebiete zuversichtlich entgegensehen.

Über den Einfluß von Kurzschlußströmen auf die Festigkeit und Leitfähigkeit hartgezogener Drähte.

Von Dipl.-Ing. H. Schmitt, Lautawerk

Übersicht. Es wird auf die Bedeutung des Einflusses kurzzeitiger hoher Ströme in hartgezogenen Leitern aus den bisher bekannten bzw. am meisten verwandten Leitungsbaustoffen auf deren Festigkeit und Leitfähigkeit für das Verhalten dieser Baustoffe bei Kurzschlußvorgängen hingewiesen. Die Versuchsanordnung für die Untersuchung dieser Einwirkung von Kurzschlußströmen auf die Eigenschaften der Leitungsbaustoffe wird kurz beschrieben. Auf Grund der experimentell gewonnenen Kurven der Veränderung der Festigkeit und Leitfähigkeit der Leitungsbaustoffe infolge von Kurzschlußströmen werden Vergleiche zwischen den einzelnen Leitungsbaustoffen auf ihre Kurzschlußsicherheit angestellt, aus denen insbesondere der überraschende Schluß zu ziehen ist, daß die hochleitfähigen vergütbaren Aluminiumlegierungen sich im allgemeinen günstiger verhalten als Kupfer.

Die Entwicklung des Elektromaschinenbaues, die zu immer höher gesteigerten Maschinenleistungen geführt hat, hat das Problem der Kurzschlußströme und deren Wirkung auf alle Teile elektrischer Anlagen in den Vordergrund des Interesses gerückt. Die Theorie der mechanischen, dynamischen und thermischen Wirkungen von Kurzschlußströmen erscheint heute auf eine durchaus sichere Grundlage gestellt. Wenig beachtet geblieben ist bisher jedoch eine besondere thermische Wirkung der Kurzschlußströme auf die mechanischen und physikalischen Eigenschaften hartgezogener Leitungsbaustoffe, die sich insbesondere in einer Veränderung der Festigkeit und Leitfähigkeit der Leitungen bzw. Wicklungen im Verlauf und nach Beendigung des Kurzschlußvorganges äußert. In der Metallographie durchaus bekannt sind die Rekristallisationsdiagramme der Metalle, die sich jedoch auf ein Ausglühen von mindestens 30 min Dauer beziehen. Daß z. B. bei hartgezogenem Reinaluminium auch kurzzeitiges Ausglühen im Salpeterbad zu einer vollständigen Entfestigung führen kann, ist ebenfalls seit einiger Zeit bekannt[1]. Es fehlen jedoch bisher genaue Unterlagen über die Rekristallisationsvorgänge bei Leitungsbaustoffen infolge von Erwärmung bei kurzzeitigem Durchgang von hohen Strömen entsprechend den im Elektromaschinen-, Apparate- und Leitungsbau praktisch auftretenden Verhältnissen. Wie wichtig die Erkenntnis dieser Erscheinung ist, mögen einige Beispiele erläutern:

Auf einer im normalen Betriebe bereits stark belasteten Kraftübertragungsleitung tritt bei hoher Außentemperatur in der Nähe des Umspannwerkes ein Kurzschluß auf. Die Temperatur der Seile, die vor dem Kurzschluß bereits ziemlich hoch ist[2], steigt infolge Erwärmung durch die hohen der Kurzschlußstelle zufließenden Ströme derartig stark an, daß die Seile ausglühen und dadurch die ganze Leitungstrecke zwischen Kurzschlußstelle und Umspannwerk auswechselungsbedürftig wird. Tritt auf der Freileitungstrecke ein Erdschlußlichtbogen auf, so werden die Leitungsbaustoffe diesem Lichtbogen um so eher standhalten, je höher u. a. ihre Warmfestigkeit ist[3]. Die Leitungseile, die sich unter der Erwärmung durch den Lichtbogen am geringsten entfestigen, werden unter sonst gleichen Verhältnissen am spätesten durchreißen. Wird die Leitung früh genug abgeschaltet, so kann unter Umständen das günstigere thermische Verhalten eines Leitungseiles größere sekundäre Störungen vermeiden lassen. Als weiteres Beispiel sei die Wirkung von Kurzschlußkräften auf Schutzdrosselspulen betrachtet. Als Folgeerscheinung derartiger Kurzschlüsse können die Windungen zwischen den Abstützungen derartig stark deformiert werden, daß Überschläge entstehen, die weitere Zerstörungen bewirken. Der warmfestere Leitungsbaustoff hat auch in diesem Falle den Vorzug. Weitere Beispiele etwa aus dem Elektromaschinenbau, aus Schalt- und Sammelschienenanlagen ließen sich noch in großer Anzahl anführen[4]. Die angeführten Beispiele dürften jedoch zur Genüge die Bedeutung der Erkenntnis der unter dem Einfluß kurzzeitiger Erwärmungen bei den verschiedenen Leitungsmetallen hervorgerufenen Veränderungen ihrer mechanischen und physikalischen Eigenschaften dartun. Bei den in vorliegender

---

[1] H. Bohner, Zugfestigkeit und elektrische Leitfähigkeit von rekristallisiertem Aluminiumdraht und die Nutzanwendung für den Walzvorgang. Z. Metallk. Bd. 20, S. 8. — H. Röhrig, Das Weichglühen von Aluminium. Z. Metallk. Bd. 16, S. 265. — R. J. Anderson, The Metallurgy of Aluminium and Aluminium Alloys. H. Baird Inc., New-York.

[2] v. Zeerleder u. Bosshard, Neue Wege im Freileitungsbau. Z. Metallk. Bd. 19, H. 11.

[3] Fuchs u. Kaufmann, Lichtbogenwirkungen an Freileitungseilen. ETZ 1928, S. 126.

[4] Biermanns, Überströme in Hochspannungsanlagen. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.



Arbeit beschriebenen Untersuchungen wurde demzufolge davon ausgegangen, Vergleiche verschiedener Leitungs- bzw. Wicklungsstoffe in bezug auf diese Veränderungen zu ermöglichen.

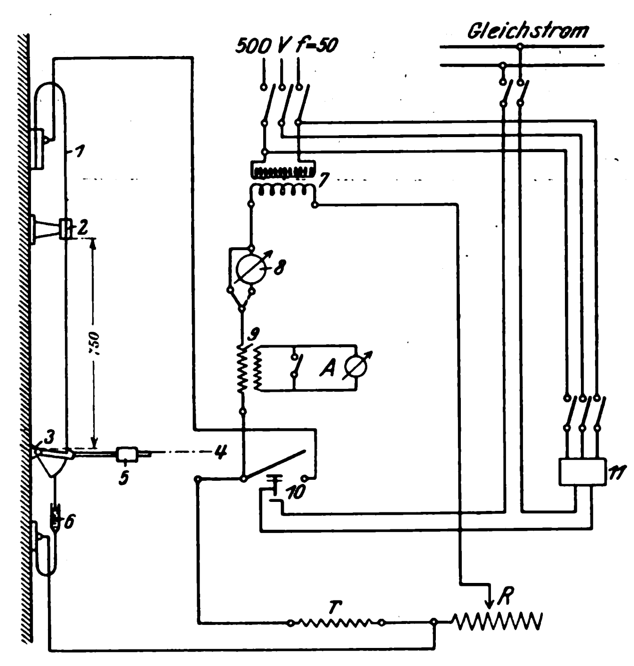
Die Untersuchung erstreckte sich auf hartgezogene Drähte aus Kupfer, Bronze, Aluminium, Aludur und Aldrey. Die an diesen Drähten im Anlieferungszustand festgestellten mechanischen und physikalischen Eigenschaften gehen aus Zahlentafel 1 hervor.

Zahlentafel 1.

Stoff	Chemische Zusammensetzung	Zerreißfestigkeit (mittel) kg/mm²	Leitfähigkeit (mittel) m/Ωmm² bei 20°	Temperaturkoeffizient 1/°C bei 20°	Wärmeausdehnungskoeffizient (mittel) 0 bis 400°	Spezifische Wärme kcal/kg × °C (mittel) 0 bis 400°
Kupfer	99,85 % *Cu*	42,5	56,8	0,0042	$16 \cdot 10^{-6}$	0,096
Bronze	geringe Beimengungen v. *Sn* u. *Mg*	76,0	38,2	0,0038	$19 \cdot 10^{-6}$	0,096
Aluminium	0,17 % *Fe* 0,14 % *Si* Rest *Al*	22,3	35,0	0,0040	$24 \cdot 10^{-6}$	0,23
Aludur	0,27 % *Fe* 1,01 % *Si* 0,48 % *Mg*	35,0	27,9	0,0036	$28 \cdot 10^{-6}$	0,23
Aldrey	0,33 % *Fe* 0,49 % *Si* 0,51 % *Mg*	34,5	30,9	0,00 6	$26 \cdot 10^{-6}$	0,23

Um die bei praktischen Verhältnissen auftretenden Stromdichten zu erreichen, die genaue Regelung dieser Stromdichten in der Hand zu haben und hierbei mit einer nicht allzu umständlichen Versuchsapparatur auszukommen, sind die Versuche durchweg an 1 mm starken Drähten ausgeführt worden. Von jedem Stoff lagen etwa 50 Drahtabschnitte vor. Diese Drähte wurden mit jeweils konstanten Stromstärken zwischen etwa 200 und 20 A über jeweils bestimmte Zeiten zwischen etwa 0,08 und 60 s belastet und hierbei jeweils die Wärmeausdehnung der Drähte gemessen. Die Bestimmung der Wärmeausdehnung der Drähte während der Versuche gestattete mit hinreichender Genauigkeit die Errechnung der jeweiligen Endtemperatur der einzelnen Drahtenden. Nach dem Erkalten wurden bei sämtlichen Drahtabschnitten die Zerreißfestigkeit und die Leitfähigkeit bestimmt. Durch die Wahl einer geringen Drahtstärke wurden naturgemäß die praktischen Verhältnisse nicht ganz getroffen. Beachtet man jedoch, daß wenigstens bei den geringen Zeiten eine nennenswerte Abfuhr der erzeugten Wärme nach außen hin kaum stattfindet, so leuchtet ein, daß hierbei die bei den Versuchen ermittelte Abhängigkeit der Zerreißfestigkeit und Leitfähigkeit von Zeit und Stromstärke, umgerechnet auf Stromdichte, auch bei den praktisch vorhandenen Verhältnissen und Abmessungen der Leiter richtig ist, gleiche Anfangstemperatur im Leiter wie bei den Versuchsdrähten vorausgesetzt, da in diesem Falle die Stromwärme nur zur Erhöhung der Temperatur des Leiters aufgebracht wird und diese außer der Zeit allein maßgebend für die Rekristallisationsvorgänge ist. Bei den längeren Zeiten der Einwirkung hoher Stromdichten werden sich im allgemeinen Leiter größerer Querschnitte z. B. in bezug auf gefährliche Entfestigungen ungünstiger verhalten, als sich aus vorliegenden Versuchen ergibt, da die Stromwärme bei Leitern größeren Querschnittes in diesem Falle in geringerem Maße nach außen abgeführt wird und demgemäß die Temperaturen die bei den vorliegenden Versuchen ermittelten übertreffen werden. Immerhin erscheint die festgestellte Abhängigkeit der Zerreißfestigkeit und Leitfähigkeit der einzelnen Stoffe wenigstens von der Temperatur und der Zeit absolut richtig und ein Vergleich der einzelnen Stoffe auf Grund dieser Feststellungen durchaus statthaft. Bei den oben angeführten Beispielen handelt es sich zum Teil um die Festigkeit der Leiter unmittelbar während der Erwärmung, die sog. Warmfestigkeit, während bei den vorliegenden Untersuchungen die Festigkeit nach dem Erkalten der Drähte gemessen wurde. Die Warmfestigkeit z. B. von hartgezogenen Kupferdrähten scheint jedoch nach ähnlichen Gesetzen zu verlaufen wie die Abhängigkeit der nach der Wiedererkaltung gemessenen Festigkeit der Drähte von der Glühzeit und Glühtemperatur, und zwar bis etwa zu den Tiefstwerten der Entfestigung, gemessen nach der Wiedererkaltung[5]. Der Vergleich vorliegender Untersuchungen mit anderwärts vorgenommenen Untersuchungen über die Lichtbogenwirkung an Leitungen aus Kupfer, Aluminium und Aldrey weist darauf hin, daß diese Analogie auch bei Aluminium und dessen hochleitfähigen vergütbaren Legierungen bestehen muß[6]. Genauere Untersuchungen hierüber sind im Gange.

Aus Abb. 1 sind die Schaltung für die Versuche und die Anordnung des Meßdrahtes ersichtlich. Bei den Versuchen wurde folgendermaßen vorgegangen: Die jeweils gewünschte Stromstärke wurde durch Regelung des Widerstandes *R* zunächst genau eingestellt. Während der Einstellung des Stromes floß dieser über einen dem Meß-



R Lampenwiderstand (I_{max} = 200 *A*)
r Abgleichwiderstand
1 Meßdraht
2 Klemme aus Zementasbest
3 Spiegel
4 zum Fernrohr
5 Laufgewicht
6 *Hg* im Eisengefäß
7 Lichttransform., 20 kW, 500/130 V
8 Stromzeiger bis 100 A direkt
9 Stromwandler, 250/5 A
10 Umschalter mit Hilfskontakt
11 Zeitschreiber

Abb. 1. Schaltbild für die Warmfestigkeitsversuche und Anordnung des Meßdrahtes.

draht parallel geschalteten Widerstand *r*, der von vornherein so geregelt worden war, daß sein Ohmscher Widerstand dem erwarteten Widerstand des Meßdrahtes im Mittel entsprach. Der Widerstand *R* war in allen Fällen groß gegenüber dem Widerstand des Meßdrahtes bzw. *r*, so daß auch bei geringen Differenzen zwischen den beiden letzteren Widerständen der Gesamtwiderstand aus *r* und *R* praktisch gleich dem Gesamtwiderstand aus Meßdraht und *R* blieb. Nach der genauen Einstellung der gewünschten Stromstärke wurde sodann durch Umlegung des unterbrechungslos arbeitenden Umschalters *10* der Strom durch den Meßdraht geleitet. Mit dem Umschaltvorgang zwangläufig verbunden war die Einschaltung des Zeitregistrierapparates *11*. Beim Abschalten des Meßdrahtes wurde somit ebenfalls auch der Zeitregistrierapparat abgeschaltet. Aus der Länge der durch den Zeitschreiber aufgezeichneten Schraubenlinie konnte nachträglich die Zeitdauer der Strombelastung des Meßdrahtes abgelesen werden. Die bei dem Stromdurchgang auftretende maximale Längenausdehnung wurde gemessen, und zwar durch Messung der durch die Längenausdehnung bewirkten Verdrehung einer empfindlich gelagerten Welle mit Hilfe von Spiegelablesung unter Verwendung von Fernrohr und Skala in der üblichen Weise. Zur Untersuchung auf Festigkeit und Leitfähigkeit wurde nur die Drahtlänge zwischen den Zement-Asbest-Klemmen von genau 750 mm benutzt und die Enden der Meßdrähte von je 375 mm abgeschnitten, um Ungleichmäßigkeiten infolge der Wärmeableitung an den Stromübergangselementen mit Sicherheit zu beseitigen. Die in der beschriebenen Weise getroffene Versuchsanordnung gestattete also die Messung der durch den Versuchsdraht jeweils fließenden Stromstärke, der Dauer des jeweiligen Stromdurchganges und der jeweiligen Wärmeausdehnung des Meßdrahtes. Unter Einsetzung der vom Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem für die Versuchs-

[5] Circular Nr. 73 „Copper" des Bureau of Standards, Washington.

[6] ie WFußnote 3.



drähte ermittelten Kurven der Wärmeausdehnung der einzelnen Stoffe mit der Temperatur konnte aus der bei den Versuchen festgestellten maximalen Wärmeausdehnung die jeweilige Endtemperatur der Meßdrähte errechnet werden.

Die experimentell aufgenommenen Werte der Zerreißfestigkeit, der Leitfähigkeit und der Drahttemperatur in Abhängigkeit von der jeweils durch die Drähte geschickten Stromstärke und der Zeitdauer der Einwirkung dieser Stromstärke lassen zunächst erkennen, daß die angewandten Stromdichten[7] von 25,5 bis 255 A/mm² tatsächlich genügen, um in Zeitabschnitten von 60 bis 0,08 s bereits beträchtliche Veränderungen der Zerreißfestigkeit und der Leitfähigkeit bei sämtlichen Stoffen herbeizuführen. Beim Kupfer liegt der Beginn der Entfestigung bei

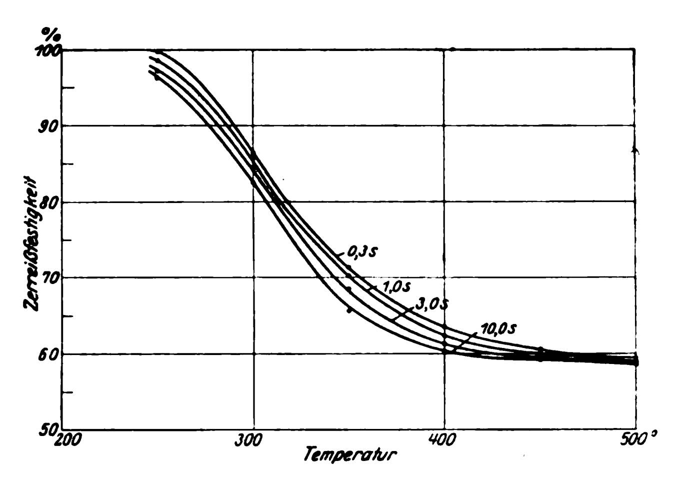


Abb. 2. Zerreißfestigkeit von Kupfer.

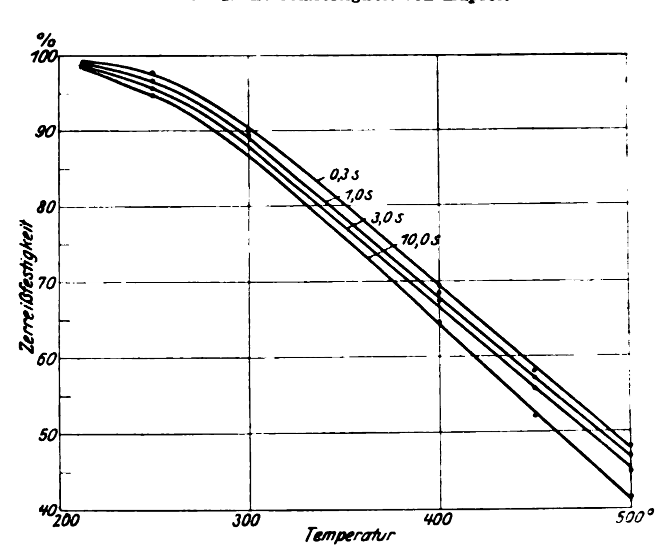


Abb. 3. Zerreißfestigkeit von Bronze.

220 bis 240 °, bei der Bronze liegt er bei 190 bis 200 °, beim Aluminium bei 160 bis 180 °, beim Aludur bei 170 bis 180 ° und beim Aldrey bei 180 bis 200 °. Die Meßergebnisse lassen zum Teil fernerhin erkennen, bis zu welchen Minimalwerten die Entfestigung überhaupt getrieben werden kann. Bei den Materialien, bei denen die Einwirkung von Strom bzw. Zeit nicht genügend groß war, um bis auf den Endwert der Entfestigung zu kommen, ist dieser Wert nachträglich bei Gelegenheit von Parallelversuchen[8] festgestellt worden. Beim Kupfer liegen die Tiefstwerte der Festigkeit bei 57 % des Anfangswertes, bei der Bronze liegen sie bei 37 %, beim Aluminium bei 44 %, beim Aludur bei 36 % und beim Aldrey bei 35 %. Bemerkenswert ist, daß bei Aludur ein Wiederansteigen der Festigkeit bei Temperaturen oberhalb von etwa 400 ° festgestellt werden konnte. Diese Erscheinung der Wiederverfestigung ist mit der Änderung der Löslichkeit der Beimengungen der Legierungen bei bestimmten Temperaturen zu erklären, wie denn auch bei der Entfestigung derartige Vorgänge außer der reinen Rekristallisation mit auftreten. Die

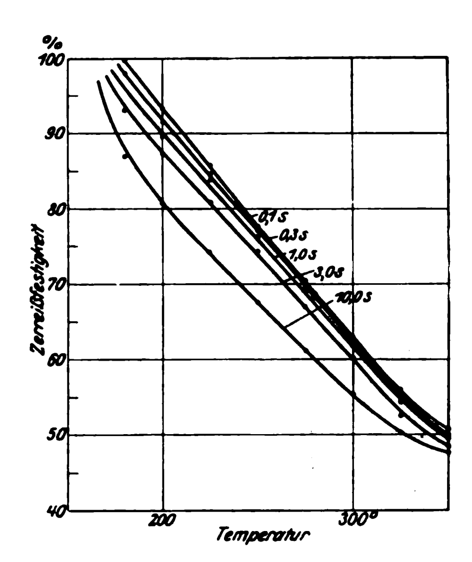


Abb. 4. Zerreißfestigkeit von Aluminium.

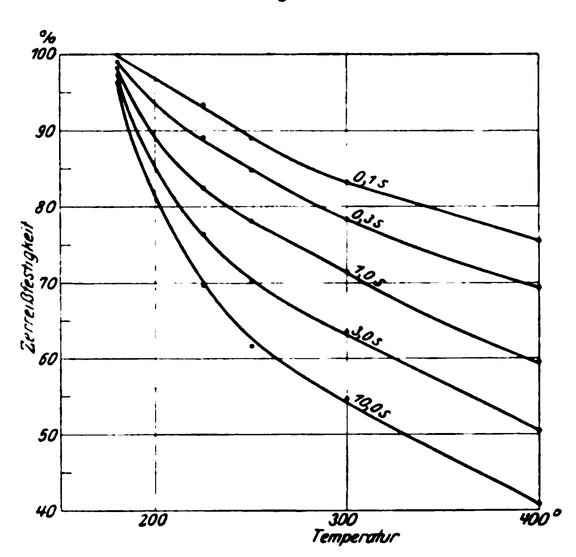


Abb. 5. Zerreißfestigkeit von Aludur.

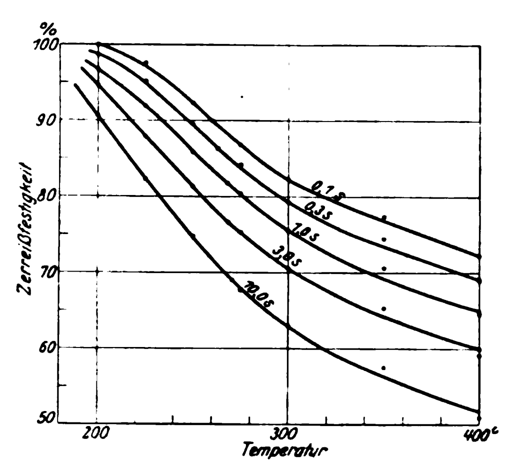


Abb. 6. Zerreißfestigkeit von Aldrey.

Wiederverfestigung der Stoffe bezieht sich jedoch nur auf die Messung der Festigkeit nach der Wiedererkaltung und ist für unsere Betrachtungsweise weniger wichtig. Bei Kupfer, Bronze, Aludur und Aldrey ist in sämtlichen Fällen mit einer Festigkeitsabnahme auch eine Änderung der

---

[7] Die Anfangstemperatur der Drähte war stets etwa 20 °, entsprechend der Raumtemperatur.

[8] H. Bohner, Über den Einfluß kurzzeitiger Erwärmungen auf die Zugfestigkeit und Leitfähigkeit hartgezogener Drähte aus Kupfer, Bronze, Aluminium, Aludur und Aldrey. Z. Metallk. Bd. 20.



Leitfähigkeit verbunden. Bei Reinaluminium sind nur geringe Änderungen dieses Wertes in positivem Sinne festzustellen, während bei Aludur und Aldrey die Leitfähigkeit im Anfang der Erweichung zunächst anwächst, um nach Überschreiten eines Maximums, das bei Glühtemperaturen von etwa 300° erreicht wird, wieder abzunehmen.

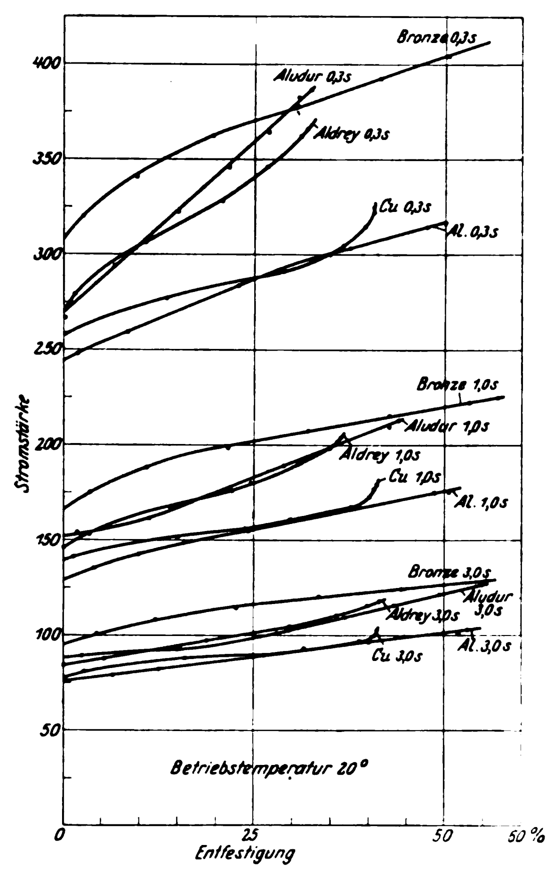


Abb. 7. Entfestigung als Funktion von Stoff, Stromstärke und Einwirkungsdauer (alle Drähte haben den Anfangswiderstand eines Kupferdrahtes von 1 mm Dmr. bei 20°).

Um den Einfluß der Glühzeit auf die Entfestigung der verschiedenen Materialien klar herauszuarbeiten, sind aus den Meßwerten die in den Abb. 2 bis 6 gezeigten Kurven der Abhängigkeit der Zerreißfestigkeit in Prozenten der absoluten Drahttemperatur mit der Zeit als Parameter entwickelt. Die Kurven geben also an, um welches Maß die einzelnen Leitungsbaustoffe entfestigt werden bei Erreichung von bestimmten Endtemperaturen nach bestimmten Zeitabschnitten, und zwar 0,3, 1,0, 3,0 und 10,0 s bei Erwärmung der Leiter infolge von Stromdurchgang, ausgehend von einer Anfangstemperatur von durchschnittlich 20°. Aus den Kurven geht hervor, daß der Einfluß der Zeitdauer der Erreichung der Endtemperaturen darin besteht, daß, je kürzer die Zeiten sind, desto mehr der Entfestigungsvorgang verzögert wird, was natürlich metallographisch durchaus zu erwarten war. Dieser Einfluß der Zeit ist, nach dem Verhalten des Aluminiums und seiner Leitlegierungen zu urteilen, um so größer, je stärker das Metall legiert ist. Bei Kupfer und Bronze geht diese Erscheinung allerdings aus den Kurven nicht sehr deutlich hervor, während bei den Aluminiumlegierungen der Zeiteinfluß recht beträchtlich ist. Bemerkenswert ist, daß die Neigung des Festigkeitsabfalles mit der Temperatur zum Teil wegen dieses Zeiteinflusses bei sämtlichen untersuchten Legierungen im allgemeinen flacher ist als beim reinen Metall. Besonders deutlich wird diese Verschiedenheit wegen der Größe des Zeiteinflusses zwischen dem Reinaluminium und seinen Leitlegierungen.

Um einen Vergleich der mechanischen Sicherheit gegen Kurzschlüsse zu haben, sind aus den ersten Kurven die in den Abb. 7 und 8 gezeigten Kurven der Abhängigkeit der Entfestigung von der Stromstärke bei bestimmten Zeiten für die verschiedenen Stoffe entwickelt. Bei jedem Kurzschlußvorgang in praktischen Betrieben treten Ausgleichvorgänge auf, die im wesentlichen dadurch charakterisiert sind, daß magnetische Felder verschwinden und deren Energie sich in kürzester Zeit vornehmlich in Wärme umsetzt. Derjenige Leitungsbaustoff bietet zum mindesten für die in der Einführung genannten Beispiele Kurzschlußströmen gegenüber die größte Sicherheit, der im allgemeinen die größte Wärmemenge aufnehmen kann bei geringster Entfestigung. Um die einzelnen Leitungsbaustoffe miteinander vergleichen zu können, muß von gleichem Widerstand bei gleicher Leitungslänge bei der im praktischen Betriebe herrschenden Temperatur, also elektrisch-äquivalentem Querschnitt ausgegangen werden. Das Produkt aus dem Quadrat der Stromstärke und dem Augenblickswert des Widerstandes ist ein Maß für die in der Zeiteinheit in dem betreffenden Leiter erzeugte Wärmemenge. Bei gleichem Widerstand in betriebswarmem Zustand ist also der Leitungsbaustoff am geeignetsten, der die größte Stromstärke die längste Zeit über bei geringster Entfestigung aushält. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Größe des Kurzschlußstromes im wesentlichen durch die im Stromkreis vorhandenen Blindwiderstände bedingt ist, so daß das Verhalten der einzelnen Leiter infolge ihres verschiedenen Temperaturkoeffizienten die Stromstärke selbst während des Ausgleichvorganges nicht wesentlich unterschiedlich beeinflußt. Bei der Auswertung der vorliegenden Untersuchungen für den Vergleich der mechanischen Sicherheit gegen Kurzschlüsse der einzelnen Leitungsbaustoffe mußte also die Stromstärke als unabhängige Veränderliche gewählt werden.

Um richtige Vergleichsverhältnisse zu bekommen, war nunmehr noch zu untersuchen, wie weit bei den vorliegenden Versuchen eine nennenswerte Abfuhr der Wärme nach außen hin noch nicht eingetreten war, da bei Verhältnissen, bei denen tatsächlich eine beträchtliche Abkühlung der Leiter stattgefunden hat, die Leiter mit dem größeren Querschnitt bei dem Vergleich auf dieser Basis von vornherein zu ungünstig abschneiden würden. Die rechnerische Untersuchung der Kurven der Drahttemperaturen als Funktion der Zeitdauer bei bestimmter Stromstärke lehrt,

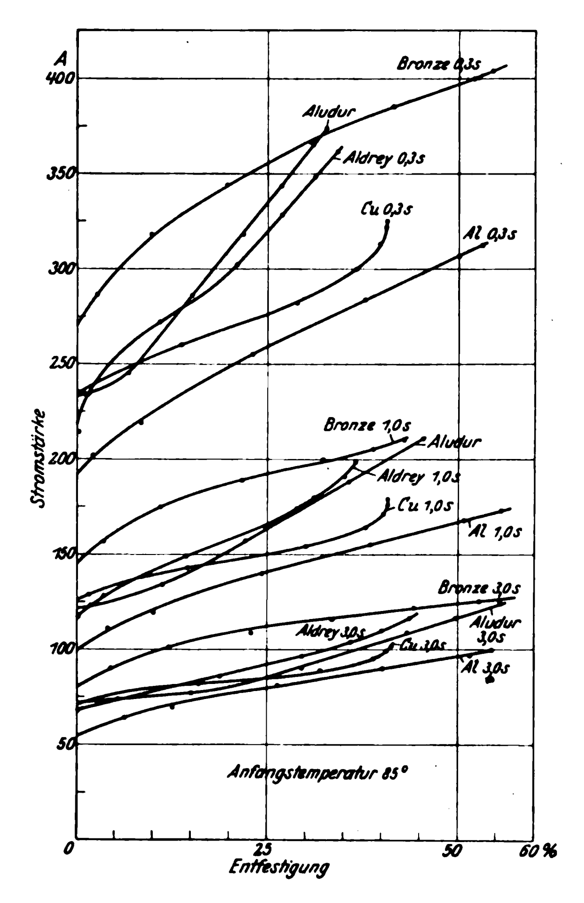


Abb. 8. Entfestigung als Funktion von Stoff, Stromstärke und Einwirkungsdauer (alle Drähte haben den Anfangswiderstand eines Kupferdrahtes von 1 mm Dmr. bei 20°).

daß bei den hier gewählten Verhältnissen die Abkühlung bei Stromstärken, deren Einwirkung unterhalb einer Zeitdauer von 3 s gelegen hat, praktisch vernachlässigt werden kann. Die rechnerisch unter Einsetzung der spezifischen Wärme, des Widerstandes und dessen Temperaturkoeffizienten ermittelten Kurven der Drahttemperatur bei bestimmter Stromstärke und Zeit decken sich nämlich sehr gut mit den bei den Versuchen gefundenen Kurven bis zu dem erwähnten Zeitwert, ein Beweis dafür, daß die Stromwärme zur Hauptsache für die Temperaturerhöhung aufgebraucht worden ist und eine nennenswerte Abfuhr nach außen nicht stattgefunden hat. Die spezifische Wärme konnte bei der Errechnung dieser Kurven als fast konstant und nur wenig mit der Temperatur ansteigend angesehen werden; die mittleren Werte der spezifischen Wärme für die einzelnen Materialien gehen aus Zahlentafel 1 (S. 685) hervor. Für die Ermittlung des Widerstandes der einzelnen Leitungsbaustoffe bei den bei den vorliegenden Versuchen aufgetretenen Temperaturen konnte der Temperaturkoeffizient als fast konstant angesehen werden. Die Werte hierfür sind ebenfalls aus Zahlentafel 1 zu ersehen[9]. Der Anstieg bzw. Abfall der Leitfähigkeit der einzelnen Leitungsbaustoffe mit der Temperatur, nachträglich gemessen bei 20°, ist bei der Ermittlung der Widerstandswerte für die betreffenden Temperaturen fast zu vernachlässigen, wie eine einfache Rechnung ergibt. Die Auswertung der Versuchsergebnisse bis zu den Stromstärken, deren Einwirkungsdauer unterhalb von 3 s liegt, und der Vergleich der einzelnen Materialien untereinander bei leitäquivalenten Querschnitten auf Grund der Stromstärken, die bei einer bestimmten Zeit zu einer bestimmten Entfestigung geführt haben, ist also durchaus statthaft und richtig. Bei den praktisch vorhandenen Leiterdimensionen wird nämlich bei gleichen Stromdichten und gleichen Zeitwerten die Abkühlung der Leiter während des Kurzschlußvorganges noch mehr zu vernachlässigen sein, da die Abkühloberfläche im Verhältnis zum Querschnitt der Leiter noch geringer ist als bei dem für den vorliegenden Versuch gewählten Querschnitt.

Die in den Abb. 7 und 8 gezeigten Kurven sind aus den ersten experimentell aufgenommenen Kurven gewonnen, indem rechnerisch unter Einsetzung der spezifischen Wärme und eines für das betreffende Temperaturintervall geltenden mittleren Widerstandes die Stromstärke ermittelt wurde, die den Leiter in der betreffenden Zeit auf die betreffende Temperatur erwärmt hat. Als Anfangstemperatur wurde für die Entwicklung der Kurven der Abb. 7 20° gewählt, als Anfangstemperatur für die Entwicklung der Kurven Abb. 8 85°. Diese beiden Temperaturwerte sind für elektrische Betriebsverhältnisse charakteristisch. Bei Freileitungen z. B. wird der Temperaturwert von 20° etwa absolut das jährliche Mittel der im Seil bei stromdurchflossenem Zustand herrschenden Temperatur darstellen. Bei Drosselspulen, Maschinenwicklungen u. dgl. stellt der Temperaturwert von 85° absolut eine mittlere, in betriebswarmem Zustand auftretende Endtemperatur dar. Aus den Kurven Abb. 7 ist ersichtlich, daß die einzelnen Freileitungsbaustoffe bezüglich ihrer mechanischen Sicherheit bei Kurzschlüssen in folgender Rangordnung stehen: Bronze, vergütbare Aluminiumlegierungen, Kupfer und Aluminium. Die Bronze ist also in bezug auf ihre mechanische Sicherheit gegen Kurzschlüsse der günstigste Leitungsbaustoff. Einigermaßen überraschend ist, daß die vergütbaren Aluminiumlegierungen günstiger sind als z. B. Kupfer, was jedoch eine nochmalige Betrachtung der Kurven der Abb. 2 bis 6 ohne weiteres verständlich macht. Die für eine Anfangstemperatur von 85° geltenden Kurven der Abb. 8 zeigen eine ähnliche Abstufung betreffs des Grades der mechanischen Sicherheit der einzelnen Stoffe gegenüber Kurzschlußströmen wie die für 20° geltenden Kurven der Abb. 7. Bronze ist wiederum der sicherste Baustoff für Wicklungen von Schutzdrosselspulen, Sammelschienen-Reaktanzen u. dgl. Die hochleitfähigen vergütbaren Aluminiumlegierungen sind im allgemeinen wiederum höherwertig als Kupfer und Reinaluminium. Bei geringer Entfestigung liegen die Stromwerte für Kupfer allerdings etwas höher als z. B. für Aldrey, während bei größerer Entfestigung Aldrey wiederum günstiger liegt als Kupfer, so daß der Eindruck besteht, daß beide Stoffe für diesen Fall mindestens gleichwertig sind. Die Angleichung der Stromkurve für Aldrey an die Stromkurve für Kupfer bei den hier betrachteten Verhältnissen ist desto größer, je länger der Kurzschlußstrom einwirkt. Im Grenzfall, d. h. bei sehr großer Einwirkungsdauer verhältnismäßig hoher Stromdichten, würde sich z. B. Aldrey allerdings ungünstiger verhalten als Kupfer, wenn keine Wärmeabfuhr stattfinden würde, da sich bei diesen Verhältnissen die Entfestigung der Endentfestigung nähern wird und diese bei den hochleitfähigen vergütbaren Aluminiumlegierungen tiefere Werte erreicht als beim Kupfer. Beachtet man jedoch, daß bei derartig extremen Fällen die Abkühlung der Leiter schon eine große Rolle spielen wird, so sind die vergütbaren Aluminiumlegierungen bei leitäquivalenten Querschnitten von vornherein Kupfer gegenüber begünstigt. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse wenigstens bei Drosselspulen, Maschinenwicklungen u. dgl. ähnlich den bei dem vorliegenden Vergleich angenommenen Verhältnissen, da die wirklich gefährlichen Stromwerte, die der Stoßkurzschluß mit sich bringt, innerhalb einer Zeitdauer von 3 s abgeklungen sein werden. Die aus dem vorliegenden Vergleich zu ziehenden Schlußfolgerungen sind also berechtigt.

Zum Schluß soll nicht versäumt werden, Herrn Dipl.-Ing. Krines und Herrn Wulff für die Mitarbeit an den Versuchen und an der Ausarbeitung derselben zu danken.

[9] Siehe auch Circular Nr. 73 „Copper" des Bureau of Standard, Washington.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 256.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird folgende Form von Elektrizitätszählern dem untenstehenden, beglaubigungsfähigen System eingereiht.

Zusatz zu System 104, die Form AZ 3, Magnetmotorzähler für Gleichstrom,

hergestellt von der **Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft** in Leipzig-Leutzsch.

Berlin-Charlottenburg, den 2. III. 1928.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System 104,

die Form AZ 3, Magnetmotorzähler für Gleichstrom, hergestellt von der Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft in Leipzig-Leutzsch.

Die Zähler der Form AZ 3 sind eine abgeänderte Ausführungsform der durch die Bekanntmachung Nr. 156 vom 4. XI. 1922 (ETZ 1923, S. 12) zur Beglaubigung zugelassenen Magnetmotorzähler für Gleichstrom der Form AZ 2. Sie unterscheiden sich von diesen nur in folgenden Punkten bezüglich ihres mechanischen Aufbaues:

1. Die Abdichtungsschnur zwischen der Grundplatte und der Gehäusekappe liegt nicht in einer Rille der Grundplatte wie bei den Zählern der Form AZ 2, sondern in einer Rille der Gehäusekappe.
2. Die Klemmen sind in ihrer Form geändert und die Zahlenrollen des Zählwerks sind etwas größer.

Die Zähler der Form AZ 3 können für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler der Form AZ 2 beglaubigt werden.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 90.



RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Die MMK-Oberschwingungen einschichtiger Drehstromwicklungen. — Im Anschluß an eine im Arch. El. Bd. 18, S. 238 veröffentlichte Arbeit[1] über Zweischichtwicklungen untersucht R. Pohl die MMK-Oberschwingungen von Einschichtwicklungen in ihrer Abhängigkeit vom Wickelschritt. Es wird zunächst gezeigt, daß der gleiche Wickelschritt bei den beiden Wicklungsarten nicht die gleiche „Phasenverschachtelung" herbeiführt. Von dieser aber hängen die Form und Größe der Oberschwingung ab. Daher werden die Wicklungsarten in ihrem Verhalten bei gleicher Phasenverschachtelung verglichen. Die Kurven der Oberschwingung der Einschichtwicklungen unterscheiden sich von denen der Zweischichtwicklungen durch eine größere Zahl von Zacken. Ihre Maximal- und Effektivwerte nehmen zwar im allgemeinen einen ähnlichen Verlauf, jedoch muß ihre Größe von Fall zu Fall bestimmt werden. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen für 36, 48 und 72 Nuten auf 1 Polpaar werden in Kurven und Tabellen mitgeteilt. Da sich eine Phasenverschachtelung, wie sie bei fortschreitenden Wicklungen durch Schrittverkürzung erzeugt wird, auch bei gewissen konzentrischen Spulenwicklungen erreichen läßt, so treffen die Ergebnisse der Untersuchung fortschreitender Einschichtwicklungen sinngemäß auch auf diese konzentrischen Wicklungen zu. (R. Pohl, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 443.)

Kurzschlußvorgänge bei Einankerumformern. — Zur Beurteilung der Erscheinungen, die man beim Kurzschließen von Einankerumformern beobachten kann, ist die Kenntnis des zeitlichen Verlaufs des Gleichtromes, der Potentialkurve am Kommutator, der Schleifringspannungskurve usw. erforderlich. Zum Studium der oben skizzierten Fragen wurden einige Kurzschlußversuche mit Einankerumformer durchgeführt. Die Versuche haben gezeigt, daß die Potentialkurve am Kommutator nach Auftreten des Kurzschlusses sich erheblich verzerrt. Die größte Verzerrung der Potentialkurve wurde nicht beim Einleiten des Kurzschlusses beobachtet, wie man es vielleicht auf den ersten Blick erwarten kann, sondern etwas später, fast bei Unterbrechen des Kurzschlusses. Diese Erscheinung kann durch die verzögernde Ausbildung der Ankerrückwirkung und durch die nach dem ersten Stromstoß auftretenden Pendelungen erklärt werden. (Cl. Schenfer, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 437.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Das Oszilloskop. — Nachteilig an den in Amerika gebräuchlichen Kathodenstrahl-Oszillographen ist u. a. die Nichtlinearität der Zeitachse sowie für alle Typen die Unmöglichkeit, mehrere Kurven übereinander zu lagern, wie das z. B. beim Mehrschleifen-Oszillographen möglich ist. F. Bedell und H. J. Reich haben indessen Hilfsmittel zu schaffen verstanden, die diese Nachteile beseitigen. Da das dann entstehende Gerät in erster Linie für visuelle Beobachtung geeignet ist, wurde der Name Oszilloskop gewählt. Die Übereinanderlagerung mehrerer Kurven wird durch einen nach Abb. 1 ausgebildeten Schalter ermöglicht. Dieser Schalter rotiert und schaltet über die Bürsten *B* die an die Klemmen *1—2*, *1—3*, *1—4* usw. angeschlossenen zu registrierenden Spannungen jeweils kurzzeitig auf die mit *a* und *b* verbundenen Ablenkplatten der Kathodenröhre. Infolge des Nachwirkungseffektes im Auge des Beobachters scheinen die verschiedenen Kurven (bis zu vier) gleichzeitig auf dem Fluoreszenzschirm zu entstehen. Auch die photographische Wiedergabe ist möglich. Die Erzeugung einer geradlinigen, linearen Zeitachse geschieht, im Prinzip ähnlich den deutschen Anordnungen, unter Benutzung der Tatsache, daß ein über einen Widerstand gleichmäßig aufgeladener Kondensator eine mit der Zeit linear anwachsende Klemmenspannung zeigt. Diese Spannung besorgt die Zeitablenkung des Kathodenstrahls. Um nach dem größten Ausschlag ein sehr rasches und ebenfalls geradliniges Zurückgehen des Kathodenflecks in die Anfangsstellung zu erzielen, müßte der Kondensator durch einen Schalter plötzlich kurzgeschlossen werden. Im Hinblick auf das zu fordernde Ruhigstehen der aufzunehmenden Kurve muß die Aufladung und Kurzschließung synchron erfolgen. Ein diese Bedingungen erfüllender Schalter bietet sich in einer edelgasgefüllten Glimmlampe, von den Verfassern als „Koronaröhre" bezeichnet. Die Gasentladungsstrecke besitzt selbst Kapazität, ein kleiner Kondensator wird jedoch der Röhre parallel geschaltet, und durch Verstellen dieses Kondensators und des vorgeschalteten Widerstandes läßt sich die Frequenz der von der Röhre ausgelösten Schwingungen regeln. Der Schwingungskreis wird nach Abb. 2 geschaltet. Durch die Röhre fließt kein Strom, bis sie (bzw. die noch parallel geschaltete Kapazität) auf Zündspannung aufgeladen ist. Mit dem Einsetzen des Stromes bricht die Spannung zusammen, und der Zyklus beginnt von neuem. Die Spannung zwischen den Punkten *B* und *D*, die dem Oszillographen zur Zeitablenkung zugeführt wird, verläuft nach Abb. 3. Die sägezahnförmig schrägliegenden Spannungsanstiege können mit hinreichender Genauigkeit als linear mit der Zeit betrachtet werden; die sehr scharfen Spannungsabstürze, während deren der Kathodenfleck in die Ausgangslage zurückgeht, machen sich im Oszillogramm nicht als Verzerrung bemerkbar. Besser erfolgt die Schaltung des Schwingungskreises nach Abb. 4, wobei an Stelle der Akkumulatoren die Betriebspannung von einer Gleichstrommaschine über Potentiometerwiderstände geliefert wird, von denen außerdem noch die sonstigen für die Kathodenröhre benötigten Spannungen abgenommen werden können. Um einen konstanten Ladestrom zur Koronaröhre zu gewährleisten, ist statt des Widerstandes *W* (Abb. 2) eine oberhalb ihrer Sättigung arbeitende Glühkathodenröhre *G* eingeschaltet. Die Synchronisierung der Zeitablenkung mit der aufzunehmenden Frequenz erfolgt am besten durch Einführung einer kleinen Spannung, die von der zu untersuchenden abgezweigt wird und mit ihr frequenzgleich ist, in den Schwingungskreis Abb. 4, und zwar geschieht die Zuführung, um Verzerrungen zu vermeiden, an den Punkten *E* und *F*. Durch geeignete Frequenzwahl ist es möglich, von der zu untersuchenden Schwingung nur eine Halbwelle oder eine oder mehrere Perioden abzubilden. Die Zeitachse kann auch selbst eingezeichnet werden, z. B. für die photographische Wiedergabe, indem die Verbindung *1—2* bzw. *1—3* usw. im Schalter, Abb. 1, vorübergehend kurzgeschlossen wird. Ist es erwünscht, die Kurven gegeneinander zu verschieben, sie z. B. übereinander abzubilden, so läßt sich das durch Einschaltung einer Vorspannung zwischen die betreffende

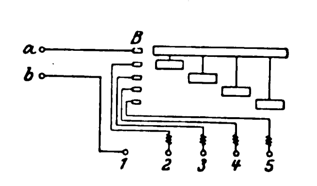
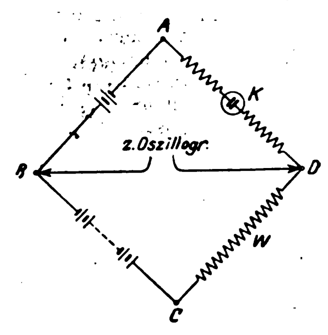


Abb. 1. Rotierender Umschalter zur Wiedergabe mehrerer Kurven.



K Koronaröhre *W* Widerstand

Abb. 2. Schwingungskreis zur Erzeugung linearer Zeitablenkung.

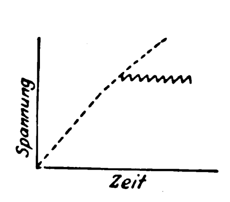


Abb. 3. Spannungsverlauf zwischen den Punkten *B* und *D* der Abb. 2.

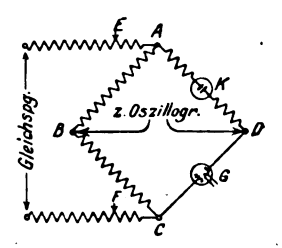


Abb. 4. Verbesserte Zeitablenkung.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1268.

Meßspannung und den gemeinsamen Kontakt *1* erreichen. — Oszillogramme, die mit dem Oszilloskop erhalten wurden, werden leider noch nicht mitgeteilt. (F. Bedell u. H. J. Reich, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 563.) *Wi.*

Neue Hochspannungsmeßbrücke zur Fehlerortsbestimmung in Kabeln. — Bei der Fehlerortsbestimmung in Hochspannungskabeln entstehen besondere Schwierigkeiten dann, wenn der Fehlerwiderstand abnorm hoch ist, 0,5 bis 1 MΩ und höher. Wenn man diesen Fehler nicht durch Ausbrennen mit der Betriebspannung auf einen kleinen Widerstand bringen kann, so versagen die meisten Methoden. Dieser Fall tritt ein:

1. bei Kabeln, die mit schnell wirkenden Auslösern versehen sind,
2. wenn die Dicke des Dielektrikums sehr hoch ist,
3. wenn die Muffen mit einer flüssigen oder halbflüssigen Ausgußmasse gefüllt sind, die nach dem Durchschlag wieder zusammenläuft,
4. wenn das Ausbrennen von Kabelfehlern mit Gleichspannungsapparaten geschieht und die Leistung dafür, wie es meistens der Fall ist, zu gering ist.

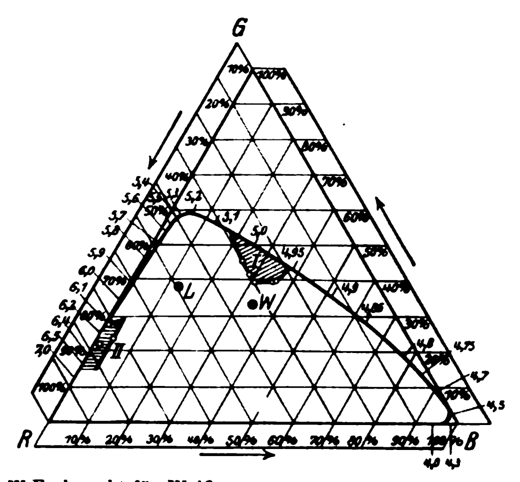
Eine von der British Insulated Cables Ltd. hergestellte neue Einrichtung besteht aus einer an sich normalen Meßbrücke, bei der der Meßdraht auf einer Trommel aufgewickelt ist, bei der aber die Drehung der Trommel über einen Isolierstab von etwa 1 m Länge erfolgt. Als Galvanometer wird ein solches der Unipivot-Type verwendet mit hoher Stromempfindlichkeit und vertikaler Profilskala. Die Ablesung des Zeigers erfolgt mit einem Fernrohr in der Nähe des Bedienungshandgriffes. Die Brücke arbeitet nach dem Schleifensystem von Murray. Die fehlerhafte Leitung wird mit einer guten am Ende des Kabels zusammengeschaltet, und die anderen Enden der Schleife werden an den Schleifdraht geführt. Die Gleichspannung wird mit einem Glühkathoden-Gleichrichter erzeugt, sie wird so lange gesteigert, bis ungefähr 20 mA in das Kabel fließen, entsprechend 20 kV für 1 MΩ Fehlerwiderstand. Der Gleitkontakt wird so eingestellt, daß das Galvanometer Null zeigt. Die Größe $X/2L$ (X = Fehlerabstand, L = Kabellänge) wird direkt abgelesen.

Einen besonderen Punkt hat man bei solchen Messungen zu beachten, wenn der Fehlerwiderstand im Kabel ein sehr hoher ist. Ist dann ein Teil der Brücke oder ein Teil der Rückleitung schlecht isoliert, so entstehen beträchtliche Fehler. Man muß sich deshalb vergewissern, daß die Brücke vollkommen frei von Erdschluß ist, und daß die gute Leitung einen sehr hohen Isolationswert hat im Vergleich mit der schlechten. Es sei bemerkt, daß eine ähnliche Meßeinrichtung schon seit einigen Jahren bei der BEWAG im Gebrauch ist, sie wird fabrikationsmäßig von Siemens & Halske gebaut. (The Electrician Bd. 100, S. 130.) *Kth.*

Beleuchtung.

Normung von Signalgläsern. — Die Wichtigkeit der farbigen Lichtsignale, durch die im Landverkehr die Halt- und Freifahrtzeichen, die Kennzeichnung von Backbord und Steuerbord im Wasserverkehr, die Lage der Flugstrecken und die Landungsrichtungen der Flugzeuge im Luftverkehr bei Nacht u. a. m. gegeben werden, führte auf der Tagung der Internationalen Beleuchtungs-Kommission zu Bellagio zu dem Beschluß, eine internationale Verständigung über die Farbe der Signale herbeizuführen. Die unbedingt notwendige Vorarbeit hierzu bildet eine Übereinkunft über die Nomenklatur, die Kennzeichnung und Messung von Farben sowie die Aufstellung von Vorschlägen für eine Normung von Signalfarben. Diese Fragen werden in einem von E. Lax und M. Pirani erstatteten Bericht der Unterkommission für physikalische Eigenschaften des Glases bei der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft behandelt. Voraussetzung für die Normung von Signalgläsern ist, daß die Grenzen für die brauchbaren Farbeindrücke von Signalen aufgestellt werden. Da außerdem bei gleichem Farbeindruck die Lichtstärke je nach der Lichtstromschwächung infolge der Absorption in dem Farbfilter verschieden sein kann, müssen auch Grenzen für die Gesamtdurchlässigkeit des Filters aufgestellt werden. Bei allen Betrachtungen ist die Signallichtquelle stets als Ganzes zu bewerten, da der Lichteindruck sowohl durch die spektrale Verteilung und die Größe des Lichtstromes der benutzten Lichtquelle als auch durch die spektrale Durchlässigkeit des Glasfilters bestimmt wird. Will man diese Abhängigkeit zum Ausdruck bringen, so kann man nicht schlechthin von der Farbe des Signalglases sprechen, sondern die Angaben müssen auf die „Signalfarbe" oder besser den „Signallichtstrom" bezogen werden.

In der Farbmetrik wird ein Farbeindruck durch Angabe von drei „Farbkoordinaten", deren Summe 100 ist und deren Größe ein Maß für das Verhältnis der Erregungen der drei Young-Helmholtzschen „Grundempfindungen" Rot, Grün und Blau ist, gekennzeichnet. Diese Farbkoordinaten, für die also 2 Zahlenangaben genügen, bestimmen einen Punkt in einem gleichseitigen Dreieck, dem sog. Maxwellschen Farbdreieck. Abb. 5 zeigt ein Farb-



W Farbpunkt für Weiß
L „ „ Strahlung d. schwarz. Körpers bei 2360° abs.
I grünes Signallicht *II* rotes Signallicht
Wellenlängenangaben in 10^{-5} cm

Abb. 5. Maxwellsches Farbdreieck.

dreieck, in das die Farbpunkte für Signallichtströme eingetragen sind, wie sie sich aus den spektralen Durchlässigkeiten der benutzten Farbfilter für eine Lichtquelle, deren spektrale Energieverteilung gleich der der Hohlraumstrahlung bei 2360° abs. ist, ergeben. Außerdem sind die Farbpunkte für die Spektralfarben eingezeichnet. Aus den Farbpunkten der Filter ergibt sich ein Farbpunktbereich *I*, in dem alle in der Praxis des Signalwesens benutzten grünen Filter liegen, und ein Farbpunktbereich *II* für rote Filter. Die Farbkoordinaten irgendeines Farbpunktes können aus dem Dreieck abgelesen werden. Es sind die Größen der drei sich zu 100 ergänzenden Koordinaten Rot, Grün, Blau. Vielfach bezieht man den Farbeindruck auch auf die Spektralfarben und den Mittelpunkt, den Punkt gleicher Koordinaten, an dem der Farbeindruck Weiß ist. Daß diese Kennzeichnung möglich ist, beruht auf der Tatsache, daß alle Farbeindrücke sich aus einer passend gewählten Spektralfarbe durch Zumengen von Weiß herstellen lassen. Nur bei purpurtonhaltigen Farben muß eine Mischung unter Hinzunahme von zwei Spektralfarben, dem äußersten Rot und äußersten Violett, und Weiß vorgenommen werden. Die Spektralfarbe, mit der die Mischung ausgeführt ist, wird der „Farbton", der relative Gehalt an ihr „Sättigung" genannt. Um diese Angaben dem Farbdreieck zu entnehmen, verbindet man den Farbpunkt mit dem Weißpunkt und verlängert diese Linie über den Farbpunkt hinaus bis zum Schnitt mit der Spektralfarbenkurve. Dieser Schnittpunkt gibt die den Lichteindruck bestimmende Spektralfarbe, also den Farbton, an. Das Verhältnis des Abstandes des Farbpunktes von dem Weißpunkt zu dem Abstand Weißpunkt—Spektralfarbe liefert das zweite Bestimmungstück, die Sättigung. Zur Errechnung der Farbkoordinaten müssen die spektrale Durchlässigkeit des Filters und die spektrale Intensitätsverteilung der für das Signal verwandten Lichtquelle in Abhängigkeit von der Wellenlänge bekannt sein. Durch Multiplikation dieser beiden Werte für jede Spektralfarbe erhält man Werte für die relative Intensität des Signallichtstromes in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Außerdem gehen in die Rechnung die festgelegten Werte der drei Grundempfindungen ein. Nach der Young-Helmholtzschen Theorie wird jede der drei Grundempfindungen fast von allen Spektralfarben angeregt. (Aus Abb. 5 sind die relativen Werte der Erregungen ablesbar; die absoluten Erregungswerte für energetisch gleiche Spektralstrahlung, die zur Rechnung benutzt werden, sind in der Arbeit tabellarisch angegeben.) Die relative Intensität des Signallichtstromes bei einer Wellenlänge wird je mit den einzelnen Erregungswerten der Grundempfindungen bei derselben Wellenlänge multipliziert und so die Einzelerregungswerte des Signallichtstromes für die drei Grund-

empfindungen in Abhängigkeit von der Wellenlänge für das ganze Spektrum gewonnen. Man trägt die Werte über der Wellenlänge auf und ermittelt die Größe jeder der von den drei Erregungskurven und der Wellenlängenkoordinate umschlossenen Flächen. Das Flächenverhältnis gibt relative Werte der Farbkoordinaten Rot, Grün und Blau. Als Werte für die Größe der Grunderregungen in Abhängigkeit von der Lichtwellenlänge sind die von Ives aus den Messungen von König und Dieterici neu berechneten Größen genommen. (Diese Umrechnung von Ives berücksichtigt die Augenempfindlichkeitskurve.)

Außer den Farbkoordinaten ist zur Kennzeichnung des Signallichtstromes noch der Wert der scheinbaren Gesamtdurchlässigkeit des Filters notwendig. Die Gesamtdurchlässigkeit ist von der relativen spektralen Intensität des benutzten nackten Lichtstromes und der spektralen Durchlässigkeit des Signalglases abhängig, außerdem gehen die feststehenden Werte der Augenempfindlichkeit in die Rechnung ein. Man bildet das Produkt aus spektraler Strahlungsintensität und spektraler Augenempfindlichkeit sowohl für den Signallichtstrom wie für den Lichtstrom der nackten Lichtquelle und summierte jeweils über das Gesamtspektrum. Diese Integralwerte ergeben relative Werte für die Lichtintensitäten. Der Quotient aus Lichtintensität der Signallichtquelle und Lichtintensität der nackten Lichtquelle ist die Gesamtdurchlässigkeit. Für die im Signalwesen verwandten Rotfilter liegt die scheinbare Gesamtdurchlässigkeit bei 4,6 bis 25 %, für die Grüngläser bei 2,2 bis 20 %.

Anstatt die für den Lichteindruck maßgebenden Größen zu berechnen, können sie auch durch Messung festgestellt werden, z. B. kann die Lage des Farbpunktes eines Signallichtstromes durch Messung mit dem Dreifarbenkolorimeter von Guild vorgenommen werden[1]. Die Gesamtdurchlässigkeit kann z. B. durch Messung mit dem Flimmerphotometer bestimmt werden. (E. Lax u. M. Pirani, Normung von roten u. grünen Signalgläsern. Verlag der Dt. Glastechn. Gesellsch., Frankfurt a. M.) *al.*

Ultraviolett-Durchlässigkeit von Gläsern. — Da man sich von der Verwendung ultraviolett-durchlässiger Fensterscheiben und Glühlampenglocken in medizinischer Hinsicht sehr viel verspricht, gewinnt diese Eigenschaft für die gesamte Lichttechnik immer größeres Interesse. Wie Untersuchungen des Bureau of Standards gezeigt haben, bleibt nun aber die Stärke der Durchlässigkeit nicht konstant, sondern es gehen unter dem Einfluß der Ultraviolett-Bestrahlung molekulare Zustandsänderungen im Glase vor sich, welche mit einer Verminderung der Ultraviolett-Durchlässigkeit verbunden sind. Eine solche Abnahme wurde bei allen auf dem Markt befindlichen Gläsern beobachtet, welche für die therapeutisch wirksamen Strahlen zwischen 280 und 310 m μ durchlässig sind. Diese Abnahme, welche sich schließlich einem Grenzwert nähert, findet bei Bestrahlung mit einer Quarz-Quecksilber-Lampe relativ schneller als bei Bestrahlung mit Sonnenlicht statt. Die Durchlässigkeit, welche bei einem unbestrahlten Glas bei 280 mμ 15 bis 25 % betrug, kann bei Sonnenbestrahlung nach einigen Wochen, bei intensiver Bestrahlung mit der Quarz-Quecksilber-Lampe bereits nach Stunden auf nur 5 % heruntergehen. (J. Franklin-Inst. Bd. 204, S. 666.) *Schb.*

Haushalt-Lichtwerbung. — Nach den Erfolgen, die die Schaufenster-Lichtwerbung auf der Grundlage der Gemeinschaftsarbeit in Deutschland in den letzten beiden Jahren gehabt hat, wird man sich im kommenden Herbst der Verbesserung der Beleuchtung in der Hauswirtschaft zuwenden. Die Vereinigung der Elektrizitätswerke (VDEW), der Reichsverband des deutschen Elektro-Installateurgewerbes (V. E. I.), der Verband der Beleuchtungsgeschäfte Deutschlands (VBD) und die Glühlampenindustrie haben sich zu diesem Zweck zur Gemeinschaftsarbeit zusammengefunden und kürzlich die „Zentrale für Lichtwerbung" gegründet. Aufgabe und Ziel dieser neuen Organisation ist die Durchführung von Lichtwerbungs-Unternehmungen. Die Schriftführung liegt in den Händen der Herren Dr.-Ing. Mueller (VDEW) und Wrede (Osram). In diesem Jahr wird sich die gemeinsame Aufklärungsarbeit der genannten Lichtwerbepartner auf die Verbesserung der Beleuchtung im Haushalt konzentrieren. Es handelt sich also vornehmlich um eine nach den lichttechnischen Erkenntnissen vorzunehmende Modernisierung der Beleuchtung der Küche und Speisekammer, des Korridors, Badezimmers und evtl. der Plättstube, des Treppenhauses, Bodens, Kellers und der Waschküche. Der Organisationsplan zur Durchführung der Haushalt-Lichtwerbung ist von den genannten Mitgliedern der Lichtwerbegemeinschaft bereits gebilligt worden.

[1] Bemerkung des Berichters: Es hat sich gezeigt, daß die Abweichungen zwischen den berechneten und den mit dem Guildschen Dreifarbenkolorimeter gemessenen Werten für rote und grüne Filter praktisch zu vernachlässigen sind. Größere Abweichungen finden sich nur bei blauen Filtern verhältnismäßig starker Sättigung. Diese Fehler sind wahrscheinlich durch Ungenauigkeiten der spektralphotometrischen Messungen im äußersten Blau bedingt. Die Versuche sind nicht abgeschlossen.

Heizung.

Die thermischen Eigenschaften der elektrischen Heizgeräte für den Haushalt. — Stålhane hat im Elektrowärmeinstitut der Ingenieur-Wissenschafts-Akademie Stockholm einen Vergleich zwischen den marktgängigen Apparaten für den Haushalt in bezug auf Konstruktion und Wirtschaftlichkeit bei teilweise neuen Meßverfahren angestellt. Dabei wurde auf die objektive Prüfung besonderer Wert gelegt, unter Verzicht auf eine Beurteilung der elektrisch zubereiteten Speisen.

Das wichtigste Organ in diesem Zusammenhang ist die elektrische Kochplatte. Zunächst werden die in Amerika und Norwegen üblichen Kochplatten in „offener" Ausführung, bei welcher der Kochtopf auf einem Rost oder einem Gitter mit frei hängenden Widerstandspiralen geheizt wird, als unwirtschaftlich abgefertigt. Außer dem schlechten Wirkungsgrad bei der Wärmeüberführung durch Strahlung werden der Nachteil durch das Eintränken des Widerstandsmaterials mit dem Inhalt des Topfes sowie die Lebens- bzw. Brandgefahr bei Spannungen von 220 V und mehr diese Type als ungeeignet erscheinen lassen. Die sonst üblichen „geschlossenen" Kochplatten mit abgedrehten Gußeisenplatten und versenkt eingebauten Heizkörpern stellen eine wirtschaftlichere Lösung des Problems dar, müssen aber sorgfältig ausgeführt werden. Als Widerstandsmaterial wird heutzutage fast ausschließlich Chromnickeldraht, welcher Silitstäben überlegen ist, verwendet. Das Wärmespeichervermögen soll möglichst gering sein, damit die Anheizzeit kurz wird. Die Heizspiralen sollen in der Weise eingebaut werden, daß die Wärmeenergie möglichst verlustfrei von den Heizkörpern nach der Oberfläche der Kochplatte überführt wird. Der spez. Verbrauch in W/cm² Oberfläche bewegt sich in den Grenzen 2,6 bis 3,1 mit guten Mittelwerten bei 2,8 bis 2,9. Bei allen untersuchten Fabrikaten war die Wärmeisolation unbefriedigend, indem die Wärmeabgabe nach unten zu groß war. Die Angaben des Leistungsschildes über den Verbrauch sollen mit einem Spiel von ± 10 %, welches der Herstellung Rechnung trägt, gelten. Die Verwendungsweise läßt eine Herabregelung des Stromverbrauches als wünschenswert erscheinen, besonders weil ein „Kochen" von Nahrungsmitteln ebensogut bei 90° als bei 100° erfolgt. Es sollte deshalb angestrebt werden, nach dem Anheizen eine Dauertemperatur von 90° im Inhalt des Topfes aufrechtzuerhalten. Dies besagt eine Regelung bis auf ¼ der normalen Leistung. Die Oberflächentemperatur der Platte soll möglichst gleichmäßig sein. In der Regel wurden 450° in der Mitte, dagegen 380 bis 400° am Umfang 1 cm von der Kante gemessen. Sogar Differenzen bis zu 135° wurden beobachtet. Die Messungen erfolgten mit Thermoelementen.

Der Begriff „Wirkungsgrad" einer Kochplatte ist im Sprachgebrauch nicht eindeutig und hat nur dann einen Sinn, wenn die Methode zu dessen Bestimmung angegeben wird. Wenn z. B. Wasser in einem Topf auf einer anfangs kalten Kochplatte erwärmt wird, wird die in Wärmeenergie umgewandelte elektrische Energie nicht nur zur Erwärmung des Wassers, sondern auch zur Beheizung der Kochplatte und des Kochtopfes sowie zur Deckung der Ausstrahlung von der Platte und zur Verdampfung eines Teils des Wassers während des Anheizens verbraucht. Der Nutzeffekt kann verschiedentlich ausgelegt werden, z. B. als die gesamte Wärme, welche die Kochplatte an den Topf nebst Wasserinhalt abgibt, im Verhältnis zur aufgenommenen elektrischen bzw. Wärmeenergie, oder aber es wird der vermehrte Wärmeinhalt des Wassers nach Erreichen der Endtemperatur mit dem Verbrauch abgeglichen. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit, die Temperatur von 100° im gesamten Wasserinhalt festzustellen, wird empfohlen, bei Wirkungsgradbestimmungen den Temperaturbereich 20 bis 95° zu benutzen. Eine Anheizzeit von etwa 15 min dürfte angemessen sein, so daß Kochtöpfe von 18 bzw. 22 cm Dmr. von 2 bzw. 3,5 l Inhalt nur mit 1,5 bzw. 2,5 l Wasser gefüllt werden. Als Geschirre kommen lediglich solche aus Aluminium mit plan abgedrehten Böden (4 bis 6 mm Stärke) vor. Zur Durchführung der Versuche werden Deckel mit Einführungsöffnungen für Thermometer verwendet. Anschließend an die Bestimmung des Anheizwirkungsgrades wird in ähnlicher



Weise der Wirkungsgrad beim Kochen mit Ausgang von der warmen Kochplatte bestimmt.

Von den Kochherden werden die Speicherherde mit Wasser als Wärmespeicher wegen zu niedrigen Wirkungsgrades, großer Abmessungen und hoher Preise als für schwedische Verhältnisse ungeeignet gekennzeichnet. Günstiger stellt sich die Ausführung mit Gußeisen als Wärmespeicher. Auf die Konstruktion des „Seves"-Herdes, welcher hochgestellten Ansprüchen genügt, kann dabei hingewiesen werden. Die Untersuchungen ergaben ferner, daß elektrische Brat- und Backöfen tunlichst mit dem inneren Mantel aus Aluminiumblech zur Vermeidung von Rost ausgeführt werden sollten. Zur Herabsetzung der Strahlungsverluste wird die Behandlung des äußeren

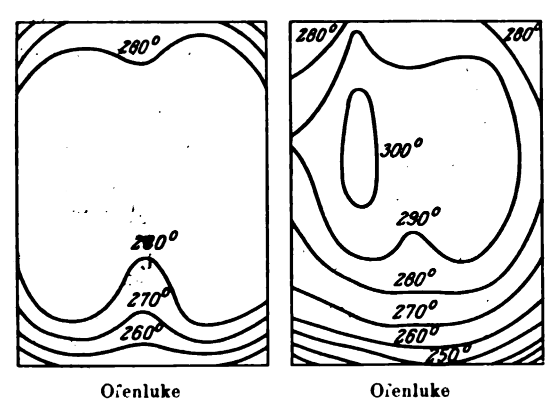


Abb. 6. Temperaturverteilung eines Backofens.

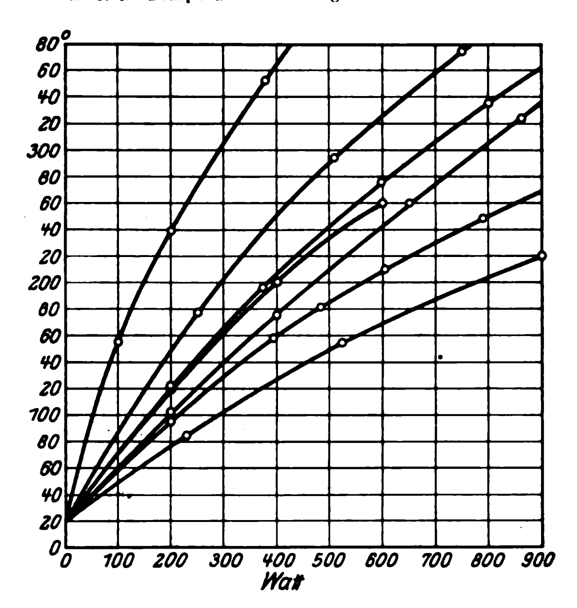


Abb. 7. Die mittlere Temperatur im Verhältnis zur aufgenommenen Leistung bei elektrischen Bratöfen verschiedener Herstellung.

Blechmantels mit Aluminiumbronze befürwortet. Die Heizkörper sollen in der Horizontalebene eine gleichmäßige Temperatur geben und dementsprechend angeordnet werden. Zur Kürzung der Anheizzeit können die oberen Heizkörper innerhalb des inneren Mantels, d. h. im Ofen selbst montiert werden. Zur Bestimmung der mittleren Temperatur bedient sich Verfasser eines Gerüstes mit sehr vielen gleichmäßig verteilten Widerstandspiralen, welche sämtlich 30 mm von den Ofenwandungen entfernt sind. Durch die Widerstandszunahme wird eine sehr genaue Temperaturbestimmung möglich, was bei Quecksilberthermometern nicht der Fall ist. Zur Messung der Temperaturverteilung wurde Filtrierpapier einer besonderen Qualität verwendet, welches bei Erwärmung eine deutliche Farbenskala gibt, worin Temperaturdifferenzen von 5° deutlich erkennbar sind. Durch Erwärmung von 20 min wurden daraus Normalfarbenmuster für alle 10° zwischen 200 und 300° hergestellt. Das Filtrierpapier wird entsprechend der Bodenfläche des Ofens zugeschnitten und auf Blechplatten (Papier durch Isolierperlen vom Blech getrennt) in den Ofen hineingeschoben. Nach 20 min hat sich das Papier gefärbt, und zwar kann die Temperaturverteilung an Hand der oben erwähnten Normalmuster als Isothermen eingetragen werden. Wenn die Platte mit Papieren in der untersten bzw. mittleren und obersten Lage eingelegt wird, erhält man in dieser Weise die räumliche Temperaturverteilung der Abb. 6. Meistens ist die Wärmeabdichtung des Deckel unbefriedigend. Die mittlere Temperatur der Öfen im Verhältnis zum Anschlußwert in Watt wechselt bei gleich großen Öfen verschiedener Herkunft sehr (Abb. 7). In jedem Ofen geht der größte Teil der von den Heizkörpern abgegebenen Wärme durch die Ofenwände verloren, und nur ein geringer Teil wird für Braten bzw. Backen verwertet. Die spez. Leistung kann als der Anschlußwert, bezogen auf die Oberfläche des inneren Mantels, angegeben werden und zeigte einen Mittelwert von 21 W/dm² bei 13 in Schweden verbreiteten bzw. 18 W/dm² bei 11 aus Norwegen bezogenen Konstruktionen. Beim schwedischen „Seves"-Herd ist diese Ziffer jedoch nur 11,5. Allerdings ist die spezifische Leistung kein Beleg für einen guten Ofen, so daß die zulässigen Grenzen nicht angegeben werden können. Die angewandte Methode bietet jedoch einen Ausgangspunkt zur Regelung der Verhältnisse auf diesem Gebiete und zielt auf eine Verbesserung der Apparate hin. Für Wärmeschränke kommen gleichwertige Gesichtspunkte in Frage, wogegen bei Warmwasserbereitern eine gründliche Neukonstruktion veranlaßt wurde, deren Ergebnisse noch nicht vorliegen. Die oben berührten Punkte haben in sehr kurzer Zeit eine Umstellung der Fabrikation bei mehreren Firmen herbeigeführt und sogar minderwertige Erzeugnisse zum Verschwinden gebracht. (Stålhane, Teknisk Tidskrift, Elektroteknik 1927, S. 133.) *Hldn.*

Installation.

Asbest-Gummischlauchleitung als Geräteanschlußschnur. — Die heute allgemein als Geräteanschlußschnur von Bügeleisen, Heizkissen, Heißluftgeräten, Wasserkochern, Heizplatten usw. verwendeten Gummischlauchleitungen (Bezeichnung: NSH und NMH) haben sich bei wärmeentwickelnden elektrischen Geräten nicht bewährt. Die Gummiisolation derartiger Anschlußschnüre wurde stets in der Nähe des Geräteanschlußsteckers infolge der Wärmeübertragung vom Heizgerät durch den Elektrizitätsleiter, welcher auch gleichzeitig ein guter Wärmeleiter ist, bald schadhaft. Die Übertragung der Wärme vom Heizgerät auf die Zuleitung findet naturgemäß in erster Linie an der Stelle der Zuleitung statt, welche mit dem Heizgerät, dem Wärmeherd, metallisch in Verbindung steht. Diese Stelle, d. h. der Leitungsteil, an dem das Gerät bzw. der Geräteanschlußstecker befestigt ist, wird bei Bügeleisen, Brennapparaten und ähnlichen Geräten betriebsmäßig infolge der hin- und hergehenden Bewegungen, welche die durch die Wärme gefährdeten Isolationsteile der Leitung mitmachen müssen, außerdem noch stark mechanisch beansprucht. Die den Elektrizitätsleiter umgebende Gummiisolation der Geräteanschlußschnur wird durch die vorgenannten Ursachen hart und bricht, wodurch Kurzschlüsse und die damit verbundenen Nachteile herbeigeführt werden.

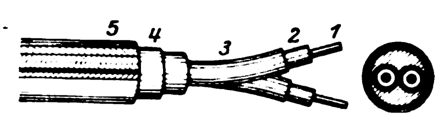


Abb. 8. Imag-Gummischlauchleitung.

Die Firma Nelken & Co., Essen, brachte neuerdings ihre sogen. Imag-Gummischlauchleitung, D.R.P. angem., als Geräteanschlußschnur heraus, welche die vorerwähnten Nachteile der bisher benutzten NSH- und NMH-Leitungen nicht aufweist. Die angestellten Versuche mit den neuartigen Imag-Geräteanschlußschnüren haben die Zweckmäßigkeit im Aufbau der strom- und wärmeisolierenden Schichten bestätigt gefunden. Die Schnur baut sich wie folgt auf (Abb. 8): Die verzinnte Kupferlitze *1* ist mit Asbestgarn *2* bewickelt, mit vulkanisierter, 33⅓%iger Gummimischung *3* umpreßt. Zwei solcher Adern sind gemeinsam rund verseilt, mit einem vulkanisierten, 33⅓%igen Gummimantel *4* umpreßt und mit Eisengarn *5* beflochten. *fi*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes. — Nach dem Stand zu Beginn dieses Jahres hat die Schweiz 1490 Streckenkilometer mit mehr als doppelt soviel Gleiskilometern im elektrischen Betrieb,

eine Zahl, die bis Ende des Jahres auf 1666 Streckenkilometer gewachsen sein wird, womit 60 % des ganzen Netzes, die 80 % des Gesamtverkehrs führen, auf elektrischen Betrieb umgestellt sein werden.

Für die Stromversorgung dienen in der Hauptsache zwei bahneigene Kraftwerksgruppen Amsteg-Ritom im Gotthardgebiet und Vernayaz-Barbarine im Gebirge südlich vom Genfer See, die zusammen jährlich 440 Mill. kWh Einphasenstrom abzugeben vermögen und durch eine 132 kV-Übertragungsleitung miteinander verbunden sind. Im Zug dieser Leitungen liegen drei Groß-Unterwerke. Diese und weitere 19 Unterwerke, an 66 kV-Übertragungsleitungen angeschlossen, speisen das Fahrleitungsnetz.

elektrischen Lokomotiven (mittleres Anhängegewicht 1926 293 t beim elektrischen Betrieb gegenüber 210 t beim Dampfbetrieb) und durch den Wegfall des Vorbereitungsdienstes der Lokomotiven.

Der Lokomotivunterhalt für ein gefahrenes Kilometer betrug bei den elektrischen Lokomotiven rd. 30 Cts gegenüber rd. 35½ Cts bei den Dampflokomotiven.

Unter den durch die Elektrisierung erzielten Ersparnissen ist auch der Fortfall der Beschaffung neuer Dampflokomotiven enthalten, die sonst notwendig geworden wäre. Die Bundesbahnen berechnen diesen umstrittenen Posten in folgender Weise. Vor dem Krieg mußten jährlich durchschnittlich 30 Dampflokomotiven durch neue ersetzt werden, d. h. in 10 Jahren 300 Lokomotiven, für welche ein Anschaffungskapital von 50 Mill. Fr eingesetzt wird, entsprechend einer jährlichen Ausgabe für Verzinsung, Tilgung und Erneuerung von rd. 4,4 Mill. Fr.

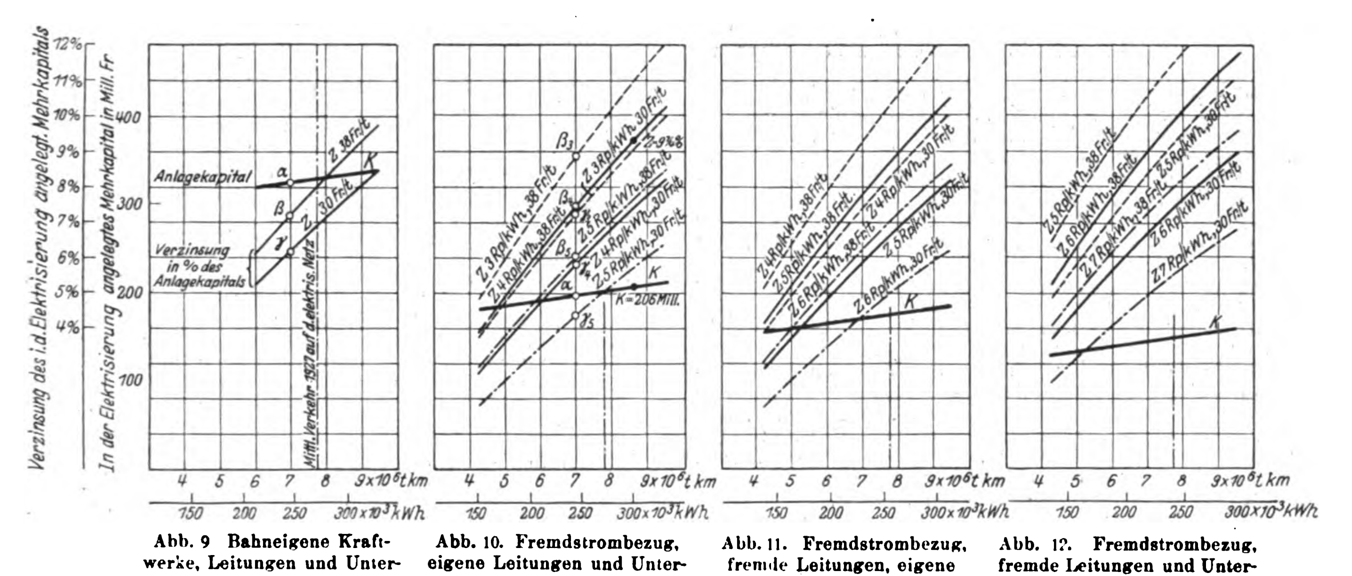


Abb. 9 Bahneigene Kraftwerke, Leitungen und Unterwerke.

Abb. 10. Fremdstrombezug, eigene Leitungen und Unterwerke.

Abb. 11. Fremdstrombezug, fremde Leitungen, eigene Unterwerke.

Abb. 12. Fremdstrombezug, fremde Leitungen und Unterwerke.

Abb. 9 bis 12. Für die Elektrisierung eines Netzes von 1150 km (Einphasen-Wechselstrom 15 kV) anzulegendes Mehrkapital gegenüber Dampfbetrieb und Verzinsung dieses Mehrkapitals bei gleich hohen Kosten des elektrischen und Dampfbetriebes nach Erfahrungen der S.B.B.

Über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes im Jahre 1927 gibt die einem Bericht der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen entnommene Zahlentafel 1 Aufschluß.

Zahlentafel 1.

Durch die Elektrisierung verursachte Mehrkosten.

1. Zins 5½ % des zu Lasten SBB angelegten Kapitals	26 950 000 Fr.
2. Rücklagen für Tilgung und Erneuerung	7 936 000 „
3. Personal- und Unterhaltungskosten der elektrischen Anlagen	3 750 000 „
Mehrkosten insgesamt	38 636 000 Fr.

Durch die Elektrisierung erzielte Ersparnisse.

1. An Kohlen	17 100 000 Fr.
2. An Zug-, Fahr- und Depotpersonal	13 095 000 „
3. An Unterhaltungskosten des Rollmaterials	4 566 000 „
4. Ersparnisse infolge der hinfällig gewordenen Beschaffung neuer Dampflokomotiven in den letzten Jahren infolge erfolgter Anschaffung von elektrischen Lokomotiven	4 389 000 „
5. Verschiedenes (Wasser, Schmiermittel, Bahnunterhalt, Miete von Kohlenwagen)	1 201 000 „
Ersparnisse insgesamt	40 351 000 Fr.
Mehrkosten wie oben	38 636 000 „
Minderkosten des elektrischen Betriebes	1 715 000 Fr.

Demnach betrug die Gesamtersparnis durch die Einführung des elektrischen Betriebes jährlich rd. 1,7 Mill. Fr. Der Gesamtaufwand für die Elektrisierung, gerechnet von den Wasserfassungen der Kraftwerke an und einschließlich aller Nebenkosten für Veränderungen an Schwachstromanlagen usw., wurde zu 525 Mill. Fr ermittelt, wovon 35 Mill. Fr als Bundessubvention gegeben wurden. Die Verzinsung des verbleibenden Kapitalaufwandes ist zu 5½ % gerechnet; der in der Elektrisierung begründete Entfall an Kohlenaufwand beträgt 450 000 t mit einem Kaufwert von rd. 17 Mill. Fr. Die Personalersparnis drückt sich darin aus, daß heute bei achtstündiger Arbeitszeit die Kopfstärke des Zug-, Fahr- und Depotpersonals um einige Prozent niedriger ist als 1913 bei 10- bis 10½stündiger Arbeitszeit, wobei der heutige Verkehr den von 1913 sogar noch etwas überwiegt. Diese Personalersparnis ist zurückzuführen auf die höhere Fahrgeschwindigkeit (Ersparnis an Reisezeit gegenüber dem Dampfbetrieb rd. 20 %), auf die größere Leistung der

Die bisherigen Rechnungen sind, wie alle Aufstellungen, die sich auf einen einzelnen konkreten Fall beziehen, mit Zufälligkeiten behaftet. Solche sind die ungewöhnliche zeitweilige Teuerung der Jahre, in denen der wichtigste Teil des Ausbaues erfolgte, anderseits die Bundessubvention, die den Kapitalaufwand der Bahn verminderte. Der Verfasser berechnet nun Anlage- und Betriebskosten unter Ausschaltung dieser einmaligen Vorgänge und indem er gleichzeitig den Verbesserungen, Verbilligungen und Vereinfachungen Rechnung trägt, die Maschinen und Leitungsanlagen unterdessen erfahren haben. Das auf dieser Basis errechnete erforderliche Anlagekapital würde nur 430 Mill. Fr betragen (gegen 525 Mill.), und die Betriebskosten erfahren eine entsprechende Änderung im Sinne einer weiteren Verbesserung der Bilanz zugunsten des elektrischen Betriebes. Zahlentafel 2 gibt die entsprechenden Zahlen und weist eine durch die Elektrisierung erzielte jährliche Ersparnis von 8,3 Mill. Fr (gegenüber 1,7 Mill. unter den tatsächlichen Verhältnissen) aus.

Zahlentafel 2.

Durch die Elektrisierung erzielte jährliche Ersparnisse bei Ausschaltung der historischen Zufälligkeiten.

Einphasenbetrieb mit 15 000 V von 1150 Bahnkm mit 2950 Gleiskm, Energie aus bahneigenen Kraftwerken, Übertragungsleitungen 132 kV und 66 kV von 800 km Länge, 3 Unterwerke von 132/66 kV und 15 Unterwerke von 66/15 kV, mittlerer Verkehr auf 1 Bahnkm 7 750 000 tkm im Jahr, einschließlich Lokomotivgewicht. Ausführung und Preise nach heutigen Verhältnissen.

Durch die Elektrisierung verursachte Erhöhung der Jahreskosten.

Gesamtanlagekapital zu Lasten der Bahnverwaltung einschließlich der elektrischen Triebwagen: 430 Mill. Fr.

1. Verzinsung zu 5½ %	23 650 000 Fr
2. Rücklagen für Tilgung des gesamten Kapitals in 50 Jahren und für Erneuerung der der Abnutzung unterworfenen Anlageteile	10 205 000
3. Personal und Unterhalt abzüglich der Einnahmen aus dem Verkauf von Überschußenergie	3 070 000 „
Mehrkosten insgesamt	36 925 000 Fr.

Durch die Elektrisierung erzielte Ersparnisse:

Anlagekapital der ohne die Elektrisierung erforderlichen Dampflokomotiven: 100 Mill. Fr.

1.	Verzinsung zu 5½ %	5 500 000 Fr
2.	Rücklagen für Tilgung der 100 Mill. Fr in 50 Jahren und für Erneuerung	3 763 000 ,,
3.	Ersparnisse an Kohlen 450 000 t bei einem Preis von 38 Fr/t franko Grenze	17 100 000 ,,
4.	Ersparnisse an Zug-, Fahr- und Depotpersonal: 2230 Mann zu durchschnittl. 5900 Fr einschl. aller Leistungen der Verwaltung	13 095 000 ,,
5.	Ersparnisse an Unterhaltungskosten des Rollmaterials nach Berechnung der SBB	4 566 000 ,,
6.	Ersparnisse an Wasser, Schmiermitteln, Bahnunterhalt, an Kohlenwagen	1 201 000 ,,
	Ersparnisse insgesamt	45 225 000 Fr
	Mehrkosten wie oben	36 925 000 ,,
	Minderkosten des elektrischen Betriebes	8 300 000 Fr.

Würde man die Ersparnisse des elektrischen Betriebes zu erhöhter Verzinsung des Anlagekapitals verwerten, so könnte dasselbe auf Grund der in dieser Zahlentafel zusammengestellten Ergebnisse mit 8 % verzinst werden.

Alle bisherigen Rechnungen beziehen sich auf gegebene Verkehrsverhältnisse und Preislagen, d. h. gegebene Streckenlänge (1150 Bahnkm mit 2950 Gleiskm für das Vergleichsjahr), gegebene Verkehrstärke (7,75 Mill. tkm jährlich einschl. Lokomotivgewicht), gegebenen Kohlenpreis (38 Fr/t frei Grenze) und bahneigene Erzeugung des Stromes unter Verkauf anfallender miterzeugter Drehstromenergie. Werden diese Faktoren abgewandelt, so lassen sich Kurvenscharen entwickeln, die für Verhältnisse ähnlich den in der Schweiz vorliegenden ein allgemeines Bild über die Rentabilität des elektrischen Betriebes liefern. Der Verfasser verweist mit Recht darauf, daß die Ergebnisse sich von Fall zu Fall je nach der vorliegenden Konstellation stark ändern, und daß daher solche auf Verallgemeinerung beruhenden allgemeinen Resultate mit großer Vorsicht angewendet werden müssen.

Abb. 9 bis 12 zeigen in Funktion des Verkehrs in tkm oder der aufgewendeten Jahresarbeit in kWh (Arbeitsaufwand für 1 tkm einschl. Lokomotivgewicht nach Schweizer Durchschnitt rd. 35 Wh ab Kraftwerk und 31 Wh ab Unterwerk) das Mehrkapital *K*, das für die Elektrisierung im Vergleich zum Dampfbetrieb aufzuwenden ist, und die Verzinsung dieses Mehrkapitals *Z*, die erzielt werden kann, wenn man für den elektrischen Betrieb dieselben jährlichen Betriebskosten aufwenden will wie für den Dampfbetrieb. Dabei ist die Rechnung durchgeführt für Kohlenpreise von 38 und 30 Fr/t. Die in Abb. 9 dargestellten Verhältnisse entsprechen dem tatsächlichen Betrieb, d. h. bahneigener Erzeugung des Stromes. Abb. 10 setzt voraus, daß der Strom gekauft wird (Strompreise 3 bzw. 4 bzw. 5 Cts oder Rappen (Rp) für 1 kWh), daß dagegen die Übertragungsleitungen und die Unterwerke von der Bahn erstellt und betrieben werden. Bei Abb. 11 ist angenommen, daß auch die Übertragungsleitungen von dem fremden Stromlieferer erstellt und betrieben werden (Strompreis dementsprechend etwas höher: 4, 5 und 6 Rp/kWh), und schließlich sind in Abb. 12 die Verhältnisse dargestellt, wenn Erstellung und Betrieb auch der Unterwerke zu Lasten des Stromlieferers fallen bei einem dementsprechend noch etwas erhöhten Strompreis von 5, 6 und 7 Rp/kW.

Die mit großer Konsequenz und Sachlichkeit durchgeführten Rechnungen geben ein erfreuliches Bild über die Rentabilität des elektrischen Betriebes. (A. Jobin, Schweiz. Bauzg. Bd. 91, S. 55.) *H.*

Bergbau und Hütte.

Vervollkommnungen beim elektrischen Schmelzen armer Erze. — Es ist nach den bis heute bekannten Verfahren noch nicht möglich geworden, Kupfer-, Nickel- und Kobalterze mit nur 3 bis 5 % Metall und mit mehr oder weniger Eisenoxyden anzureichern. Wohl gestattet eine zweckdienlich eingestellte Reduktion dieser Erze im Laboratorium das Erhalten hochprozentiger Ferrolegierungen, die auch auf Reinmetall leicht zu behandeln sind. In den Schachtöfen dagegen, den sonst wirtschaftlichsten Schmelzeinrichtungen, stößt die Verhüttung dieser Erze auf verschiedene Schwierigkeiten: namentlich läßt sich die Reduktion, die begrenzt werden muß, nicht auf den gewollten Grad einstellen, ferner ist das Metall in der Regel wenig flüssig. Bogitch hat nun seine Untersuchungen der Behandlung armer Erze im elektrischen Ofen gewidmet, bei dem die genannten Schwierigkeiten nicht bestehen dürften. Allerdings bietet der sonst übliche Lichtbogenofen mit Spannungen unter 100 V und mit Elektroden von großen Querschnitten einige Nachteile, so daß man auf größere Spannungen zurückgreifen müßte. Dies würde aber zur Folge haben, daß um die Elektroden äußerst heiße Zonen entstehen würden, die schädliche Reaktionen hervorrufen würden; daraus ergäbe sich wiederum ein unnützer Kraftverbrauch. Dann ist der elektrische Bogen stets sehr kurz, und die Elektroden werden immer durch das geschmolzene Erz benetzt. Einerseits ist der Elektrodenabbrand infolgedessen hoch, anderseits gelangt Kohlenstoff von der Elektrode in das Bad und macht hierdurch jede Überwachung der Reduktion illusorisch. Mit Erfolg kann man folgendermaßen zur Verhüttung der armen Erze vorgehen.

Der elektrische Einphasenofen mit vertikalem Bogen und leitendem Herd besitzt einen rechteckigen Raum und ist mit einem Gewölbe versehen; Ofenraum und Gewölbe sind mit Chromitsteinen ausgekleidet, einem feuerfesten Stoff, der von den flüssigen Schlacken wenig angegriffen wird. Das Wesentliche besteht nun in einem Arbeiten mit einer Spannung über 100 V, die für gewisse Erze 180 V erreichen kann. Bei solchen Spannungen wäre der Ofenbetrieb schwer zu führen, wenn nicht eine dichte Schicht des geschmolzenen Erzes annähernd 4/5 der gesamten Spannung aufnehmen würde. Der größere Teil der elektrischen Kraft wird demnach durch den Widerstand des Erzes in Wärme umgewandelt und so für die Schmelzung verwertet. Der andere Teil der Energie, d. h. die vom Lichtbogen selbst entwickelte Wärme trocknet und wärmt das das Bad bedeckende noch feste Erz vor. Die Verwendung von hochgespanntem Strom gestattet eine beträchtliche Ermäßigung der Elektrodenabmessungen (15 cm im Durchmesser höchstens), während gleichzeitig ein hoher Wirkungsgrad des Ofens gesichert wird ($\cos\varphi > 0{,}90$). Da weiter die Elektrode die Reduktion nicht mehr beeinflußt, läßt sich diese nach Belieben durch den Zusatz des Reduktionsmittels in den notwendigen Anteilmengen einstellen. Auf diese Weise lassen sich Ferrolegierungen erzeugen, die frei von Kohlenstoff und von Silizium sind und deren Eisengehalt genau dem Verteilungsgesetz dieses Elementes zwischen Schlacke und Metall gehorcht. Versuche von längerer Dauer in einem 1000 kW-Ofen haben ergeben, daß die Behandlung von 1 t Erz entsprechend der Erzeugung von 70 bis 100 kg Ferrolegierung je nach Art des Erzes 1000 bis 1250 kWh absorbiert und 8 bis 15 kg Elektrode verbraucht einschließlich der nicht verwendbaren Enden. (Bogitch, Compt. rend. Bd. 185, S. 863.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Telegraphie und Telephonie in den V. S. Amerika. — Am 29. III. d. J. hielt Herr Staatssekretär Dr. Feyerabend vor einem vom Reichspostminister geladenen Kreis von Gästen einen lehrreichen und aufklärenden Vortrag über das auf einer Studienreise erforschte Telegraphen- und Fernsprechwesen der Vereinigten Staaten von Amerika. Wir entnehmen den Ausführungen des ausgezeichneten Fachmanns über das im fremden Lande Gesehene folgendes.

Die V. S. Amerika sind allerdings 17mal größer als Deutschland, haben aber nur die doppelte Zahl der Einwohner. Diese Bevölkerung ist wegen der Unterschiede in der topographischen Gestaltung des Landes sehr ungleich verteilt. Es mußte deshalb der Entwicklung aller Verkehrsmittel, darunter vor allem der Nachrichtenübermittlung, eine besonders hohe Bedeutung beigelegt werden.

Fernsprecher und Telegraph liegen vollständig in den Händen privater Unternehmungen. Der Staat übt insofern eine Überwachung aus, als er die Finanz- und Tarifpolitik der Gesellschaften prüft, doch bot sich bei der gesunden Wirtschaft der Gesellschaften bisher kein Anlaß zu seinem Eingreifen. Infolge des Fehlens eines Monopols entstanden anfangs in den großen Städten zwei konkurrierende Fernsprechgesellschaften, so daß die Geschäftswelt zum Anschluß an beide gezwungen war. Heute tritt da, wo die das ganze Gebiet hauptsächlich beherrschenden Bell-Gesellschaften den Ortsdienst versehen, keine andere Gesellschaft mehr im Wettbewerb auf. Der Fernverkehr wird im ganzen Lande überhaupt nur vom Bell-Konzern wahrgenommen. Die große American Telephone and Telegraph Co. (ATTCO) mit dem Sitz in New York ist die Muttergesellschaft von 24 Bell-Gesellschaften, die den Betrieb in den einzelnen Staaten ausüben. Der ATTCO unterstehen die Bell-Laboratorien, deren Aufgaben wissenschaftliche Forschungen und die Weiterentwicklung der Technik und Betriebsmethoden sind, ferner die Fabrikationsgesellschaft Western Electric Co., die in zwei großen Fabriken den gesamten Bedarf an technischem Material einschl. Kabel und Leitungen herstellt, sowie endlich das Long Lines



Department, das die gesamten Fernleitungen der V. S. Amerika, soweit sie sich über den Bereich einer örtlichen Fernsprechgesellschaft hinaus erstrecken, baut und betreibt. Um von der Größe dieser Untergesellschaften einen Begriff zu geben, sei erwähnt, daß in der Fabrik der Western Electric Co. in Chicago 26 000 Menschen arbeiten. Weitgehende Rationalisierung und Mechanisierung der gewaltigen Produktion (30 000 Tischfernsprecher, 36 000 Fernhörer, 36 000 Mikrophone usw. wöchentlich) erzielen eine erheblich höhere Nutzleistung der einzelnen Arbeitskraft als bei uns, wobei das ganze Arbeitsgetriebe mit den gemeinsamen Erholungen einen frisch-fröhlichen, geradezu sportmäßigen Eindruck macht. Die hygienischen Verhältnisse sind dank der laufenden ärztlichen Überwachungen und Unfallschutz ausgezeichnet. Kündigungsfristen kennt man nicht; ein jeder, der seinen Posten nicht ausfüllt, weiß, daß er am nächsten Tage entlassen wird. Es ist deshalb begreiflich, daß der Bell-Konzern den Fernsprechbetrieb mit geringeren Selbstkosten durchführen kann als wir und dabei der Betrieb in manchen Beziehungen technisch mehr einheitlich und leistungsfähiger ist.



Abb. 13. Das Verwaltungsgebäude der New York Telephone Co.

Infolge der ständigen Vermehrung der Vermittlungstellen (in Groß-New-York heute über 200) hat sich die ATTCO nach längerem Abwarten auch zur Einführung des Selbstanschlußbetriebes entschließen müssen; sie benutzt indes in den Großstädten nicht das von dem Amerikaner Strowger erfundene System, das bei uns durchweg angewandt wird, sondern ein von ihr selbst entwickeltes Maschinensystem, das zwar ausgezeichnet arbeitet, aber für weniger große Verhältnisse zu teuer ist.

Die schnelle Zunahme der Anschlüsse in den Großstädten hat zum Bau immer größerer Häuser geführt. Der Bell-Konzern ist heute der größte Grundeigentümer in den V. S. Amerika. Das Verwaltungsgebäude der New York Telephone Co. (Abb. 13), seiner größten Betriebsgesellschaft, ist 148 m hoch, hat 32 Stockwerke über und 5 unter der Erde. In den ersten 10 Stockwerken über der Straße werden 6 selbsttätige Vermittlungsstellen für 120 000 Hauptanschlüsse untergebracht. Die übrigen Stockwerke dienen zu Bureauzwecken. Ein ganzes Stockwerk ist für das Medical Department bestimmt, in dem 12 Ärzte und mehrere Dutzend Krankenschwestern mit den vollkommensten Einrichtungen für ärztliche Untersuchungen die 30 000 Angestellten der New York Telephone Co. jährlich dreimal auf ihren Gesundheitszustand untersuchen. Diese prophylaktische Maßnahme macht sich bezahlt. Der Krankenstand ist geringer als bei uns zulande. Bau- und Einrichtungskosten dieses Gebäudes haben 63 Mill. RM betragen. In den Stockwerken unterhalb der Straße befinden sich die Speise- und Erholungsräume für das Personal. Ähnliche Gebäude sind in San Francisco, Cleveland und St. Louis vorhanden.

An anderen Stellen wird dagegen an Kosten gespart. So werden die Fernsprechlinien nur im Innern der Städte unterirdisch verlegt. Im Weichbild, wo die Sprechstellen weniger dicht beisammen liegen, auch in Villenstraßen, werden die Leitungen als Luftkabel oberirdisch geführt, was im allgemeinen einen wenig schönen Eindruck macht, den Amerikaner aber nicht weiter stört.

Über Anschluß und Tarif machte der Vortragende folgende Angaben. Von den fast 18,4 Mill. Fernsprechstellen in den V. S. Amerika gehören 13,8 Mill. dem Bell-Konzern. Die Zahl der Sprechstellen wächst jährlich um 800 000. Das Fernleitungsnetz wurde 1926 um mehr als 1 Mill. km Leitungen vermehrt. Die Kosten dieses Bauprogramms haben 1927 über 1,6 Milliarden RM betragen. Zu der Bestreitung der Aufwendungen werden jährlich etwa 850 Mill. RM neues Geld gebraucht, der Rest wird Überschüssen und Rücklagen entnommen. Da die Aktien der Bell-Gesellschaft weit verbreitet sind, ist es für die Gesellschaft leicht, sich alljährlich das neue Baukapital zu beschaffen, zumal da die Angestellten und Arbeiter in erheblichem Umfang am Aktienbesitz der Gesellschaft beteiligt sind und ihnen der Erwerb neuer Aktien erleichtert wird.

Einen Einheitstarif für den Ortsverkehr gibt es in den V. S. Amerika nicht. Jede Gesellschaft wendet das ihr für das einzelne Ortsnetz passend erscheinende Tarifsystem an. In kleinen Orten ist auch der Pauschtarif noch gebräuchlich. In großen Städten, z. B. in New York, wird das einzelne Gespräch gebührenmäßig erfaßt. Der Teilnehmer muß auf eine bestimmte Anzahl von Gesprächen für das Jahr im voraus abonnieren. Die Mindestgesprächzahl ist 800, die folgenden Stufen umfassen in der Regel 300 Gespräche. Wegen der niedrigeren Kaufkraft des Dollars belasten die Fernsprechgebühren für den Ortsverkehr das Budget des Amerikaners weniger als das des Deutschen. Im Fernverkehr sind die Gebühren indes wesentlich höher.

Von den amerikanischen Telegraphengesellschaften sind die wichtigsten die Western Union Telegraph Co., über deren Linien etwa 85 % des gesamten Telegraphenverkehrs gehen, und die Postal Telegraph Cable Co. Während in Deutschland der Telegraph durch den Fernsprecher an Umfang und Bedeutung verloren hat, wird in den V. S. Amerika vom Telegraphen ein viel regerer Gebrauch gemacht als bei uns. Bei der Western Union wurden 1926 215 Mill. Telegramme aufgeliefert gegen 36,3 Mill. in Deutschland. Die Leistungen der Telegraphen und der Telegraphenbeamten sind in den V. S. Amerika wesentlich höher als in Deutschland. Dieses Ziel wird durch Ausnutzung aller technischen Mittel erreicht, unter denen an erster Stelle der Einheitstelegraphenapparat Teletype von Morkrum-Kleinschmidt zu nennen ist. Er wird wie eine Schreibmaschine bedient und liefert im Empfangsamt Druckschrift auf Papierstreifen oder auf Blättern. Der Apparat wird auch von Privaten zum Verkehr unter sich auf gemieteten Leitungen benutzt. Auch in Deutschland ist ein derartiger Apparat zwar hergestellt worden, doch hat sich seine Einführung durch das Vorhandensein zahlreicher noch brauchbarer älterer Systeme bis jetzt verzögert.

Der Vortragende bemerkte am Schluß seiner Mitteilungen, daß man aus dem von ihm gegebenen Ausschnitt aus dem Gesamtbilde schon den Eindruck von der Überlegenheit der Amerikaner auf dem Gebiete des Schnellnachrichtenverkehrs gewinnen werde. Damit solle indes nicht gesagt werden, daß wir nicht das Gleiche leisten könnten, wenn alle Begleitumstände bei uns ebenso günstig lägen. Wir brauchten den Wettbewerb mit den Amerikanern auf dem Gebiet der theoretischen und der angewandten Wissenschaft nicht zu fürchten, wenngleich das amerikanische Bildungswesen in einem gewaltigen, von einer Begeisterung des ganzen Volkes für die Schule getragenen Aufschwung begriffen sei. Auf einem sehr wichtigen Gebiet

könnten wir es indessen den Amerikanern sobald nicht gleichtun, nämlich in der Beseitigung der unzähligen Hemmungen politischer, sozialer und wirtschaftlicher Art, die es uns leider so sehr erschwerten, den wirtschaftlichen Nutzen unserer Arbeit zu einem höchsten Wert zu entwickeln.

Es trete hierneben auch die Frage auf, ob auch bei uns die Form der Privatwirtschaft der Bewirtschaftung durch den Staat vorzuziehen sei, denn Amerika verdanke zweifellos die geschilderte glänzende Entwicklung in erster Linie privatwirtschaftlicher, unabhängiger Gestaltungs- und Verwaltungskunst. Es sei demgegenüber zu beachten, daß die politischen, sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse Deutschlands von denen Amerikas grundverschieden seien. Staatsicherheit, Vereinigung mit der Post, soziale Interessen und die Bedürfnisse der Allgemeinheit sprächen dafür, diese beiden wichtigen Nachrichtenmittel in der Hand des Staates zu lassen. Anderseits müsse zugegeben werden, daß der Staat nicht beweglich genug sei und ändernden Verhältnissen nicht schnell genug sich anzupassen vermöge. Diese Hemmungen wirkten sich gegenüber einer in ständiger, schneller Entwicklung begriffenen Betriebsverwaltung natürlich ungleich störender aus als gegenüber den Hoheitsverwaltungen. Es war daher eine befreiende Tat, als durch das Reichspost-Finanzgesetz bestimmt wurde, daß der Post- und Telegraphenbetrieb als ein selbständiges Unternehmen des Reiches auf kaufmännischer Grundlage vom Reichspostminister und einem Verwaltungsrat verwaltet werden sollte, die zusammen im wesentlichen mit den bis dahin vom Reichstage ausgeübten Befugnissen ausgestattet wurden. Daraus ergab sich zwangsläufig die Notwendigkeit, das Unternehmen aus den eigenen Einnahmen zu erhalten. Die Erfüllung dieser naturnotwendigen Vorbedingung werde aber unmöglich gemacht, wenn Instanzen, die am Unternehmen nicht unmittelbar beteiligt und nicht dafür verantwortlich sind, auf die wichtigsten Faktoren seiner Wirtschaft bestimmenden Einfluß erhalten. Daher sollten Änderungen am Postfinanzgesetz, wie sie von parlamentarischer Seite neuerdings verlangt werden, sich nicht in der Richtung einer Wiedereinschränkung der verliehenen Selbständigkeit, sondern im Gegenteil nur im Sinne eines Abbaues der noch bestehenden Hemmungen bewegen.

Wenn man der Deutschen Reichspost das Vertrauen schenkte, daß nur sie auf Grund ihrer genauen Sachkenntnis den öffentlichen Interessen am besten zu dienen vermag, und ihr in den zu treffenden Maßnahmen freiere Hand ließe, dann würden sich auch im Rahmen des Staatsbetriebes Leistungen und Erfolge erzielen lassen, die hinter denen der amerikanischen Privatunternehmen nicht zurückständen. Es sei keine Zeit zu verlieren, um im Interesse unserer Existenz den amerikanischen Vorsprung im gesamten Wirtschaftsleben sobald als möglich einzuholen. Man werde dabei amerikanischer Methoden nicht entraten können.

Soweit der Vortragende. Es kann darüber keine geteilte Meinung geben, daß der mit dem Postfinanzgesetz einmal eröffnete Weg unbedingt von allen Hindernissen frei gehalten werden muß. Gerade das Beispiel Amerikas, dessen überragende Stellung auf dem Gebiet des Nachrichtenverkehrs zu denken gibt, zeigt, daß man solche Unternehmen den dazu berufenen Fachmännern, nicht aber den Politikern überlassen muß und ohne stattliche Neuaufwendungen, die immer ein werbendes Kapital darstellen, nicht auf die Höhe bringen kann. *Z*

Verschiedenes.

Richtlinien für die organisationstechnische Darstellung von Arbeitabläufen. — Um auch für organisatorische Zusammenhänge und Vorgänge eine Zeichensprache zu schaffen und die aus dem Drang der Notwendigkeit von den Organisationstechnikern bereits entwickelten Zeichen und Regeln planvoll durchzubilden und zu vereinheitlichen, hat der Ausschuß für wirtschaftliche Verwaltung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit (AWV) die Hauptarbeitstelle der Gesellschaft für Organisation, von der auf diesem Gebiet seit längerer Zeit Material gesammelt und verarbeitet worden ist, mit der Aufstellung eines Vorentwurfs betraut. Dieser (vom 5. XII. 1927) liegt jetzt einer großen Anzahl von Verbänden, Hochschullehrern, Behörden usw. zur Stellungnahme vor. Er umfaßt 35 Richtlinien, deren erste sich auf das Netz als Grundlage der Darstellung beziehen. Ihnen folgen eine Erörterung der Sinnzeichen (Wegezeichen, Zeichen für Personen, Dinge und Handlungen sowie kritische Zeichen), sodann Richtlinien für die unmaßstäbliche und für die maßstäbliche Darstellung im einfachen Netz, die Mehrnetzdarstellung und schließlich Angaben über die Hilfsmittel. Der AWV (Berlin NW 6, Schiffbauerdamm 19) bittet alle an der Regelung oder Beurteilung von Arbeitabläufen Beteiligten, diese Richtlinien unter Benutzung der bei der Gesellschaft für Organisation (Berlin W 30, Motzstr. 79) erhältlichen Vordrucke praktisch zu erproben und ihm die Stellungnahme zu den vorgeschlagenen Sinnzeichen und Darstellungsweisen wie zu der in Aussicht genommenen Form der Vordrucke und Zeichenschablonen in doppelter Ausfertigung spätestens bis zum 1. VII. mitzuteilen.

Eine schwedische Vereinigung für rationelle Verwendung der Elektrizität. — In Schweden haben die Svenska Elektricitetsverksföreningen (Verein der schwedischen Elektrizitätswerke), Sveriges Elektroindustriförening (Schwedens Elektroindustrieverein), Elektriska Engrossistföreningen (Verein der elektrischen Grossisten), Elektriska Entreprenörsföreningen (Verein der elektrischen Installateure) und Svenska Föreningen för Ljuskultur (die schwedische Gesellschaft für Lichtwirtschaft) die „Föreningen för Elektricitetens Rationella Användning" (FERA) gegründet. Ihr Zweck ist, „für erweiterte und verbesserte Ausnutzung der Elektrizität zu wirken, u. zw. durch Verbreitung der Kenntnisse über deren Verwendungsmöglichkeiten und ihre rationelle Anwendung sowie durch Aufklärungstätigkeit, die geeignet ist, die Entwicklung zu fördern und Irrtümern und Unfällen vorzubeugen, die diese hemmen können". Die Vereinigung hat zunächst mit der Herausgabe einer Zeitschrift „Era"[1] begonnen, deren vier erste Nummern jetzt vorliegen. Typographisch sehr gut ausgestattet, behandelt sie unter der Redaktion von E. Velander in populärer Darstellung Fragen, die die ganze Elektrizitätswirtschaft berühren; u. a. wird auch für die Lichtwirtschaft ziemlich großes Interesse gezeigt. *I. F.*

Neue Normblätter des DNA. — Bauwesen: DIN 1240 Blatt 1 Blendrahmenfenster, Fensteröffnungsmaße für inneren Maueranschlag und äußeren Mauerfalz. — 1240 Blatt 2 Blendrahmenfenster, Mauermaße der Fensteröffnungen. — 1241 Blendrahmenfenster, Fensterscheibenmaße. — 1242 Blatt 1 und 2 Blendrahmenfenster, Holzwerk, Einfachfenster mit 32 mm dicken Flügelschenkeln. — 1243 Blatt 1 und 2 Blendrahmenfenster, Holzwerk, Einfachfenster mit 36 mm dicken Flügelschenkeln. — 1244 Blatt 1 und 2 Blendrahmenfenster, Holzwerk, Kasten- und Doppelfenster mit 32 mm dicken Flügelschenkeln. — 1245 Blatt 1 und 2 Blendrahmenfenster, Holzwerk, Kasten- und Doppelfenster mit 36 mm dicken Flügelschenkeln. — 1246 Blatt 1 und 2 Blendrahmenfenster, Bauarten, Einfachfenster. — 1247 Blatt 1 bis 3 Blendrahmenfenster, Bauarten, Kasten- und Doppelfenster. — 1248 Blatt 1 bis 4 Blendrahmenfenster, Bezeichnung. — 1240 bis 1248 Beiblatt 1 bis 5 Blendrahmenfenster, Typengruppen. — 1381 Wasserklosetts, Flachspülklosetts, Haupt- und Anschlußmaße. — 1382 Wasserklosetts, Tiefspülklosetts, Haupt- und Anschlußmaße. — 1384 Wasserklosetts, Erläuterungen zu DIN 1381 bis 1383. — 1399 Glasierte Wandplatten, Steingut, Schamotte. — 1400 Blatt 1 Steinzeugplatten (Gesinterte Mosaikplatten), Fußbodenplatten. — 1400 Blatt 2 Steinzeugplatten (Gesinterte Mosaikplatten), Sockelplatten.

Werkzeuge (Lehren für Gewindetoleranzen): DIN Vornorm 2244 Beiblatt 1 Gewindelehren, Gut-Gewindelehrdorn für Metrisches Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 2 Gewindelehren, Ausschuß-Gewindelehrdorn für Metrisches Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 3 Gewindelehren, Gut-Gewindelehrring für Metrisches Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 4 Gewindelehren, Ausschuß-Einstellgewindelehre für Metrisches Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 5 Gewindelehren, Prüfdorn für Gut-Gewindelehrring für Metrisches Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 6 Gewindelehren, Abnutzungsprüfdorn für Gut-Gewindelehrring für Metrisches Gewinde fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 7 Gewindelehren, Gut-Gewindelehrdorn für Whitworth-Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 8 Gewindelehren, Ausschuß-Gewindelehrdorn für Whitworth-Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 9 Gewindelehren, Gut-Gewindelehrring für Whitworth-Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 10 Gewindelehren, Ausschuß-Einstellgewindelehre für Whitworth-Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 11 Gewindelehren, Prüfdorn für Gut-Gewindelehrring für Whitworth-Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2244 Beiblatt 12 Gewindelehren, Abnutzungsprüfdorn für Gut-Gewindelehrring für Whit-

[1] Stockholm, Tulegatan 13.

worth-Gewinde, Grenzmaße fein, mittel, grob. — 2221 Lehrdorne für Bohrfutterkegel nach DIN 238. — 2222 Lehrringe für Bohrfutterkegel nach DIN 238.

Holzbearbeitungsmaschinen VDH 10 Hakenschlüssel für Überwurfmuttern an Fräsmaschinen.

Kraftfahrbau: Vornorm KrK 971 Kugelzapfen, Kegel 1 : 10. — Vornorm KrG 407 Splintlöcher zu Splinten nach DIN 94.

Laboratoriumsgeräte: DENOG 26 Glas-Trichter. — DENOG 35 Enghals-Flaschen aus Glas für Flüssigkeiten (ausgenommen Reagenzien) (Pack- oder Rollflaschen). — DENOG 36 Enghals-Reagenzienflaschen aus Glas. — DENOG 37 Stutzenflaschen aus Glas (Tubusflaschen). — DENOG 38 Weithals-Flaschen aus Glas für feste Stoffe (ausgenommen Reagenzien) (Pack-oder Rollflaschen). — DENOG 39 Weithals-Reagenzienflaschen aus Glas. — DENOG 42 Waschflaschen aus Glas. — DENOG 43 Kippscher Gasentwickler. — DENOG 44 Exsikkatoren. — DENOG 47 Trockentürme aus Glas.

Luftfahrt: DIN L 21 Flugzeugleinen. — L 27 Drahtstifte, rund, Flachkopf, Senkkopf (Auswahl aus DIN 1151). — L 28 Drahtstifte, rund, Stauchkopf (Auswahl aus DIN 1152). — L 29 Drahtstifte mit Halbrundkopf (Auswahl aus DIN 1155).

Textilmaschinen: DIN Tex 4800 Schaufelschaftmaschinen, Zylinder, Klaviaturstift, Pappkarte, Konstruktionsblatt. — Tex 4505 Kettbaum-Durchmesser, Kettbaumscheiben-Durchmesser.

Bergbau: DIN BERG 35 Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Übergangsnippel für Durchgangshähne. — BERG 35 Beiblatt (Übergangsblatt) Luftleitungen, Berieselungsleitungen, Übergangsnippel für Durchgangshähne (nur gültig für die Einführungszeit der genormten Armaturen). — BERG 350 Schrämmaschinen, Schäfte der Schrämwerkzeuge für Stangen- und Kettenschrämmaschinen, Anschlußmaße.

Hauswirtschaft: DIN 4571 Deckel und Gummiringe für Einkochgläser (Flachrandgläser). — Vornorm 4572 Deckel und Gummiringe für Einkochgläser (Nutengläser und Vollrandgläser).

Maschinenbau, allgemein: DIN 868 Zahnräder; Begriffe, Bezeichnungen, Kurzzeichen.

Schreibmaschinen: DIN 2100 Verzeichnis der Normen für Schreibmaschinen. — 2112 Tastenfeld, Zuordnung der Zeichen.

Geänderte Normblätter. Bauwesen: DIN 590 Kellersinkkasten ohne Putzöffnung (2. Ausgabe, geändert). — 591 Kellersinkkasten mit Putzöffnung (2. Ausgabe, geändert).

Werkzeuge: DIN 307 Meßscheiben mit Griff (2. Ausgabe, geändert). — 309 Kugelendmaße (2. Ausgabe, geändert). — 650 Bearbeitete T-Nuten (2. Ausgabe, erweitert). — 651 Unbearbeitete T-Nuten (2. Ausgabe, geändert). — 1041 Schlosserhämmer, 50 bis 2000 g Gewicht (2. Ausgabe, geändert). — 1042 Vorschlaghämmer, Kreuzschlaghämmer, 3 bis 15 kg Gewicht (2. Ausgabe, geändert). — 1195 Augenabmessungen für Hämmer (2. Ausgabe, erweitert).

Maschinenbau, allgemein: DIN 98 Drehbare Ballengriffe (3. Ausgabe, geändert).

Eisenbahnwagenbau: DIN WAN 2169 Bremsdreieck für Einheitsgüterwagen und zweiachsige Einheits-Personenwagen.

Kraftfahrbau: DIN Vornorm KrK 661 Druckschmierköpfe für Bajonettanschluß. — Vornorm KrK 971 Kugelzapfen, Kegel 1 : 10.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Messe und Ausstellung, ihre Aufgaben und ihre Grenzen. — Unter diesem Titel verbreitet das Leipziger Meßamt eine Broschüre, in der sein Direktor P. Voss, Dozent für Messe- und Ausstellungswesen an der Leipziger Handelshochschule, das Wesen der Messe und Ausstellung einer näheren Untersuchung unterzieht.

Ausstellung „Heim und Technik" München 1928[1]. — Aus einem uns vom Vorsitzenden der technischen Gruppe der Ausstellung, Oberbaurat A. Höchtl, zur Verfügung gestellten Artikel geht hervor, daß für alle Gruppen eine Dreiteilung vorgesehen ist: die Einführungsräume, die Typenräume und die Sammelausstellung der Firmen. In den Einführungsräumen will man der Hausfrau Belehrung über die einzelnen im Haushalt zu verwendenden technischen Einrichtungen vermitteln. Falsche und richtig ausgeführte Einrichtungen und Installationen sollen dargestellt, auf die beim Gebrauch eintretenden Mängel und Fehler der Anlagen und Geräte hingewiesen und gezeigt werden, welche Nachteile durch unzweckmäßige Handhabung, nicht genügend sorgfältige Behandlung und Benutzung sowie durch vernachlässigten Unterhalt entstehen. Dem Architekten, Baumeister, Installateur, Handwerker wird die Notwendigkeit der technisch vollkommenen Einrichtungen im Hause sowie der besten Ausführung als der im Betrieb und im Unterhalt billigsten vor Augen geführt werden. Da die mannigfaltigen Belange der Technik im Haushalt, besonders die eingehende Kenntnis der Bedeutung und Eigenschaften der im Haushalt und für die Ernährung zur Verwendung gelangenden Rohstoffe, nicht einigen wenigen Personen eigen sein können, wurden die für die einzelnen Gruppen in Betracht kommenden Verbände und Spezialfachleute der Wissenschaft, Technik, Industrie, des Handwerks und Handels um ihre Mitarbeit ersucht, worunter selbstverständlich die Hausfrauen-Organisationen nicht fehlen. Während der Ausstellung werden fortlaufend Tages- und Abendvorträge mit Filmvorführungen und praktischen Demonstrationen im Kochen, Waschen, Bügeln, Reinigen und in der Gesundheitspflege gehalten, wofür bereits erste Fachleute, insbesondere von den Hausfrauen-Organisationen, gewonnen sind. Außerdem ist beabsichtigt, um das, was die Ausstellung zeigen wird, für die Hausfrauen zu erhalten und praktisch auszuwerten, kleine Heftchen zu geringen Preisen abzugeben, in denen die Hinweise und Anwendungsbereiche der einzelnen Gruppen in klarer, leicht verständlicher Weise zusammengefaßt sind.

Internationale Elektroausstellung in der Sowjetunion. — Wie die Handelsvertretung der UdSSR. in Deutschland mitteilt, ist der Oberste Volkswirtschaftsrat der Sowjetunion gegenwärtig mit der Vorbereitung einer internationalen elektrotechnischen Ausstellung beschäftigt, deren Dauer vorläufig auf 3 bis 6 Monate festgesetzt ist und für die man bereits zahlreiche namhafte Elektrofirmen des Auslandes vorgemerkt hat. Zum Vorsitzenden der provisorischen Ausstellungskommission wurde D. P. Friedmann bestellt.

Luxemburger Messe 1928. — Wie wir dem Mitteilungsblatt des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes entnehmen, würde die Leitung der Luxemburger Messe, die vom 10. bis 24. VIII. stattfindet, es im Hinblick auf die seitens der Luxemburger Regierung demnächst durchzuführende Elektrisierung des Großherzogtums begrüßen, wenn die Fabrikanten von Elektromotoren, Ersatz- und Gebrauchsgegenständen, die dabei in Betracht kommen, sich an dem Unternehmen beteiligen wollten. Interessenten werden gebeten, sich dieserhalb mit der Geschäftstelle des eingangs genannten Amtes ins Benehmen zu setzen.

Ausstellung für industrielle Heizanlagen Paris 1928. — Wie das Deutsche Ausstellungs- und Messe-Amt berichtet, wird vom 23. VI. bis 8. VII. in Paris bei der Porte de Versailles in Verbindung mit dem alle fünf Jahre tagenden Kongreß eine Ausstellung für industrielle Heizanlagen stattfinden, die sich u. a. auf die Gewinnung und Verwendung der Brennstoffe, Ausnutzung und Speicherung der Wärme sowie des Dampfes und auf wissenschaftlichen Feuerungsbetrieb erstreckt, und an der auch ausländische Firmen teilnehmen können. Anfragen sind an das Commissariat Général de l'Exposition du Chauffage Industriel, 66, rue de Rome, Paris (8e), zu richten.

Landwirtschafts- und Industrie-Ausstellung Kowno 1928. — Die 7. Litauische Landwirtschafts- und Industrie-Ausstellung findet vom 28. VI. bis 3. VII. in Kowno statt und wird auch eine Gruppe Elektrotechnik einschl. Radiowesen umfassen. Die Anschrift der Leitung lautet: Parodas Komitetas, Kaunas, Vasario 16 d. gatve Nr. 2.

Messe Saloniki 1928. — Firmen, die Interesse für eine Beteiligung an dieser vom 16. bis 30. IX. stattfindenden Veranstaltung haben, werden vom Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amt ersucht, wenn möglich unter Angabe des benötigten Raumes seiner Geschäftstelle davon Kenntnis zu geben.

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Im Interesse einer richtigen Auffassung von dem Werden und Wachsen der deutschen Elektrizitätswirtschaft kann nicht oft und nachdrücklich genug auf die mit großem Risiko

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1387; 1928, S. 222, 554.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 629.

geleistete Pionierarbeit der Privatindustrie und das Unzutreffende der immer wieder als Argument für die Betätigung der öffentlichen Hand aufgestellten Behauptung hingewiesen werden, erstere habe in der Vergangenheit nur für die ertragreichen Gegenden des Reichs Interesse gezeigt. Wie der Direktor des Elektrobundes, Regierungsrat a. D. Dr. P. Heck, kürzlich bei einer Tagung des Wirtschaftspolitischen Gesamtausschusses des Hansa-Bundes[1] nachgewiesen hat, steht dem schon die Tatsache gegenüber, daß von elektrisch völlig unberührten Gebieten in Deutschland überhaupt nicht gesprochen werden kann. Sämtliche Städte über 1000 Einwohner sind versorgt und damit zunächst an 34 Mill. Bewohner oder rd. 55 % der Gesamtbevölkerung. Darüber hinaus bleiben noch 28 Mill. Einwohner, die sich auf die restlichen 61 000 Ortschaften und Gemeinden verteilen, von denen 52 000 an die öffentlichen Stromquellen angeschlossen sind. Da deren Einwohnerzahl durchschnittlich 450 beträgt, werden in ihnen also weitere 23 Mill. Einwohner oder zusammen rd. 58 Millionen bzw. 93 % der Gesamtbevölkerung, u. zw. 32 Millionen aus privaten und gemischtwirtschaftlichen Werken, 26 von der öffentlichen Hand mit elektrischer Arbeit beliefert. Bei der Engmaschigkeit des heute bestehenden Hochspannungsnetzes können praktisch auch die meisten der noch nicht angeschlossenen Ortschaften Elektrizität beziehen; man darf mithin wohl behaupten, daß unversorgte Gebiete jedenfalls nicht in dem Maß bestehen, um die Betätigung der öffentlichen Hand auf elektrowirtschaftlichem Gebiet zu rechtfertigen. Während diese, und damit kommt Dr. Heck auf die soziale Bedeutung der Privatwirtschaft, von der rein städtischen Bevölkerung mit zusammen rd. 29 Mill. Einwohnern der Anzahl der Städte nach 58 %, der Bevölkerung nach 77 % beliefert, begnügt sie sich hinsichtlich der Versorgung der überhaupt angeschlossenen Landstädte und Gemeinden mit nur 25 % und überläßt 75 % der privatindustriellen Fürsorge. Unter Berücksichtigung der weit höheren Anlagekosten, die die Belieferung ländlicher Gebiete erfordert, des ungünstigen Einflusses der in diesen wohnenden Abnehmer auf den Ausnutzungsfaktor der Werkanlagen und ihres geringeren Stromverbrauchs erweist sich somit die Leistung der Privatwirtschaft gegenüber der des fiskalischen Unternehmertums als erheblich höher, und es ist besonders beachtlich, daß erstere trotz des größeren Risikos und ihrer vor allem steuerlich schweren Benachteiligung auch in wenig ertragreichen Gebieten die Energie zu nicht höheren, teilweise sogar merklich niedrigeren Preisen abgibt, als sie die Werke der öffentlichen Hand in ihren dicht bevölkerten Versorgungsgebieten fordern. Was die Tarife betrifft, so hat Dr. Heck festgestellt, daß 1925 im Westen 66 % der öffentlichen Betriebe 50 Pf/kWh und darüber verlangten, während 83 % der privaten weniger als 40 Pf berechneten. Heute erhebt in Preußen die öffentliche Hand von den nach dem Zählertarif belieferten Konsumenten durchschnittlich einen Preis, der für Lichtstrom um 3,8 Pf oder rd. 9,5 %, für Kraftstrom um 4,8 Pf bzw. nahezu 22 % höher ist als der privater Unternehmungen. Da ferner in Deutschland je Einwohner aller Versorgungsgebiete nach dem Kleinabnehmertarif durchschnittlich 38 kWh geliefert werden, wovon ca. zwei Drittel auf Kraftstrom, ein Drittel auf Lichtstrom entfallen und diese Zahlen auch für Preußen als zutreffend gelten können, ergibt sich, daß die von der öffentlichen Hand belieferten Einwohner allein in Preußen für Lichtstrom rd. 7 Mill., für Kraftstrom rd. 17 Mill., zusammen also 24 Mill. RM mehr zahlen müssen als die an private Werke angeschlossenen Abnehmer[2]. Dabei besteht noch immer die bekannte groteske steuerliche Ungerechtigkeit, daß die Werke der öffentlichen Hand von der Körperschafts-, Vermögens- und Umsatzsteuer befreit sind, die bei den als Aktiengesellschaften betriebenen privaten Stromversorgungsunternehmungen insgesamt zwischen 8 und 17 % der Bruttoeinnahme aus der Elektrizitätslieferung schwanken. Nach den ersten Entwürfen der Regierung für den vorläufigen Finanzausgleich sollte dieses Steuerprivileg fallen, infolge der von den Ländern erhobenen Einwände ist es schließlich aber doch wieder beibehalten worden[3].

Das hier schon erwähnte, inzwischen vom preußischen Landtag angenommene Westharz-Talsperrengesetz ist nunmehr unter dem 28. III in der Preuß. Gesetzsamml. 1928, Nr. 11, veröffentlicht worden. Außer dem in der ETZ 1928, S. 629, bereits Mitgeteilten besagt es, daß die Provinz Hannover ermächtigt ist, auch Vorarbeiten für den Bau weiterer Talsperren sowie ihrer Nebenanlagen im Niederschlagsgebiet der Aller und ihrer Nebenflüsse durchzuführen. Die Bewirtschaftung der zu errichtenden Kraftanlagen und des in diesen erzeugten Stromes steht der staatlichen Elektrizitätsgesellschaft gegen Zahlung eines dem Wert der gewonnenen Strommengen entsprechenden Entgelts zu. Die von dem Unternehmen zu Entschädigungszwecken und zum Betrieb der eigenen Anlagen benötigte Strommenge, soweit sie in den Kraftanlagen selbst gewonnen werden kann, hat die Preußische Elektrizitäts-A. G. dem Unternehmer zu Selbstkosten zur Verfügung zu stellen; notwendiger Ergänzungsstrom ist gegen angemessenes Entgelt zu liefern. Das Recht der Provinz, nach Maßgabe der behördlich festgestellten Wasserwirtschaftspläne allein über die Betriebsführung der Talsperren zu entscheiden, bleibt unberührt.

Aus einer Aufforderung zur Zeichnung auf 3,7 Mill. RM 8prozentige Teilschuldverschreibungen des Schleswig-Holsteinischen Elektrizitäts-Verbandes, Rendsburg, ist zu ersehen, daß dessen Überlandnetz Ende 1927 2259 km Haupt- und Stichleitungen (15 kV), 1703 km Ortsnetzleitungen und 435 eigene Transformatorenstationen umfaßte. Seit 1923 ist der Anschlußwert von 38 207 auf 65 409 kW und der Stromabsatz von damals 8,916 auf 23,151 Mill. kWh gestiegen.

Stromerzeugung und Warenproduktion in den V. S. Amerika. — Einen Vergleich zwischen der Höhe der erzeugten Energiemengen und dem Wert der Warenproduktion versucht El. World in Bd. 90, 1927, S. 973, wobei für letztere folgende 1925 in den wichtigsten Staaten erzielten Werte herangezogen werden:

Staaten	Mill. $	Staaten	Mill. $
1. New York	8,969	9. Indiana	2,125
2. Pennsylvania	6,902	10. Wisconsin	1,859
3. Ohio	5,348	11. Missouri	1,607
4. Illinois	5,322	12. Connecticut	1,275
5. Michigan	4,373	13. Texas	1,238
6. New Jersey	3,539	14. Minnesota	1,102
7. Massachusetts	3,427	15. Nord Carolina	1,050
8. California	2,443		

Früher wurde fast allgemein der Kohlenverbrauch in Beziehung zur Warenproduktion gebracht. Die Tatsache, daß der elektrische Strom bei der Herstellung fast aller Warengattungen in immer höherem Maße angewandt wird, daß ferner seine Erzeugung sich nur z. T. aus festen Brennstoffen vollzieht, ließen eine Relation der Warenproduktion zur Gesamtstromerzeugung, also auch derjenigen aus Wasserkräften als angebracht erscheinen. Auf Grund statistischer Daten des U. S. Geological Survey folgt eine Aufstellung der in zehn Staaten gewonnenen elektrischen Arbeitsmengen:

Staaten	Mia[1] kWh	Staaten	Mia kWh
	Gesamtstromerzeugung		
1. New York	11,332	6. Michigan	3,393
2. Pennsylvania	7,457	7. Massachusetts	2,499
3. California	6,898	8. Wisconsin	1,821
4. Illinois	5,930	9. Washington	1,808
5. Ohio	4,761	10. W. Virginia	1,807
	Erzeugung in Dampfkraftwerken		
1. Pennsylvania	6,589	6. Massachusetts	2,004
2. New York	6,153	7. New Jersey	1,734
3. Illinois	5,797	8. W. Virginia	1,689
4. Ohio	4,714	9. Indiana	1,617
5. Michigan	2,605	10. Texas	1,482
	Erzeugung in Wasserkraftwerken		
1. California	5,646	6. Wisconsin	0,880
2. New York	1,179	7. Pennsylvania	0,868
3. Washington	1,744	8. Idaho	0,808
4. Montana	1,397	9. Michigan	0,787
5. Alabama	1,304	10. Iowa	0,778

Die zehn Staaten, welche die größte Gesamtstromerzeugung aufzuweisen haben, sind außer New Jersey und

[1] Mitt. d. Hansa-Bundes v. 1. IV. 1928; Berl. Börs.-Zg. Nr. 149.

[2] Zu entsprechenden Ergebnissen kommt Dipl.-Ing. H. Ludewig in einem Aufsatz über „Die Preisbewegung der elektrischen Arbeit bei öffentlichen und privaten Werken" (D. Wirtschafts-Zg. Bd. 25, 1928, S. 80).

[3] In diesem Zusammenhang sei auch eine von den Elgawe-Tagesfragen verbreitete Diskussion zwischen dem die Interessen der Bewag vertretenden Dipl.-Volkswirt J. Kingma und Dipl.-Ing. H. Ludewig erwähnt, welche im Anschluß an die in der ETZ 1928, S. 119, besprochene Schrift des letzteren die „Regiebetriebe der Gemeinden" zum Gegenstand hat.

[1] Mia = Milliarden

Indiana auch unter den 10 bedeutendsten Warenproduzenten zu finden. Die genannten beiden Ausnahmen erscheinen jedoch wieder unter den Staaten mit der größten Stromerzeugung aus Dampfkraft. An der Spitze jeder der drei Gruppen stehen New York und Pennsylvanien. Letzteres rangiert auf Grund seiner natürlichen Bodenschätze in der Dampfkrafterzeugung an erster Stelle. Der große Wasserkraftreichtum Kaliforniens und New Yorks kommt bei der 3. Gruppe zum Ausdruck. In Kalifornien sind der dortige Bergbau und die Landwirtschaft Hauptabnehmer des elektrischen Stromes. Der Staat New York besitzt neben seinen Wasserkraftzentralen noch große Dampfkraftwerke, insbesondere zur örtlichen Versorgung der Hauptstadt. Die Kohlen hierfür müssen allerdings mangels eigener geologischer Vorkommen aus Virginien und Pennsylvanien herangeschafft werden. Die drittgrößte Dampfkraftstromerzeugung hat Illinois mit seinem gewaltigen Kraftzentrum Chicago, das sich auf die südlich vom Michigansee gelegenen Steinkohlengebiete stützt.

In sämtlichen Staaten der Union erzeugten 1926 die Wärmekraftwerke 47,602 und die Wasserkraftwerke 26,189 Milliarden kWh, zusammen also 73,791 Milliarden kWh. Die prozentualen Anteile der wichtigsten Staaten betrugen bei der Erzeugung:

Insgesamt		der Wärmekraftwerke		der Wasserkraftwerke	
	%		%		%
New York	15,3	Pennsylvania	13,9	California	21,5
Pennsylvania	10,1	New York	12,9	New York	19,8

Dehne.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Vorläufige Anzeige betr. Frühjahrsausflug.

Am Sonnabend, dem 19. Mai 1928, nachm., wird eine Besichtigung des Deutschlandsenders in Zeesen bei Königswusterhausen, verbunden mit einem Frühjahrsausflug — auch für Damen — stattfinden. Nähere Einzelheiten werden in der nächsten Nummer der ETZ bekanntgegeben werden.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betr. Anträge auf Satzungsänderungen.

Wir machen darauf aufmerksam, daß Anträge auf Satzungsänderungen vier Wochen, also spätestens bis zum 20. Mai d. J., bei der Geschäftstelle einzureichen sind.

Einladung.

XXXIII. Jahresversammlung des VDE in Berlin vom 17. bis 19. Juni 1928.

Zeitplan:

Sonntag, den 17. VI.:
11 Uhr: Vorstandsitzung im Grashofzimmer des VdI, Friedrich-Ebert-Straße 27.
3½ Uhr: Ausschußsitzung im gr. Sitzungsaal des VdI.

Montag, den 18. VI.:
9 Uhr: I. Verbandsversammlung (Kroll-Festsäle am Tiergarten, Eingang: Große Querallee).
1. Eröffnungsansprache des Vorsitzenden,
2. Begrüßungen,
3. Vortrag des Herrn Reichsbahndirektor Wechmann, Berlin: „Die Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen“,
4. Geschäftliches:
   a) Auszug aus dem Bericht des Generalsekretärs über die Arbeiten des VDE seit der letzten Jahresversammlung (der ausführliche Bericht erscheint vor der Jahresversammlung in der ETZ),
   b) Anträge,
   c) Satzungsänderungen,
   d) Wahlen zum Vorstand und Ausschuß,
   e) Ortsbestimmung der nächsten Jahresversammlung.

3 Uhr: Fachberichte und Besichtigungen.

Dienstag, den 19. VI.:
9 Uhr: II. Verbandsversammlung (Kroll-Festsäle am Tiergarten, Eingang: Große Querallee).
Vorträge:
1. Geh. Rat Prof. Dr.-Ing. E. h. Reichel über: „Die Gleichstromversorgung der Reichsbahn, insbesondere durch Gleichrichteranlagen“,
2. Direktor Prof. Dr.-Ing. E. h. Petersen über: „Wechselstromversorgung der Reichsbahn unter Berücksichtigung der Netzkuppelung.“

3 Uhr: Fachberichte und Besichtigungen.

Gesellige Veranstaltungen sind seitens des VDE 1928 nicht vorgesehen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Vorsitzende: M. Krone. Der Generalsekretär: P. Schirp.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat in ETZ 1927, S. 643 den Entwurf zu einer

Änderung der „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen“ vom 1. Oktober 1923

veröffentlicht, die die Festlegung von Abständen für Freileitungen von Gebäuden zum Gegenstand hat.

Die auf diese Veröffentlichung eingegangenen Einsprüche sind in der Kommission durchberaten. Das Ergebnis dieser Beratungen ist der nachstehend veröffentlichte Wortlaut, der in Anbetracht der von verschiedenen Behörden für die Festlegung dieser Abstände hervorgehobenen Dringlichkeit durch den Vorstand in seiner Sitzung vom 23. April 1928 mit Wirkung ab 1. Mai 1928 in Kraft gesetzt ist.

Änderung der „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen“ vom 1. Oktober 1923.

E. Besondere Bestimmungen für die Stützpunkte der Leitungen.

3. Abstände der Leitungen von Gebäuden. Die Führung von Hochspannungsleitungen über Gebäude ist im eigentlichen Stadtgebiet tunlichst zu vermeiden; dieses gilt besonders für Industriebauten, in denen feuergefährliche Stoffe verarbeitet oder gelagert werden. Über Gebäude mit weicher Bedachung dürfen Hochspannungsleitungen nicht hinweg geführt werden.

Im übrigen ist die Überquerung von bebautem Gelände unter Anwendung der in § 22 k der Errichtungsvorschriften angegebenen Maßnahmen gestattet, wenn folgende Forderungen erfüllt werden:

a) Der senkrechte Abstand zwischen den nicht ausgeschwungenen Leitungen und darunter liegenden Gebäudeteilen (Dachfirst, Oberkante der Schornsteine u. dgl.) muß betragen:

mindestens 5 m bei unbeschädigter Leitungsanlage und bei größtem Leitungsdurchgang,

mindestens 3 m, wenn die unterste Leitung in einem benachbarten Feld bei größtem Durchhang reißt oder, wenn sie bei normaler Eisbelastung den Eisbehang in beiden Nachbarfeldern abgeworfen, im Kreuzungsfelde dagegen noch festgehalten hat.



β) Bei der Führung seitlich von Gebäuden oder Gebäudeteilen dürfen sich die Leitungen im ungünstigsten Fall bei unbeschädigter Leitungsanlage festen Gebäudeteilen nicht auf weniger als 5 m nähern können. Hierbei ist das Ausschwingen der Leitungen zu berücksichtigen.

Die unter α) und β) angegebenen Abstände sind zu vergrößern, wenn dieses nach den örtlichen Verhältnissen, besonders mit Rücksicht auf die unbehinderte Durchführung von Feuerlöscharbeiten, notwendig erscheint. Bei Bauwerken, die zur gleichen Betriebsanlage wie die in Betracht kommenden Hochspannungsleitungen gehören, sind auch kleinere als die unter α) und β) angegebenen Abstände zulässig.

Die bisherige Ziffer 3 „Konstruktion der Gestänge mit Rücksicht auf Vogelschutz" erhält hiermit die Kennziffer 4.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Die Kommission beabsichtigt, für die Jahresversammlung 1929 eine völlige Neuaufstellung der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" herauszubringen, bei der zum mindesten für die Errichtungsvorschriften eine Unterteilung in Vorschriften für Niederspannungsanlagen und Vorschriften für Hochspannungsanlagen erfolgen soll.

Da jedoch verschiedene Bestimmungen in den ab 1. Juli 1924 in Kraft befindlichen Errichtungsvorschriften mit Rücksicht auf das Fortschreiten der Praxis nicht mehr zeitgemäß sind, werden nachstehend die vordringlichen Änderungen an dem bisherigen Wortlaut der Vorschriften mit der Maßgabe bekanntgegeben, daß diese Änderungen vom 1. Juli 1928 ab bis zur Inkraftsetzung der vorstehend erwähnten umgeänderten Fassung der Gesamtvorschriften als Richtlinien zu betrachten sind, die im Hinblick auf die durch die der Jahresversammlung 1929 vorzulegende endgültige Fassung der Vorschriften zu zwingenden Vorschriften werdenden Bestimmungen zu befolgen sind.

Änderungen der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen".

A. Begriffserklärungen.

§ 2.

Dieser Paragraph erfährt folgende Erweiterungen:

e) Berührungsspannung ist die zwischen einem nicht zum Betriebstromkreis gehörenden leitfähigen Anlageteil und Erde im Falle eines Fehlers auftretende Spannung.

f) Erden heißt, durch einen Erder eine leitende Verbindung mit der Erde herstellen.

g) Nullen heißt, eine leitende Verbindung mit dem Nulleiter herstellen.

h) Nulleiter ist der Leiter, der von dem Nullpunkt einer Anlage (Maschine, Transformator, Akkumulator usw.) ausgeht.

Die bisherigen Vorschriften e) bis g) erhalten die Buchstaben i) bis l).

m) Feuchte, durchtränkte und ähnliche Räume. Als solche gelten Räume, in denen durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische oder andere Einflüsse die dauernde Erhaltung normaler Isolation erschwert wird (vgl. § 31). Derartige Räume kommen vor in chemischen Fabriken, Färbereien, Gerbereien, Zuckerfabriken, Käsereien, Metzgereien, Wäschereien, landwirtschaftlichen Betrieben u. dgl.

⚒ In B. u. T. kommen solche Räume ebenfalls vor.

Die bisherigen Vorschriften i) bis m) erhalten die Buchstaben n) bis q).

B. Allgemeine Schutzmaßnahmen.

§ 3.

Schutz gegen zufällige Berührung.

a) Die unter Spannung stehenden, nicht mit Isolierstoff bedeckten Teile müssen im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt sein (Ausnahmen sind gestattet bei Schweißanlagen, Glüh- und Schmelzöfen u. dgl. Weitere Ausnahmen für elektrische Betriebsräume siehe § 28a, Schutz gegen Beschädigung siehe §§ 21, 24, 30 und 31).

Lackierung oder Emaillierung allein gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

⚒ Über Fahrleitungen von Bahnen in B. u. T. siehe § 42.

1. Abdeckungen, Schutzgitter u. dgl. sollen mechanisch widerstandsfähig sein und zuverlässig befestigt werden.

b) Die Schutzverkleidungen der Leitungen (Rohre, Kabelmäntel u. dgl.) müssen im Handbereich in die Maschinen und Geräte eingeführt werden.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

c) In Fällen, in denen Gefahr durch zu hohe Berührungsspannung besteht, müssen Schutzmaßnahmen nach e) getroffen werden.

d) Gefahr durch zu hohe Berührungsspannung besteht, wenn der Übergangswiderstand zum menschlichen Körper durch Feuchtigkeit, Wärme, chemische Einflüsse (siehe auch § 2m) oder andere Ursachen wesentlich herabgesetzt ist.

2. Als zu hohe Berührungsspannung gilt im allgemeinen eine Spannung von mehr als 42 V.

e) Als Schutzmaßnahmen kommen in Betracht: Isolierung, Kleinspannung, Erdung, Nullung und Schutzschaltung.

Eine Schutzmaßnahme erfüllt ihren Zweck nur, wenn sie die Überbrückung zu hoher Berührungsspannung durch einen Menschen verhindert (z. B. Isolierung) oder, wenn zu hohe Berührungsspannung überhaupt unmöglich ist (z. B. Kleinspannung) oder, wenn beim Auftreten zu hoher Berührungsspannung die Fehlerstelle selbsttätig von der Stromquelle abgetrennt wird (z. B. Erdung, Nullung, Schutzschaltung).

3. Isolierung. Der Schutz durch Isolierung kann dadurch erreicht werden, daß die der Berührung zugänglichen leitfähigen Teile durch isolierende Umkleidung (isolierende Umpressung von Schaltergriffen, Handrädern u. dgl.) der direkten Berührung entzogen werden oder dadurch, daß der Stromübergang von den leitfähigen Teilen über den menschlichen Körper nach Erde durch isolierende Unterlagen (isolierenden Fußbodenbelag, isolierende Wände u. dgl.) verhindert wird.

4. Kleinspannungen sind Betriebspannungen, die den für Berührungsspannungen in Regel 2 angegebenen Wert nicht übersteigen. Leitungen und Zubehör von Kleinspannungstromkreisen müssen der Verwendung bei 250 V entsprechen.

Über die Verwendung von Kleinspannung bei Spielzeugen siehe § 15.

5. Erdung. Die Erdung bietet, besonders bei höheren Stromstärken, nicht immer einen sicheren Schutz. Werden Erdungen verwendet, so ist ein möglichst niedriger Erdungswiderstand anzustreben.

⚒ **In B. u. T. sollen mehrere verschiedene Erdungen, z. B. in der Wasserseige, im Schachtsumpf, an den Tübbings und über Tage gleichzeitig angewendet und miteinander gut leitend verbunden werden. Außerdem sollen alle übrigen, der zufälligen Berührung zugänglichen Metallteile, wie Rohrleitungen, Geleise usw., tunlichst oft an die Erdungsleitung angeschlossen werden.**

6. Nullung. Die Leitungsquerschnitte müssen so bemessen sein, daß bei einem Kurzschluß zwischen einem Außenleiter und dem Nulleiter mindestens der 2.5-fache Nennstrom der schwächsten vorgeschalteten Stromsicherung auftritt.

In Freileitungsnetzen soll der Nulleiter außer der allgemeinen Erdung in jedem Ausläufer möglichst nahe am Ende eine besonders gute Erdung erhalten.

Der Nulleiter soll in seinem ganzen Verlauf so sorgfältig verlegt werden, daß eine Unterbrechung nicht zu erwarten ist, da diese Gefahren hervorruft.

Die Nullung ortsveränderlicher einphasiger Stromverbraucher soll durch eine besondere, an der Stromzuführung nicht beteiligte Leitung — Nullungsleitung — am festverlegten Nulleiter erfolgen. Die Nullungsleitung soll mindestens so stark wie der zugehörende Außenleiter gewählt werden.

In einem Netz, in dem die Nullung angewendet wird, sind reine Erdungen ohne Verbindung mit dem Nulleiter unzulässig.

Der Nulleiter soll in Gebäuden in seinem ganzen Verlauf fabrikations- oder montagemäßig gekennzeichnet werden.

7. Schutzschaltung. Die Auslösevorrichtung des Schutzschalters muß so eingestellt sein, daß beim Auftreten einer zu hohen Berührungsspannung die Fehlerstelle selbsttätig von der Stromquelle abgetrennt wird.

f) Bei Hochspannung müssen sowohl die blanken als auch die mit Isolierstoff bedeckten, unter Spannung gegen



Erde stehenden Teile durch ihre Lage, Anordnung oder besondere Schutzvorkehrungen der Berührung entzogen sein (Ausnahmen siehe §§ 6 c, 8 c, 28 b und 29 a).

g) Bei Hochspannung müssen alle nicht spannungsführenden Metallteile, die Spannung annehmen können, miteinander gut leitend verbunden und geerdet werden, wenn nicht durch andere Mittel eine gefährliche Spannung vermieden oder unschädlich gemacht wird (siehe auch §§ 6 b, 8 a, 8 b und 8 c).

§ 14.

Stromsicherungen (Schmelzsicherungen und Selbstschalter).

Regel 6 erhält folgende Neufassung:

6. Bei Abzweigungen kann das Anschlußleitungstück von der Hauptleitung zur Sicherung, wenn seine einfache Länge nicht mehr als etwa 1 m beträgt, von geringerem Querschnitt als die Hauptleitung sein, wenn es von entzündlichen Gegenständen feuersicher getrennt ist.

§ 18.

Beleuchtungskörper, Schnurpendel und Handleuchter.

Vorschrift k und Regel 5 erhalten folgende Neufassung:

k) Für Handleuchter in Kesseln und ähnlich engen Räumen mit gut leitenden Bauteilen muß bei Wechselstrom die Betriebsspannung für Handleuchter durch besondere Transformatoren mit getrennten Wicklungen bis auf mindestens 42 V herabgesetzt werden.

5. Diese Herabsetzung der Spannung für Handleuchter empfiehlt sich auch in den anderen, in § 3 d behandelten Fällen.

§ 20.

Bemessung der Leitungen.

Regel 4 erhält folgende Neufassung:

4. Der Mindestquerschnitt für Kupferleitungen beträgt:

für Leitungen an und in Beleuchtungskörpern	0,75 mm²
für Pendelschnüre, runde Zimmerschnüre und leichte Gummischlauchleitungen	0,75 mm²
für andere ortsveränderliche Leitungen . . .	1 mm²
für festverlegte isolierte Leitungen und für festverlegte umhüllte Leitungen sowie für Rohrdrähte und Bleikabel	1,5 mm²
für festverlegte isolierte Leitungen in Gebäuden und im Freien, bei denen der Abstand der Befestigungspunkte mehr als 1 m beträgt .	4 mm²
für blanke Leitungen bei Verlegung in Rohr .	1,5 mm²
für blanke Leitungen in Gebäuden und im Freien	4 mm²
für Freileitungen mit Spannweiten bis 35 m .	6 mm²
für Freileitungen in allen anderen Fällen . .	10 mm²

K. Theater, Lichtspielhäuser, Kleinkunstbühnen, Zirkusgebäude und diesen gleichzustellende Versammlungsräume.

§ 38.

Allgemeine Bestimmungen.

a) Für Installationen von Theatern, Lichtspielhäusern, Kleinkunstbühnen, Zirkusgebäuden und diesen gleichzustellenden Versammlungsräumen darf nur Niederspannung verwendet werden.

b) Transformatoren- und Ölschalteranlagen dürfen sich nur in Räumen befinden, die so gelegen sind, daß bei Bränden oder Explosionen dieser Anlagen mit einer Gefährdung für die Zuschauer nicht zu rechnen ist.

c) Die elektrischen Leitungsanlagen sind von der Hauptschalttafel ab in Gruppen zu unterteilen. Mehrleiteranlagen sind bei der Hausbeleuchtung, soweit tunlich, bereits von den Hauptverteilungsstellen ab in Zweileiterzweige (bei Systemen mit Nulleiter bestehend aus Außen- und Nulleiter) zu unterteilen.

Für die Bühnenbeleuchtung gilt das in § 39[4] Gesagte.

d) In Räumen, die mehr als drei Lampen enthalten, sowie in allen Fluren, Treppenhäusern und Ausgängen sind die Lampen an mindestens zwei getrennt gesicherte Zweigleitungen anzuschließen. Von dieser Bestimmung kann abgesehen werden, wenn die Notlampen eine genügende Allgemeinbeleuchtung gewähren.

e) Die Schalter und Sicherungen sind tunlichst gruppenweise zu vereinigen und dürfen dem Publikum nicht zugänglich sein.

f) Bei elektrischen Notbeleuchtungen müssen die Lampen an eine oder mehrere räumlich und elektrisch von der Hauptanlage unabhängige Stromquellen angeschlossen werden. Die Leitungen der Notbeleuchtung müssen in Stahlpanzerrohr oder anderen dickwandigen Stahlrohren verlegt werden; das Rohr darf nicht als Stromrückleiter verwendet werden.

g) Falls neben der Notbeleuchtung noch eine besondere Panikbeleuchtung eingerichtet ist, muß diese von einer außerhalb des Beleuchter- oder Bildwerferraumes gelegenen Stelle aus einschaltbar sein.

Die Stromzuführung zu dieser Schaltstelle muß direkt und unverzweigt von der Hauptschalttafel oder Hausanschlußsicherung erfolgen.

Einschaltung über Regelwiderstände ist unzulässig.

§ 39.

Bestimmungen für das Bühnenhaus.

Für Installationen des Bühnenhauses (Bühne, Untermaschinerien, Arbeitsgalerien und Schnürböden, auch Garderoben und andere Nebenräume im Bühnenhause) gelten außer den vorerwähnten allgemeinen noch die folgenden Zusatzbestimmungen:

a) Schalttafeln und Bühnenregulatoren sind so anzuordnen, daß eine unbeabsichtigte Berührung durch Unbefugte ausgeschlossen ist.

Auf die Endausschalter an Bühnenregulatoren findet die Vorschrift § 11e keine Anwendung, wenn die vom Regulator bedienten Stromkreise an zentraler Stelle allpolig ausgeschaltet werden können.

Die Widerstände von Bühnenregulatoren sind bei Mehrleiteranlagen mit Nulleiter stets in die Außenleiter zu legen.

b) Bei Beleuchtungskörpern mit Farbenwechsel muß der Querschnitt der gemeinschaftlichen Rückleitung der höchstmöglichen Betriebstromstärke angepaßt sein.

c) Betriebsmäßig stromführende blanke Leitungen sind in den Untermaschinerien, auf der Bühne, den Arbeitsgalerien und dem Schnürboden nicht zulässig. Flugdrähte u. dgl. dürfen weder zur Stromführung noch als Erdungsleitung benutzt werden.

d) Festverlegte Leitungen müssen so angebracht werden, daß sie in erster Linie gegen die zu erwartenden mechanischen Beschädigungen geschützt sind.

e) Mehrfachleitungen zum Anschluß beweglicher Bühnenbeleuchtungskörper müssen durch starke schmiegsame, nicht metallene Schutzhüllen gegen mechanische Beschädigung geschützt sein (biegsame Theaterleitungen NTK und NTSK).

1. Die Befestigung der biegsamen Leitungen soll so sein, daß auch bei rauher Behandlung an der Anschlußstelle ein Bruch nicht zu befürchten ist.

2. Die Anschlußstücke sind mit der Schutzumhüllung so zu verbinden, daß die Kupferseelen an der Anschlußstelle von Zug entlastet sind. Steckkontakte müssen innerhalb widerstandsfähiger, nicht stromführender Hüllen liegen und so angeordnet sein, daß zufällige Berührung der stromführenden Teile, wenn sie nicht geerdet, genullt oder sonst gegen zu hohe Berührungsspannung geschützt sind, verhindert wird.

f) Für vorübergehend gebrauchte Szenerie-Installationen kann von der Erfüllung der allgemeinen Vorschriften für die Verlegung von Leitungen ausnahmsweise abgesehen werden, wenn isolierte Leitungen verwendet werden, die Verlegungsart jegliche Verletzung der Isolierung ausschließt und diese Installation während des Gebrauches unter besonderer Aufsicht steht. In diesem Falle sind Drahtschellen für Einzelleitungen zulässig und Durchführungstüllen entbehrlich.

g) Bei Bühnenbeleuchtungskörpern (Oberlichter, Seitenlichter, Rampen, Horizont-, Spielflächen-, Versatz- und Scheinwerferbeleuchtung) genügt für jeden Körper je eine Sicherung für alle Lampen einer Farbe. Sicherungen sind im festverlegten Teil der Leitung anzubringen.

In und an Bühnenbeleuchtungskörpern selbst sind Sicherungen nicht zulässig.

Sicherungen für elektrische Starkstromanlagen auf der Bühne (Beleuchtung, Lichtsignale, Kraft und ähnliche Zwecke) sind möglichst auf der Bühnenschalttafel zusammenzufassen oder, soweit dieses aus Bühnenbetriebsgründen nicht angängig ist, an anderen geeigneten Stellen zu Gruppen zu vereinigen und mit ordnungsmäßiger Verkleidung zu versehen.

h) Die Querschnitte der beiderseits mit Steckern versehenen Anschlußleitungen (Versatzkabel) für ortsveränderliche Bühnenbeleuchtungskörper sind nach der Nennstromstärke der Sicherungen des größten Versatzstromkreises zu bemessen; soweit dieses nicht tunlich ist, sind besondere Zwischensicherungen einzubauen.

Tragbare Kuppelkontakte, die zum Anschluß schwächerer Abzweigungen bestimmt sind, müssen auf feuersicherer Unterlage aufgebaut sein sowie eingebaute, mit widerstandsfähigem Baustoff abgedeckte Sicherungen enthalten.

i) Bei Regelwiderständen, die an besonderen, nur dem Bedienungspersonal zugänglichen, feuersicheren Stellen an-



gebracht sind, ist eine Schutzverkleidung aus feuersicherem Stoff entbehrlich.

3. Die Stufenschalter für den Bühnenregulator sollen unmittelbar bei den Regelwiderständen selbst angebracht sein, können aber durch Übertragung betätigt werden.

k) Die fest angebrachten Glühlampen auf der Bühne sowie alle Glühlampen in Arbeitsräumen, Werkstätten, Garderoben, Treppen und Korridoren müssen mit Schutzkörben oder -gläsern versehen sein, die nicht an der Fassung, sondern an den Lampenträgern befestigt sind.

l) Für Bühnenbeleuchtungskörper und deren Anschlüsse (Oberlichter, Seitenlichter, Rampen-, Horizont-, Spielflächen-, Scheinwerfer-, Bildwerfer- und Versatzbeleuchtungen) gelten folgende Bestimmungen:

Die Beleuchtungskörper sind mit einem Schutzgitter für die Glühlampen zu versehen.

Innerhalb der Beleuchtungskörper sind blanke Leitungen dann zulässig, wenn sie gegen zufällige Berührung geschützt sind.

Hängende Beleuchtungskörper sind, auch wenn sie geerdet, genullt oder sonst gegen das Auftreten zu hoher Berührungsspannung geschützt werden, gegen ihre Tragseile zu isolieren.

Bühnenscheinwerfer, Projektionsapparate, Blitzlampen u. dgl. sind mit einer Vorrichtung zu versehen, die das Herausfallen glühender Kohleteilchen oder dgl. verhindert.

Sofern Filmband-Bildwerfer auf der Bühne verwendet werden sollen, müssen sie der Vorschrift n) entsprechen. Für die Aufstellung und den Betrieb sind ortspolizeiliche Vorschriften zu beachten.

Ortsveränderliche Bühnenbeleuchtungskörper, wie Seitenlichter, Versatzrampen, Versatzständer, Scheinwerfer, Bildwerfer, Spielflächenleuchten u. dgl. können entgegen § 13 d mit Steckdosen versehen werden, wenn deren Aufbau Regel 2 entspricht.

4. Die Spannung zwischen irgend zwei Leitern eines Beleuchtungskörpers soll 250 V nicht überschreiten. Bei Horizont- und Spielflächenbeleuchtungen gelten die einzelnen Laternen als Beleuchtungskörper.

Für Horizont- und Spielflächenbeleuchtungen sollen Abzweige in Mehrleitersystemen tunlichst nicht mehr als 6600 W bei 110 V oder 8800 W bei 220 V führen.

5. Holz soll nur bei vorübergehend gebrauchten Szenerie-Beleuchtungskörpern für Anlagen gemäß der Vorschrift f) und nur als Baustoff zulässig sein.

Bestimmungen für den Bildwerferraum.

m) Der Bildwerferraum ist eine feuergefährliche Betriebstätte gemäß § 2n und § 34.

n) Die stromführenden Teile der in den Bildwerfern verwendeten elektrischen Lampen müssen gegen das Gehäuse isoliert und gegen zufällige Berührung geschützt sein; das Gleiche gilt für ihre Anschlußstellen. Die Stromzuführung zu den Bildwerfern muß derart ausgebildet sein, daß ein unbeabsichtigtes Lockern der Anschlußstellen verhütet ist. Werden Bogenlampen im Bildwerfer verwendet, so ist das Gehäuse mit Vorrichtungen zu versehen, die das Herausfallen glühender Teilchen verhindern. Die zur Einstellung und Regelung der Lampen erforderlichen Antriebsvorrichtungen müssen Handgriffe aus Isolierstoff haben.

o) Vorschaltwiderstände zu den Lampen der Bildwerfer müssen § 12[2] entsprechen. Niederspannungs-Transformatoren für Projektionsglühlampen sind, soweit sie im Bildwerferraum untergebracht werden, wie Vorschaltwiderstände zu behandeln. Schutzgehäuse der Vorschaltwiderstände und Niederspannungs-Transformatoren müssen so ausgebildet sein, daß ein Auflegen oder Anhängen irgendwelcher Gegenstände ausgeschlossen ist.

p) Als bewegliche Anschlußleitung zu den Bildwerfern ist Versatzkabel NTSK nach den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1928" zu verwenden.

q) Im Bildwerferraum dürfen nur die elektrischen Einrichtungen, die für seine Beleuchtung, Heizung und Entlüftung sowie für den Anschluß des Bildwerfers und für die Umspulvorrichtung nötig sind, und ferner ein Schalter für die „Hauptbeleuchtung" des Zuschauerraumes vorhanden sein.

r) Die gesamte elektrische Anlage der Bildwerfer muß auch von einer außerhalb gelegenen Stelle aus ausgeschaltet werden können.

s) Soweit vom Bildwerferraum über die Hauptbeleuchtung (siehe q) hinaus noch Beleuchtungsgruppen des Zuschauerraumes, einer Spielbühne oder anderer Hausteile geschaltet werden sollen, sind hierzu nur mechanische Antriebsvorrichtungen zu verwenden. Die stromführenden Geräte sind außerhalb des Bildwerferraumes in geeigneten Räumen aufzustellen. Leitungen sind unter Vermeidung des Bildwerferraumes dorthin zu führen. Betätigung mit Druckknöpfen ist zulässig, wenn sie ein feuersicheres Gehäuse haben und auf feuersicheren Unterlagen aufgebaut sind.

§ 42.

Fahrleitungen und Zubehör elektrischer Streckenförderung.

Die Vorschrift i) wird gestrichen.

Die Kommission hatte durch einen Sonderausschuß „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Starkstromanlagen in Unterkunftsräumen für Kraftwagen mit Verbrennungsmaschinen" aufgestellt, die in ETZ 1926, S. 116 und 515, veröffentlicht und durch den Vorstand mit Wirkung ab 1. Mai 1926 in Kraft gesetzt wurden.

Inzwischen hat sich herausgestellt, daß sich die Grundlage, auf der diese Leitsätze beruhten, nämlich daß die in Rede stehenden Unterkunftsräume bis zu 1,5 m über dem Fußboden als explosionsgefährliche Räume zu gelten hätten, als nicht haltbar erwies, so daß keine Veranlassung mehr besteht, für derartige Räume gegenüber den in § 34 der Errichtungsvorschriften für feuergefährliche Räume gestellten Forderungen erschwerte Bestimmungen aufzuerlegen.

Der Vorstand hat daher auf Antrag der Kommission in seiner Sitzung am 23. April 1928 beschlossen, diese Leitsätze außer Kraft zu setzen.

Die Außerkraftsetzung gilt vom Tage der Veröffentlichung ab.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Auf Grund der Einsprüche zu der Veröffentlichung des Entwurfes der „Leitsätze für die Prüfung von Porzellan-Isolatoren für Spannungen von 1000 V an" in Heft 11 der ETZ 1927 ist von dem Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad nachstehende Fassung der

„Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an"

aufgestellt worden, die nunmehr der Jahresversammlung 1928 in Berlin zur Beschlußfassung vorgelegt wird.

Schlußentwurf.

Vorwort zum Schlußentwurf.

Im Auftrage des Ausschusses.

Von Dr.-Ing. W. Weicker.

Der erste, in ETZ 1927, Heft 11, Seite 372, veröffentlichte Entwurf der „Leitsätze für die Prüfung von Porzellanisolatoren für Spannungen von 1000 V an" hat auf Grund verschiedener Einsprüche noch eine gründliche Durcharbeitung erfahren. Insbesondere waren eingehende Erörterungen mit der Kommission für Freileitungen wegen Festsetzung der mechanischen Prüfwerte, sowohl für die mechanische Stückprüfung von Kettenisolatoren als für deren stichprobenmäßige gleichzeitige elektrisch-mechanische Prüfung erforderlich. Während nach dem ersten Entwurf die mechanische Prüfung jeden Stückes im allgemeinen als nicht erforderlich bezeichnet worden war, ist sie jetzt als Stückprüfung vorgeschrieben, und zwar mit Belastungswerten, die je nach der Porzellanhöhe (bei Kappenisolatoren) bzw. nach dem Schaftdurchmesser an der Einspannstelle (bei Vollkernisolatoren) abgestuft sind. Auch die Armaturen zu Kappen- und Vollkernisolatoren sind nunmehr vor der Verbindung mit dem Isolator mechanisch vorzuprüfen.

Bei der gleichzeitigen elektrisch-mechanischen Prüfung, die nur stichprobenmäßig auszuführen ist, sind an Stelle einer Prüfung mit 120 % der Nennlast, welche die höchstzulässige Dauerbelastung unter Spannung bezeichnen sollte, ebenfalls bestimmte Prüfbelastungswerte, und zwar für die Dauer einer Stunde, getreten.

Eine Beziehung zwischen diesen Prüflastwerten und den zulässigen Leitungsquerschnitten soll von der Kommission für Freileitungen in die „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" aufgenommen werden.

Die Vorschriften für die Bestimmung der Überschlagspannung wurden schärfer gefaßt, namentlich hinsichtlich der Nachmessung mittels Kugelfunkenstrecke. Bestimmungen über die Höhe der Mindestüberschlagspannung sind dagegen nicht aufgenommen worden, da hierfür die „Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad elektrischer Anlagen" maßgebend sind. Dagegen soll in die „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" ein Hinweis aufgenommen werden, daß bei der Wahl der Isolatorgröße auf etwaige ungünstige Betriebsbedingungen, wie größere

Höhenlage, starker Nebel, Verrußung, Salzablagerungen usw. besonders Rücksicht zu nehmen ist.

Für die Prüfung der Saugfähigkeit des Scherbens wurde der Mindestdruck von 100 auf 150 at erhöht.

Ganz neu ist die Spannungserwärmungsprobe, die hauptsächlich mit Rücksicht auf andere keramische Isolierstoffe als Porzellan aufgenommen wurde.

Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an.

I. Stückprüfung (Prüfung sämtlicher Stücke).

§ 1.

Elektrische Prüfung mit technischem Wechselstrom.

Isolatoren wie Einzelteile mehrteiliger Freileitungs-Isolatoren sind unter Verwendung eines Prüfsatzes mit einer Leistung von mindestens 10 kVA während 15 min mit einer Prüfspannung zu prüfen, die, soweit nachstehend keine Ausnahmen gemacht werden, mindestens 95 % der in der jeweiligen Prüfanordnung gegebenen Überschlagspannung beträgt. Ausgenommen hiervon sind unarmierte Stützer und Durchführungen für Betriebspannungen von 45 kV und darüber, die höchstens mit 75 kV geprüft werden. Erfolgen bei der Prüfung Durchschläge, so muß die Prüfung vom ersten Durchschlag ab noch mindestens 10 min, bei weiteren Durchschlägen noch mindestens 5 min lang fortgesetzt werden; dabei darf — abgesehen von einer etwaigen durch Gleitentladungen bedingten Erwärmung — keine mit der Hand wahrnehmbare Erwärmung des Prüfstückes eintreten.

Als Überschlagspannung gilt die Spannung, bei der Überschläge an verschiedenen Isolatoren auftreten.

Die Prüfung ist in folgender Weise vorzunehmen:

a) Freileitungs-Stützen-Isolatoren oder ihre Einzelaußenteile sind gemäß Abb. 1 bis über die Halsrille und ihre Innenteile einschließlich der Trennfläche in Wasser zu tauchen. Die Innenräume sind bis zum Gewindeende des Stützenloches bzw. bis zum Rande der Trennfläche mit Wasser zu füllen.

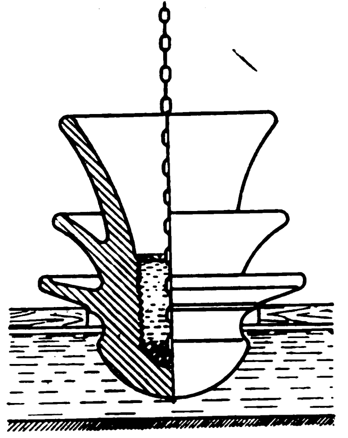


Abb. 1. Stückprüfung von Stützen-Isolatoren.

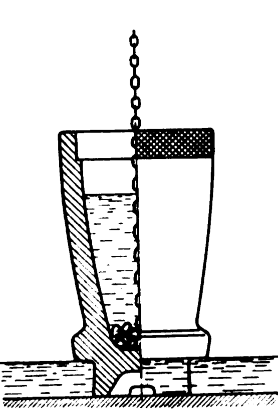


Abb. 2. Stückprüfung von Stützern über 10 kV Betriebspannung.

b) Stützer für Betriebspannungen von 10 kV und darüber werden nach Abb. 2 bis zum Wulst in Wasser gestellt und bis etwa ¾ der Höhe des Innnenraumes mit Wasser gefüllt. Stützer für Betriebspannungen unter 10 kV werden nach Abb. 3 mit dem Kopf auf eine Metallplatte gestellt und ohne Wasserfüllung geprüft.

Abb. 3. Stückprüfung von Stützern unter 10 kV Betriebspannung.

c) Durchführungen für Betriebspannungen unter 10 kV werden nach Abb. 4 auf dazu passende Metallstäbe gesteckt, um die Fassungsfläche werden Ketten oder Metallbänder geschlungen. Durchführungen für Betriebspannungen von 10 kV und darüber sind mit Wasser gefüllt zu prüfen. Die Fassungsfläche ist mit gut anschließendem Metallbelag zu umgeben.

d) Ketten-Isolatoren (Kappen-Isolatoren).

Die Isolierkörper der Kappen-Isolatoren werden wie Freileitungs-Stützen-Isolatoren im Wasserbade geprüft, wobei sie mit dem Kopf in das Wasser tauchen sollen und der Innenraum, soweit die Klöppelbefestigung reicht, mit Wasser zu füllen ist.

Die fertigen Isolatoren sind mit 95 % der durch die Prüfanordnung gegebenen Überschlagspannung nochmals zu prüfen.

e) Vollkern-Isolatoren.

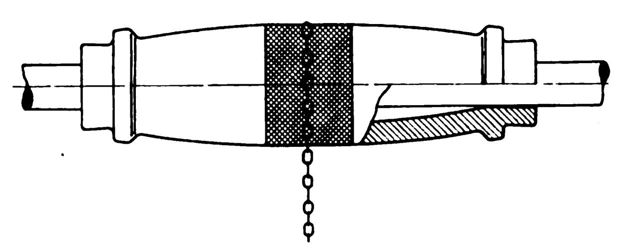


Abb. 4. Stückprüfung von Durchführungen unter 10 kV Betriebsspannung.

Isolatoren mit langgestrecktem, vollem Isolierkörper, stehender und hängender Bauart, die nachweisbar ihrer ganzen Form nach durchschlagsicher sind, brauchen der elektrischen Prüfung mit technischem Wechselstrom nicht unterworfen zu werden.

§ 2.

Elektrische Prüfung mit Spannungsstößen.

Die Ausführung der Stoßprüfung als Stückprüfung ist freigestellt. Wenn sie durchgeführt wird, soll sie nach den „Leitsätzen für die Prüfung von Hochspannungs-Isolatoren mit Spannungstößen" erfolgen.

§ 3.

Mechanische Prüfung.

a) Kappen-Isolatoren und Vollkern-Isolatoren sind während 1 min einer mechanischen Prüfung mit den nachstehenden Belastungen zu unterziehen.

A. Kappen-Isolatoren.

	Schaftdurchmesser des Klöppels	Durchmesser	Porzellanhöhe	1 min Prüflast
Klein-Ketten-Isolatoren	11	170 —	80	2,0 t
	16	— 250	100	3,0 t
Normal-Ketten-Isolatoren	16	— 250 280 —	120	3,4 t
	16	— 250 280 —	140	4,3 t
	20	— — — 280	150	5,4 t

Die elektrische Prüfung nach § 1 bzw. § 2 hat erst nach der mechanischen Prüfung zu erfolgen.

B. Vollkern-Isolatoren.

Stufe	Schaftdurchmesser an der Einspannstelle [1]	1 min Prüflast
1	kleiner als 65 mm	2,0 t
2	65 bis unter 75 mm	3,2 t
3	75 bis unter 85 mm	4,2 t
4	85 bis unter 95 mm	4,7 t
5	95 bis 105 mm	5,4 t

[1] Als Einspannstelle gilt der Durchmesser an der schwächsten Stelle des Zapfens.

b) Die Armaturen (Kappen und Klöppelbolzen) für Kappen- und Vollkern-Isolatoren sind vor der Verbindung mit dem Isolator der nachfolgenden Prüfbelastung zu unterwerfen.

Klöppel von 11 mm Schaftdurchmesser und die zugehörenden Kappen mit 2,5 t,

Klöppel von 16 mm Schaftdurchmesser und die zugehörenden Kappen mit 5,5 t,

Klöppel von 20 mm Schaftdurchmesser und die zugehörenden Kappen mit 8,5 t.

Doppelklöppel zur Verwendung in Vollkern-Isolatoren und Klöppelkappen zu Vollkern-Isolatoren sind in gleicher Weise wie Einfachklöppel und Pfannenkappen zu prüfen.

Pfannenkappen sind dabei mit Vorrichtungen zu prüfen, die eine den tatsächlichen Betriebsverhältnissen möglichst nahekommende Beanspruchung ermöglichen.

§ 4.

Beschaffenheit der Oberfläche.

Die Isolatoren dürfen keine Brandrisse aufweisen. Die Oberfläche der glasierten Teile soll glatt, die Glasur



selbst zusammenhängend sein. Vereinzelte kleine Schönheitsfehler sind zulässig.

II. Stichproben.

Elektrische Prüfung mit technischem Wechselstrom.

(Als Überschlagspannung gilt die für gleichen Scheitelwert auf reine Sinusform umgerechnete effektive Spannung. Siehe „Regeln für Spannungmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft.")

§ 5.

Trockenüberschlagspannung.

Bei der Prüfung ist das im Betrieb herrschende elektrostatische Feld nachzuahmen. Dabei sollen die zu prüfenden Isolatoren möglichst der Art ihrer betriebsmäßigen Verwendung entsprechend aufgestellt werden, wobei betriebsmäßig zu erdende Teile auch während der Prüfung zu erden sind. Der Leitungsdraht, der keinen kleineren Durchmesser als 5 mm haben soll, ist bei Stützen-Isolatoren in der Halsrille (nicht in der Scheitelrille) zu befestigen; er soll so lang sein, daß er zu beiden Seiten des Isolators mindestens um die doppelte Isolatorhöhe hinausragt. Bei Ketten-Isolatoren genügt die einfache Länge der Kette.

Für die Umrechnung der Überschlagspannung auf Normaldruck (760 mm Hg) und Normaltemperatur 20° C gilt die Näherungsformel:

$$U_n = U \cdot \frac{(273+t)}{(273+20)} \cdot \frac{760}{b} = 2{,}59\, U \cdot \frac{273+t}{b}.$$

Hierin bedeutet U_n die auf Normaldruck und Normaltemperatur bezogene Überschlagspannung, U die beobachtete Überschlagspannung, b den Barometerstand in mm Hg und t die Raumtemperatur.

Wird die Überschlagspannung der Isolatoren mit einer Kugelfunkenstrecke nachgeeicht, deren Spannungswerte auf Normaldruck und Normaltemperatur bezogen sind, so ist eine Umrechnung nicht notwendig, da diese bereits in der Funkenstreckenmessung selbst enthalten ist.

§ 6.

Regenüberschlagspannung (von Freiluft-Isolatoren).

Für die Regenprüfung sind die Isolatoren in gleicher Weise wie für die Trockenprüfung aufzustellen.

Der Regen soll unter gleichbleibendem Druck aus den Düsen strömend, möglichst gleichmäßig längs der ganzen Höhe des Isolators (bei Isolatorenketten nötigenfalls mehrere Düsen über- oder nebeneinander) auffallen. Die mittlere Regenstärke soll einer Niederschlagshöhe von 3 mm je min entsprechen, was durch Messung an verschiedenen Stellen in unmittelbarer Nähe des Isolators nachzuprüfen ist.

Der Regen soll unter etwa 45° einfallen. Seine Leitfähigkeit soll während der Prüfung etwa 100 μS cm^{-1} (entsprechend einem spezifischen Widerstand von 10 000 Ohm · cm) betragen.

Die Beregnung des Isolators soll zwecks völliger Benetzung mindestens 5 min vor der Prüfung beginnen. Sie ist so lange fortzusetzen, bis gleichmäßige Überschlagwerte erhalten werden. Nach jedem Überschlag ist die Spannung etwa auf die Hälfte zu ermäßigen, falls nicht ein Lichtbogenüberschlag die Abschaltung des Prüftransformators erforderlich macht.

Für andere Leitfähigkeiten kann näherungsweise die Überschlagspannung gemäß den Schaulinien in Abbildung 5, 6 und 7 auf 100 μS cm^{-1} umgerechnet werden.

§ 7.

Durchschlagprüfung.

Bei dieser Prüfung werden die Isolatoren oder ihre Teile auf Durchschlagsicherheit geprüft, wobei ein Überschlag durch geeignete Mittel (z. B. teilweises oder vollständiges Eintauchen in ein Ölbad) zu verhindern ist.

Hierbei sind Stützen-Isolatoren an den Flächen, die bei der Stückprüfung mit Wasser benetzt werden, mit einem leitenden Überzug zu versehen, oder die Isolatoren sind mit Stütze und Bund ausgerüstet zu prüfen.

Die Glieder von Ketten-Isolatoren sind fertig armiert zu prüfen.

Die Prüfspannung wird, mit etwa 70 % der Überschlagspannung in Luft beginnend, alle 5 s um je 5 kV oder um höchstens 5 % bis zum Durchschlag gesteigert. Die mittlere Durchschlagspannung darf die nachstehenden Werte nicht unterschreiten:

a) bei Stützen-Isolatoren den 1,4-fachen Wert der Trockenüberschlagspannung,
b) bei Kappen-Isolatoren bis 170 mm Tellerdurchmesser 90 kV,
c) bei Kappen-Isolatoren bis 280 mm Tellerdurchmesser 130 kV.

Es sind höchstens 0,4 % der Liefermenge, jedoch nicht unter 3 Stück zu prüfen. Liegt die erreichte mittlere Durchschlagspannung tiefer als die oben genannten Zahlenwerte, so ist die Prüfung mit weiteren 0,4 % der Liefermenge, nötigenfalls zweimal zu wiederholen.

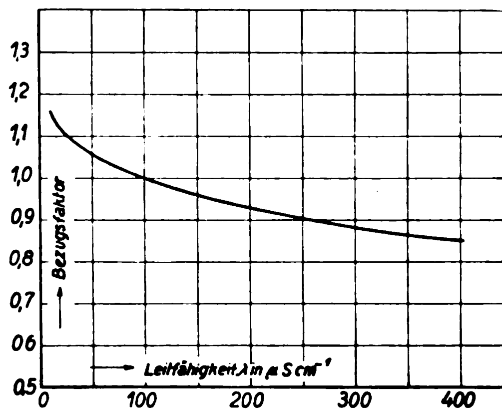
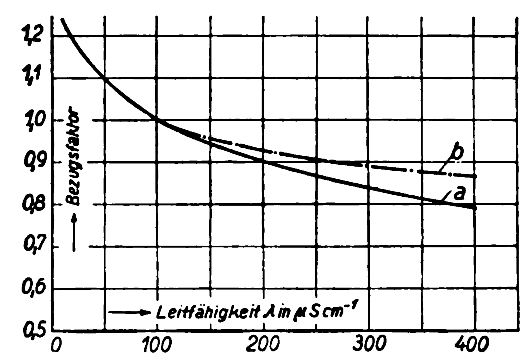


Abb. 5. Bezugsfaktor zur Umrechnung der Regenüberschlagspannung von Stützen-Isolatoren auf eine Leitfähigkeit von $\lambda = 100\,\mu$ Scm^{-1}.



a Kappen-Isolatoren flacher Form, Kleinketten-Isolatoren, Vollkernzug-Isolatoren mit Metallschirm
b Vollkern-Zugisolatoren mit zwei keramischen Schirmen

Abb. 6. Bezugsfaktor zur Umrechnung der Regenüberschlagspannung von Ketten-Isolatoren auf eine Leitfähigkeit von $\lambda = 100\,\mu$ Scm^{-1}.

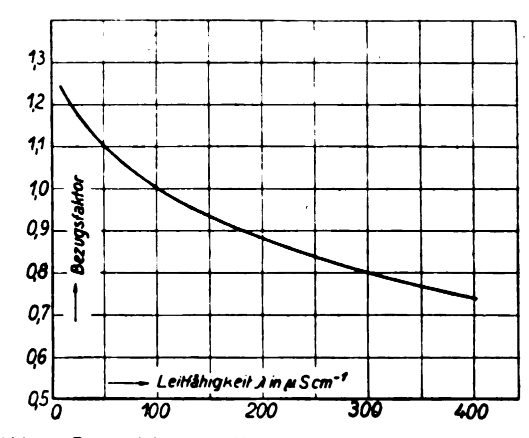


Abb. 7. Bezugsfaktor zur Umrechnung der Regenüberschlagspannung von Freiluft-Durchführungs-Isolatoren auf eine Leitfähigkeit von $\lambda = 100\,\mu$ Scm^{-1}.

Liegt ein Einzelwert tiefer als das 1,2-fache der Prüfspannung bei der Stückprüfung im Bottich, so ist die Prüfung mit weiteren 0,4 % der Lieferung, nötigenfalls zweimal zu wiederholen.

Die (algebraisch ermittelte) mittlere Streuung der Durchschlagswerte darf 15 % der erreichten mittleren Durchschlagspannung nicht überschreiten. Liegt je-



doch die erreichte mittlere Durchschlagspannung über den vorgeschriebenen Zahlenwerten, so darf die mittlere Streuung im gleichen Verhältnis höher liegen als die erreichte mittlere Durchschlagspannung über den vorgeschriebenen Zahlenwerten.

Erfüllen die Isolatoren die vorgeschriebenen Bedingungen auch bei der zuletzt wiederholten Prüfung nicht, so ist die betreffende Liefermenge, aus der die Stichproben entnommen sind, als den Leitsätzen nicht entsprechend zu bezeichnen.

§ 8.

Prüfung auf Empfindlichkeit gegen Wärmeschwankungen.

Die Prüfung wird an fertig zusammengebauten Isolatoren (bei Kettenisolatoren an armierten Stücken) vorgenommen. Die Prüfstücke (bei Stützenisolatoren also ohne Unterschied der Art des Zusammenbaues) werden dreimal je 15 min abwechselnd in warmes (80 ÷ 85 °) und kaltes (10 ÷ 15 °) Wasser getaucht. Nach der Prüfung dürfen die Prüfstücke weder Glasurrisse noch Sprünge zeigen, sie haben auch der elektrischen Prüfung nach § 1 zu genügen.

Eine Prüfung mit 0,4 % der Lieferung ist im allgemeinen auch ausreichend.

Bei Stützern und Durchführungen ist vorstehende Prüfung nur an den unarmierten Isolatoren vorzunehmen.

§ 9.

Mechanische Prüfung.

a) Freileitungs-Stützenisolatoren.

Die Isolatoren sind mit eingekitteten Stützen zu prüfen, um eine feste Verbindung mit dem Isolator zu gewährleisten. Das für die Größe der Halsrille passende Zugseil ist in diese einzulegen, der Zug soll senkrecht zur Isolatorachse wirken und allmählich bis zum Bruch des Isolators gesteigert werden.

b) Kettenisolatoren.

Bei der Prüfung der Kettenisolatoren soll die Belastung bis zu den in §§ 10 und 11 festgelegten Werten allmählich gesteigert werden, darüber hinaus ist die Belastung in jeder halben Minute um 20 % der Belastung nach §§ 10 und 11 bis zum Bruch des Isolators zu erhöhen.

Der Prüfung nach a) und b) sind 0,2 % der Liefermenge zu unterwerfen, mindestens jedoch 2 Stück.

Entspricht ein Prüfstück diesen Ansprüchen nicht, so ist der Versuch nötigenfalls zweimal mit der gleichen Menge zu wiederholen.

Erfüllen die Isolatoren die vorgeschriebenen Bedingungen auch bei der zuletzt wiederholten Prüfung nicht, so ist die betreffende Liefermenge, aus der die Stichproben entnommen sind, als den Leitsätzen nicht entsprechend zu bezeichnen.

§ 10.

Mechanische Dauerprüfung von Kappenisolatoren unter Spannung.

Bei dieser Prüfung soll der Isolator mit der in folgender Tafel angegebenen Belastung eine Stunde lang geprüft werden, wobei die Spannung dicht unterhalb der bei der Prüfanordnung gegebenen Trockenüberschlagspannung liegen soll; dabei darf der Isolator nicht durchschlagen. Der Prüfung sind 0,2 % der Liefermenge zu unterziehen, mindestens jedoch 2 Stück.

Entspricht ein Prüfstück diesen Ansprüchen nicht, so ist der Versuch nötigenfalls zweimal mit der gleichen Menge zu wiederholen.

Erfüllen die Isolatoren die vorgeschriebenen Bedingungen auch bei der zuletzt wiederholten Prüfung nicht, so ist die betreffende Liefermenge, aus der die Stichproben entnommen sind, als den Leitsätzen nicht entsprechend zu bezeichnen.

	Schaftdurchm. d. Klöppels	Durchmesser	Porzellanhöhe	1 Stunden-Prüflast
Klein-Ketten-Isolatoren	11	170 — — —	80	2,0 t
Normal-Ketten-Isolatoren	16	— 250 — —	100	3,0 t
	16	— 250 280 —	120	3,4 t
	16	— 250 280 —	140	4,3 t
	20	— — — 280	150	5,4 t

Es genügt dabei, die Spannung bei Beginn und am Ende der Prüfung 15 min anzulegen.

§ 11.

Mechanische Dauerprüfung bei Vollkernisolatoren.

Dieser Prüfung sind Vollkernisolatoren zu unterziehen. Sie sind mit den in folgender Tafel enthaltenen Werten 1 h lang zu prüfen.

Die Isolatoren dürfen nach abgeschlossener Prüfung keine schädlichen Formveränderungen aufweisen.

Der Prüfung sind 0,2 % der Lieferung zu unterziehen, mindestens jedoch 2 Stück. Entspricht ein Prüfstück diesen Ansprüchen nicht, so ist der Versuch nötigenfalls zweimal mit der gleichen Menge zu wiederholen.

Erfüllen die Isolatoren die vorgeschriebenen Bedingungen auch bei der zuletzt wiederholten Prüfung nicht, so ist die betreffende Liefermenge, aus der die Stichproben entnommen sind, als den Leitsätzen nicht entsprechend zu bezeichnen.

Stufe	Schaftdurchmesser an der Einspannstelle [1]	1 Stunden-Prüflast
1	kleiner als[2] 65 mm	2,0 t
2	65 bis unter 75 mm	3,2 t
3	75 bis unter 85 mm	4,2 t
4	85 bis unter 95 mm	4,7 t
5	95 bis 105 mm	5,4 t

[1] Als Einspannstelle gilt der Durchmesser an der schwächsten Stelle des Zapfens.

[2] Die Maßangaben beziehen sich auf den keramischen Teil (ohne Armaturen).

§ 12.

Prüfung der Saugfähigkeit des Scherbens.

a) Fuchsindruckprobe.

Diese Probe gilt für alle Freileitungs-Stützen- und Kettenisolatoren und ist an Bruchstücken von 0,4 % der Liefermenge, jedoch an mindestens 3 verschiedenen Isolatoren vorzunehmen.

Die Prüfstücke werden in eine Lösung von 1 g Fuchsin in 100 g Methylalkohol gelegt; sie sind darin zu beanspruchen mit 600 at-h, wobei der Druck mindestens 150 at betragen soll. Wird nach Zerschlagen der Prüfstücke festgestellt, daß das Farbmittel in den Werkstoff eingedrungen ist, so entspricht es nicht den Leitsätzen.

b) Spannungserwärmungsprobe.

Unverletzt zu erhaltende, unarmierte Isolierkörper können behelfsmäßig der nachstehenden Probe unterzogen werden.

Das Prüfstück, dessen Begrenzungsflächen wenigstens zu einem Teil unglasiert sein müssen, ist mindestens 24 h in (möglichst kochendes) Wasser zu legen oder mit feuchten Tüchern bzw. nassem Stroh zu umhüllen. Hierauf werden die Prüfstücke an der Oberfläche abgetrocknet und an den gegenüberliegenden Stirnflächen mit gut anliegenden Elektroden versehen. Darauf ist während 15 min eine Prüfspannung anzulegen, die etwa 5 % unter der Trockenüberschlagspannung liegt. Nach Abschalten der Spannung darf durch Betasten mit der Hand keine merkliche Erwärmung feststellbar sein.

Erforderlichenfalls ist diese Prüfung als Stückprüfung vorzunehmen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Bekanntmachung.

Die Prüfstelle hat einen Nachtrag nach dem Stande vom 1. IV. 1928 zu der Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens sowie der zugewiesenen Firmenkennfäden nach dem Stande vom 1. I. 1928 herausgegeben.

Wir machen aufmerksam, daß dieser Nachtrag gegen Einsendung des Portos kostenlos abgegeben wird.



Die Firma „Mitteldeutsches Kabelwerk Voigt & Sunderhoff, Luckenwalde", hat die Fabrikation von isolierten Leitungen eingestellt.

Aus diesem Grunde ist der Firma, welcher seinerzeit ein weiß-brauner (einfädig bedruckter) Faden als Firmenkennfaden zugewiesen worden war, das Recht entzogen worden, den geschützten schwarz-roten Verbandskennfaden weiter in isolierten Leitungen zu benutzen.

Betr.: Kennfäden für isolierte Leitungen.

Es wird hiermit bekanntgegeben, daß folgenden Firmen die Genehmigung zur Führung der untenstehenden Firmenkennfäden für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen erteilt worden ist. Gleichzeitig wird den Firmen das Recht verliehen, den dem VDE geschützten schwarz-roten Verbandskennfaden zu benutzen und diese Leitungen mit dem Wort „Codex" zu bezeichnen:

Benedict & Dannheisser G. m. b. H., Nürnberg, Äuß. Bayreuther Str. 48, gelb-weiß-lila-weiß, einfädig bedruckt,
W. & G. Keßler, Berlin SO 36, Elisabeth-Ufer 19, schwarz-grün, einfädig bedruckt,
W. & A. Naumann G. m. b. H., Berlin-Neukölln, Mahlower Str. 23, weiß-grün-weiß-blau, einfädig bedruckt,
E. Zwietusch & Co., G. m. b. H., Charlottenburg 2, Salzufer 6/7, weiß-schwarz-weiß-lila, einfädig bedruckt.
Schulze, Schneider & Dort G. m. b. H., Schönow-Zepernick, weiß-schwarz-weiß-rot, einfädig bedruckt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Pomm. Elektrot. Verein, Stettin. — a) 10. V. 1928, abds. 8 h, Konzerthaus: Vortrag Dr. Buschlinger, „Das Aluminium" (mit Vorführung d. Aluminium-Großfilms der Aluminium-Beratungstelle).
b) 18. V. 1928, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Ober-ing. Schwiers, „Zwecke und Ziele des Reichsbundes Deutscher Technik".

Elektrot. Gesellschaft Halle a. S. — 16. V. 1928, abds. 8¼ h, Saal d. Bierhauses Engelhardt, Bernburger Str.: Lichtbildervortrag Dr.-Ing. Strobel „Moderne Wasserkraftanlagen".

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin. 11. V. 1928, abends 7½ h, Vortragssaal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: a) Vortrag Dr.-Ing. L. Bloch, „Die Aktinität der Nitralampe und ihre Messung". — b) Vortrag Dr. O. Reeb, „Die Nitralampe im Kinoatelier".

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über die Wirklast und Blindlast im Drehstromsystem.

BERGTOLD machte in der ETZ 1928, S. 309, darauf aufmerksam, daß der in der Arbeit von HAUFFE (ETZ 1927, S. 1298) gemachte Vorschlag, zur Blindmessung beim Drehstrom-Dreileiteranschluß die gleichen Spannungen zu benutzen wie zur Wirkarbeitsmessung, nicht mehr neu sei. Als Beweis wird auf die von der AEG gebauten Zähler verwiesen.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß die Firma Körting & Mathiesen A. G., Leipzig, bereits weitaus früher als die AEG Blindverbrauchzähler nach diesem Gesichtspunkte ausgeführt hat, und zwar wurde bei diesen die 180°-Abgleichung durch einen Vorschaltwiderstand zur Spannungswicklung und durch ein aus zwei Strömen (Verbrauchstrom und einem von diesem induzierten Sekundärstrom) erzeugtes Hauptstromfeld erzielt. In dem DRP 341 598 vom 12. XII. 1918 und in dem Berichtsheft der Sonderversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V am 11. XI. 1921, S. 92, wurde von mir als Erstem auf die Nachteile der sogenannten Kunstschaltung verwiesen.

Auch die heute von der AEG angewandte 180°-Abgleichung unter Benutzung eines Nebenwiderstandes zur Stromwicklung ist von mir früher als von der AEG ausgeführt worden. Ich verweise in dieser Beziehung auf meine Arbeit „Über die Bewertung des wattlosen Verbrauchs beim Verkauf elektrischen Stromes und seine Messung" (ETZ 1920, S. 790). Der dort in Abb. 5 gezeichnete Widerstand 18 im Nebenschluß zur Hauptstromspule 6, 7, welche für das Blindverbrauchs-Triebsystem vorgesehen ist, hat keinen anderen Zweck, als die 180°-Abgleichung zu ermöglichen.

Leipzig-Leutzsch, 27. II. 1928. Kopp.

Erwiderung.

Herr KOPP bestätigt meine Bemerkung, daß die 180°-Abgleichung als alleiniges Mittel zur prinzipiell richtigen Blindverbrauchsmessung schon längere Zeit bekannt ist. Die AEG-Zähler wählte ich als Beleg, weil ich gerade mit diesen schon öfter zu tun hatte.

München, 25. III. 1928. F. Bergtold.

LITERATUR.

Besprechungen.

Wärmetechnische Grundlagen der Industrieöfen. Von Prof. Ing. H. v. Jüptner. (Der Industrieofen in Einzeldarstellungen, Bd. 1. Herausg. v. Ob.-Ing. L. Litinsky.) Mit 25 Textabb., VIII u. 260 S. in 8°. Verlag von Otto Spamer, Leipzig 1927. Preis geh. 20 RM, geb. 23 RM.

Das Buch ist der erste Band des großangelegten Werkes „Der Industrieofen in Einzeldarstellungen", herausgegeben von Oberingenieur Litinsky in Leipzig und hat sich die Aufgabe gestellt, die für das Werk erforderlichen wärmetechnischen Grundlagen zusammenzufassen. Demgemäß behandelt das Buch im ersten Teil im wesentlichen die chemischen und physikalischen Grundlagen der Wärmeerzeugung und Wärmeübertragung. In einem zweiten Teil werden die Brennstoffe und die Vorgänge bei der Verbrennung und Vergasung, sowie die Veredelung der Brennstoffe besprochen. Der Verfasser hat sich mit großer Gründlichkeit seiner Aufgabe angenommen und es wird jeder, der sich die wärmetechnischen Unterlagen für die Berechnung von Industrieöfen aneignen will, in dieser Arbeit dazu die Gelegenheit finden.

Für eine Neuauflage des Buches dürften die folgenden Anregungen die Beachtung des Verfassers verdienen. S. 110 des Buches wird der Heizwert der Brennstoffe behandelt und hier bezeichnet der Verfasser den auf 1 kg eines Brennstoffes bezogenen als den absoluten Heizwert und den auf die Raumeinheit bezogenen als den spezifischen Heizwert. Ferner wird angegeben, daß der Heizwert auch durch die „Verdampfungskraft" des Brennstoffes ausgedrückt wird; schließlich wird die Verbrennungstemperatur, die sich ergibt bei Durchführung der Verbrennung mit der theoretischen Luftmenge und ohne Wärmeverluste als pyrometrischer Heizwert bezeichnet. Die Technik kennt seit Jahren nur noch einen Heizwert und zwar bezieht sie diesen für feste und flüssige Brennstoffe auf 1 kg und für gasförmige auf 1 m³. Die Bezeichnung „Verdampfungskraft" ist ganz unbekannt und von einem pyrometrischen Heizwert zu sprechen, führt ganz unnötiger Weise zu einer weiteren Verwirrung, da man das, was hier ausgedrückt werden soll, doch in einfachster Weise als Verbrennungstemperatur bezeichnen kann. S. 145 ist unter der Bezeichnung Ostwaldsches Verbrennungsdiagramm das bekannte Buntesche Verbrennungsdreieck dargestellt. Auch die Erläuterungen, die hier bezüglich der Anwendung des Ostwaldschen Verbrennungsdiagramms gegeben werden, bedürfen einer Durchsicht und Richtigstellung.

Schließlich glaube ich, daß die Anwendbarkeit des Buches für den Feuerungsingenieur dadurch eine wesentliche Förderung erfahren würde, daß es sich bei den Verbrennungsrechnungen möglichst der Bezeichnungen der technischen Taschenbücher, wie z. B. der Hütte, bedienen würde. Eberle.

Fernkabel-Telephonie. Ihre theoret. Grundl. in gemeinverst. Darstell. Von Dr.-Ing. A. Engelhardt. Mit 154 Textabb. u. 280 S. in 8°. Verlag von Dr. Arthur Tetzlaff, Berlin-Schöneberg 1927. Preis kart. 15 RM.

Der Verfasser hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, in diesem Werk die theoretischen Grundlagen des Fernsprechens auf Leitungen, insbesondere auf spulenbelasteten Kabelleitungen und über Verstärker, so zu behandeln, daß sie auch allen denen leicht verständlich werden, denen das Rüstzeug der höheren Mathematik nicht

vollständig zur Verfügung steht. Das Werk ist um so wertvoller, als der Verfasser es verstanden hat, bei seinen theoretischen Abhandlungen nie die Praxis aus dem Auge zu verlieren. Es ist dem Verfasser dabei gelungen, das Werk so reichhaltig zu gestalten, daß jeder, der sich über wissenschaftlich-technische Fragen des Fernkabel- und Verstärkerbaues sowie des Zusammenwirkens beider zum Zweck des Leitungsfernsprechens unterrichten will, nur selten in dem Werk das nicht findet, was er sucht. Das Engelhardtsche Buch ist ferner eine reichhaltige Fundstätte für Literaturangaben inländischen und ausländischen Ursprungs auf dem Gebiet des Fernsprechens auf Leitungen.

Höpfner.

Die Organisation des Fernmeldewesens der Deutschen Reichsbahn in wirtschaftl. u. betriebl. Hinsicht. Von Dr.-Ing. A. van Biema. Mit 23 Textabb., 6 Taf. u. 76 S. in 8°. Verlag d. Verkehrswissensch. Lehrmittelgesellsch. m. b. H. bei der Dt. Reichsbahn, Berlin 1926. Preis kart. 5 RM.[1]

Das kleine Werk gibt einen zusammenfassenden Überblick über das Fernmeldewesen bei der Reichsbahn in organisatorischer, wirtschaftlicher und betrieblicher Hinsicht. An organisatorischen Fragen werden behandelt: das Gemeinschaftsverhältnis zwischen Reichspost und Reichsbahn und die Behandlung der Geschäfte des Fernmeldewesens im inneren Dienst der Reichsbahn. Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und zur Verbesserung des Betriebes werden Vorschläge für einheitliche Leitungsbenennungen, für Pläne und Tabellen gemacht (Leitungskarteien, Gestängebilder, Kabelübersichtspläne). Eine Besprechung der Telegraphen- und Fernsprechapparate, der Meßinstrumente, Baustoffe usw. schließt sich an. Das mit zahlreichen Abbildungen versehene Büchlein kann dem, der sich über Fragen der genannten Art unterrichten will, als Nachschlagewerk empfohlen werden.

Fanselau.

Elektrotechnische Lehrhefte. Teil 2: Magnetismus und Wechselstromtechnik. Von Prof. Dr.-Ing. G. Haberland. Mit 151 Textabb., VII u. 123 S. in 8°. Verlag von Dr. Max Jänecke, Leipzig 1927. Preis kart. 1,95 RM.

Der vorliegende 2. Band der Elektrotechnischen Lehrhefte „Magnetismus und Wechselstromtechnik" von Prof. G. Haberland ist eine geschickte und prägnante Einführung in die Wechselstromtechnik, die nicht nur für Hörer mittlerer technischer Lehranstalten geeignet ist, sondern auch den Studierenden der Technischen Hochschulen über manche begrifflichen Schwierigkeiten in den ersten Semestern weghelfen wird. Einen besonders wertvollen Dienst leisten dabei die vielen Rechenbeispiele, die dem Anfänger erst eine lebendige Vorstellung von Größen wie „magnetische Energie", „Kapazität eines Kabels" usw. vermitteln. Dabei werden nur die einfachsten mathematischen Hilfsmittel benutzt. Unter Verzicht auf die sonst häufig anzutreffenden Rudimente aus veralteten Theorien werden die wichtigsten Erscheinungen des Magnetismus besprochen und die Grundschaltungen der Wechselstromtechnik eingehender behandelt. Ein weiterer Abschnitt ist den Ausgleichsvorgängen gewidmet, über die heute auch der nicht theoretisch arbeitende und geschulte Ingenieur Bescheid wissen muß. Bau und Berechnung der Leitungen werden im letzten Abschnitt besprochen. Das Heft ist 118 Seiten stark und mit guten Abbildungen ausgestattet.

Laub.

Handbuch der anorganischen Chemie. Herausg. von Prof. Dr. R. Abegg, Dr. Fr. Auerbach und Prof. Dr. I. Koppel. 4. Bd., 1. Abt., 1. Hälfte: Die Elemente der sechsten Gruppe des period. Systems. Herausg. von Fr. Auerbach u. I. Koppel. Mit 61 Textabb., XII u. 966 S. in 8°. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1927. Preis geh. 60 RM, geb. 64 RM.

Von dem ausgezeichnet angelegten Werke ist nach langer Pause wieder ein Teil erschienen. Er umfaßt die ersten 5 Elemente der 6. Gruppe des periodischen Systems: Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur und Polonium (Radium F).

Zum Unterschiede von den älteren Handbüchern der Chemie, welche oft tausend Literaturangaben zusammenstellen, die sich nicht selten widersprechen, wird hier der ungeheure Stoff klug gesichtet und unter dem Gesichtspunkte der physikalischen Chemie geschickt behandelt. Den Elektrotechniker werden die Abschnitte über Ozon und Perschwefelsäure, zu deren Herstellung der elektrische Strom dient, besonders angehen. Nach meiner Erfahrung ist aber überhaupt für den Elektrotechniker ein solches Handbuch recht wertvoll, weil er gar nicht selten auf Fragen der anorganischen Chemie Antwort suchen muß.

K. Arndt.

Linienspektren und periodisches System der Elemente. Von Dr. Friedr. Hund. (Struktur der Materie in Einzeldarstell. Bd. 4. Herausg. v. M. Born u. J. Franck.) Mit 43 Textabb., 2 Zahlentaf., VI u. 221 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 15 RM, geb. 16,20 RM.

Das vorliegende Werk ist der vierte Band der von M. Born und J. Franck herausgegebenen Sammlung: „Struktur der Materie in Einzeldarstellungen". F. Hund hat selbst in entscheidender Weise mit dazu beigetragen, daß es in den letzten zwei Jahren gelungen ist, Ordnung in das Gewirr der Multiplettstruktur der Spektrallinien zu bringen. Das Buch faßt in dankenswerter Weise den bisher nur in der Originalliteratur zugänglichen Stoff zusammen und gibt in außerordentlich klarer und prägnanter Art eine Darstellung der korrespondenzmäßigen Quantentheorie des Atombaus, soweit diese für das Verständnis des Stoffes notwendig ist, und führt dann in alle Einzelheiten des Aufbaus der Serienspektren hinein. Auch der Zeemanneffekt ist, soweit notwendig, behandelt. Die Theorie des Kreiselelektrons wird, soweit sie in der korrespondenzmäßigen Quantentheorie eine Rolle spielt, berücksichtigt. Ein besonderer Vorzug des Buches ist die erschöpfende Literaturübersicht, die insbesondere auch die schwer zugängliche Auslandsliteratur mit enthält. Das Werk ist wie geschaffen für jeden, der sich eingehender über die Zusammenhänge von Bau und Spektren der Atome informieren will.

R. Samuel.

Röntgenstrahlen (Physik, Technik und Anwend.). Von Dr. phil. nat. R. Herz. (Samml. Göschen Nr. 950.) Mit 48 Textabb., 36 Abb. auf Taf. u. 136 S. 16°. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927. Preis geb. 1,50 RM.

Der neue Band der bekannten Sammlung Göschen bringt zunächst eine moderne Physik der Röntgenstrahlen. Alles wesentliche ist klipp und klar bei äußerster Kürze vorhanden. Die weiteren Abschnitte: Röntgentechnik, medizinische und technische Anwendungen halten sich naturgemäß mehr an Einzelerzeugnisse. Sie zeigen auch durch zahlreiche Abbildungen die Wandlungen im Bau der Röntgenröhren und ihrer Stromquellen bis zu den modernsten Apparaten. Die Anwendungen schließen sich an die Begriffe: Diagnostik, Therapie, Materialprüfung, chemische Analyse und Strukturuntersuchung an. Alles in allem ein wirklich brauchbares Buch, das trotz seines geringen Umfanges für den Arzt und den Elektrotechniker von Wert besonders dadurch ist, daß es die Grundlagen in knapper, einwandfreier Form vermittelt.

E. Lübcke.

Festigkeitslehre für Ingenieure. Von Stud.-Rat Dipl.-Ing. H. Winkel †. Nach dem Tode des Verfassers bearb. u. ergänzt von Dipl.-Ing. K. Lachmann. Mit 363 Textabb., VII u. 494 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 26 RM.

Wie im Vorwort hervorgehoben, soll das Buch vor allem für Lernende und Lehrende bestimmt sein. Umfang, Gliederung und Art der Behandlung erfüllen dieses Ziel in der Tat restlos. Man dürfte sogar kaum fehlgehen mit der Bewertung, daß dieses Buch auch für die meisten Ingenieure der Praxis eine denkbar beste Handhabe zur laufenden Arbeit oder zum Nachschlagen auf dem einschlägigen Gebiet darstellt, und ihm daher eine weitestgehende Verbreitung zu wünschen ist.

Im einzelnen mögen zwei Vorzüge besonders hervorgehoben werden: Der eine ist die ausführliche Betrachtung der technologischen Zusammenhänge bzw. die Bestrebung, die Spannungsberechnung durch die Ermittlung der Anstrengung zu ergänzen. Der zweite ist eine angemessene Berücksichtigung graphischer Verfahren.

Druck, Abbildungen und Ausstattung des Buches sind in jeder Hinsicht lobenswert.

Franz László.

[1] Eingang 17. II. 1927.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Bergmann-Elektricitäts-Werke A. G.[1]. — Der 1927 erzielte Jahresumsatz war um ein Drittel größer als 1926. Trotzdem entspricht das Ergebnis nicht den vom Vorstand an die Rationalisierungsmaßnahmen geknüpften Erwartungen, weil einerseits die Verkaufspreise z. T. zu wünschen übrig ließen, anderseits die Erhöhung der Löhne und Gehälter die Minderung der Unkosten wieder wettmachte. Steuern und soziale Lasten betrugen 6,18 Mill. RM und haben damit 14 % des erhöhten Aktienkapitals erreicht. Außerdem sind dem Unternehmen im Gegensatz zum Vorjahr Erschütterungen durch Lohnkämpfe nicht erspart geblieben.

Nach dem technischen Teil des Geschäftsberichts haben die weitere Zunahme des Verbrauchs elektrischer Arbeit und der dadurch veranlaßte Ausbau neuer Energiequellen der Abteilung für Zentralen, soweit es sich um Wasserkraftwerke handelte, nennenswerte Aufträge auf Generatoren, besonders für vertikalwellige Ausführung, gebracht. Die Bestellungen auf Leitungsbauten, Schalteinrichtungen und Umformersätze sind infolge gesteigerter Entnahme von Fremdstrom gewachsen. Im Dampfturbinenbau ist die Weiterentwicklung des prinzipiellen Aufbaus infolge der Durchbildung großer Leistungseinheiten zu einem gewissen Abschluß gelangt. Neue Typen von Turbogeneratoren weisen bei gleicher Leistung ein wesentlich geringeres Gewicht und günstigeren Wirkungsgrad auf. Der Eingang an Aufträgen des In- und Auslandes für Turbinenanlagen war unbefriedigend. Die Neukonstruktionen der Transformatoren-Abteilung, besonders die für Reguliertransformatoren, haben sich bewährt. Durch weitere Neuerungen in der Herstellung von Hochspannungsapparaten hofft der Vorstand den schon stark gesteigerten Umsatz noch zu heben. In der Montanindustrie wurden besonders vom Kohlenbergbau der Abteilung für Berg- und Hüttenwesen umfangreichere Bestellungen als 1926 überschrieben, die vornehmlich Ausrüstungen für neuzeitliche große Kokereien und für Anlagen zur Gewinnung von Stickstoffdüngesalzen aus Kokereigasen betrafen. Demgegenüber befriedigten die Umsätze mit der Hütten- und Walzwerksindustrie noch wenig, weil der Bedarf für Neuanlagen und Umstellungen zum bei weitem größten Teil durch Entnahme aus stillgesetzten Betrieben gedeckt wurde. Die Erwartung einer weiteren guten Entwicklung auf dem Elektroofen- wie dem industriellen Beheizungsgebiet hat sich erfüllt, und dem allgemeinen Konjunkturverlauf entsprechend ist auch der Umsatz der Industrie-Abteilung wieder gewachsen. Im Bereich der Textilindustrie verspricht sich die Gesellschaft von der neu entwickelten Konstruktion eines Spinnreglers Förderung des Geschäfts; die Konstruktionsarbeiten für die Spinnzentrifuge zur Fertigung von Kunstseide sind abgeschlossen. Vom Umsatz in Elektrowerkzeugen entfällt nach wie vor der Hauptanteil auf die Universalbohrmaschinen. Die zunehmende Beschäftigung der Schiffswerften hat die Aufträge auf Schiffsdynamos und Motoren erhöht, dagegen sind die Bestellungen für Landanlagen der Werften infolge von Rationalisierungsbestrebungen vollständig ausgefallen. Da die Verwendung von geschweißten Schmiedeeisenkonstruktionen sich immer mehr verbreitet, wächst die Absatzmöglichkeit für Lichtbogen-Schweißumformer stetig. Für die Vollbahnen-Abteilung hat sich das Jahr 1927 befriedigend gestaltet. Sie wurde mit der Lieferung mehrerer Güterzug- und Schnellzuglokomotiven in den bereits vielfach ausgeführten Bauarten betraut. Der Auftrag auf die Steuerungen für die Berliner Stadtbahn gelangt im laufenden Jahr zur Abwicklung. Von den seitens der Kleinbahn-Abteilung neu herausgebrachten schnellaufenden Leichtgewichts-Bahnmotoren wurden bedeutende Mengen abgesetzt, und ebenso fanden die Nockenfahrschalter für Straßenbahnwagen gute Aufnahme. Da man kleine Zubringer-Lokomotiven in schlagwettersicherer Ausführung für Akkumulatorenbetrieb stark verlangte, machte sich hierfür eine Neukonstruktion notwendig, die z. Z. ausprobiert wird. Der in Stark- und Schwachstromkabeln erzielte Umsatz wird als gegenüber dem Vorjahr recht befriedigend bezeichnet, wozu die nach einem besonderen Verfahren fabrizierten Hochspannungskabel für 30 kV und mehr wesentlich beitrugen. Eingehende Versuche mit Kabeln bis 100 kV, vor allem mit Verbindungsmuffen für diese Spannungen, sind im Gange. In der Maschinen-Abteilung ist nunmehr auch die Umstellung der neuen Gleichstromtypen abgeschlossen. Die Neuentwicklungen auf dem Gebiet des Großmaschinenbaus, bei denen auch in erheblichem Umfang statt schwerer Gußteile leichtere geschweißte Schmiedeeisenkonstruktionen Verwendung finden, wurden vollendet. Die Abteilung für Installationsmaterialien ist mit einem für das Ausland bestimmten System einfacherer und billigerer Ausführung beschäftigt, die Lampen-Abteilung hat durch weitere intensive Mechanisierung die Erzeugung verbilligt. Mit Rücksicht auf den immer größer werdenden Bedarf an elektrischen Haushaltungsgeräten wurde die Produktion der Münchener Werkstätten vollständig zur Versorgung dieses Gebietes umgestellt und modernisiert. Was das Auslandgeschäft betrifft, so erhoffte die Verwaltung von einer Vermehrung der Akquisitionsmöglichkeiten und Ausdehnung der eigenen Verkaufsorganisationen sowie von neuen, leichteren und billigeren Konstruktionen ein starkes Anwachsen des Exports, doch sind ihre Erwartungen infolge der schon eingangs erwähnten Hemmnisse getäuscht worden. Man hat durch fortwährende Verbesserung, Verbilligung und Mechanisierung der Fabrikation versucht, diesen erschwerenden Tatsachen zu begegnen, die Abwehrmittel haben aber allmählich den Endpunkt erreicht, und nur mit Opfern war es der Berichterstatterin möglich, ihren Platz im Ausfuhrgeschäft zu behaupten. Sie steht heute, wie es in dem Geschäftsbericht heißt, vor der Tatsache, daß, während die Preise für die Erzeugnisse der Elektroindustrie sich im Auslande senken, sie befürchten muß, in Deutschland diese Senkung künftig nicht mehr ausgleichen zu können. „Noch schlimmere Zeichen sind vorhanden. Es gelingt bereits der ausländischen Elektroindustrie, teilweise durch Exportprämien unterstützt, in Deutschland Fuß zu fassen."

Der Geschäftsgewinn betrug 11 127 933 RM (7 477 145 i. V.) und der Reingewinn 4 476 518 RM (3 155 599 i. V.). Aus ihm werden 9 % Dividende auf nunmehr 44 Mill. RM Aktienkapital verteilt (8 % auf 33 Mill. RM i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 685.

Metallpreise im 1. Vierteljahr 1928. — Die in Abb. 1 nach Engg.[1] wiedergegebenen Kurven zeigen die Bewegung der an der Londoner Metallbörse im ersten Vierteljahr 1928 notierten Kassepreise (£) von Kupfer (standard), Blei (englisch), Zink (gediegen), Aluminium und Antimon je ton, von Quecksilber je 70/80 lb-Flasche. Die in dem Diagramm nicht verzeichnete Notierung von Zinn (fein, ausländisch) ist seit Anfang 1928 mit einer Unterbrechung um die Mitte Januar von 266 auf 228 £ gefallen; es folgten im Februar Schwankungen zwischen diesem Wert und 232 £, im März ein weiteres Absinken bis fast 224 £ und schließlich eine Aufwärtsbewegung, die am Quartalschluß 239 £/ton erreichte.

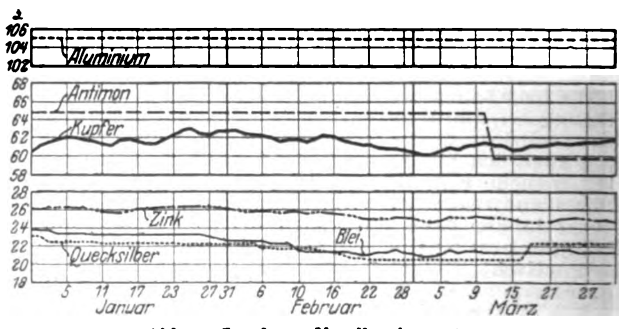


Abb. 1. Londoner Metallpreise 1928.

Aufträge der nordamerikanischen Elektroindustrie im Jahr 1927. — Als annähernden Richtungsweiser für die Gestaltung der Beschäftigung in der nordamerikanischen Elektroindustrie gibt El. World eine Übersicht über den Wert der 86 Produzenten in den Jahren 1922/27 vierteljährlich zugegangenen Bestellungen. Er betrug im ganzen letzten Jahr rd. 954,9 Mill. $, d. s. nahezu 60 Mill. $ oder etwa 6 % weniger als 1926 (1011,9 Mill. $), wo der Auftragseingang gegenüber den vorhergehenden vier Jahren (1922: 669 Mill. $) am größten war.

[1] Bd. 125, 1928, S. 424.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherwerken" sind auf S. 599, rechte Spalte, die beiden Zeilen vor Gleichung 1 wie folgt zu ändern: (Abb. 2), so erhält man eine Hyperbel, entsprechend der Formel:

Abschluß des Heftes: 28. April 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

9. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 10. MAI 1928
(709—740)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang Berlin, 10. Mai 1928 Heft 19

XXXIII. Jahresversammlung des VDE in Berlin vom 17. bis 19. Juni 1928

Wir verweisen auf das ausführliche Programm unserer vom 17. bis 19. Juni 1928 in Berlin stattfindenden Jahresversammlung in der ETZ, Heft 13, S. 514 und Heft 18, S. 699.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

UMSCHAU.

Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Verstärkertechnik.

In die Berichtsjahre 1926 und 1927 hinein fällt ein wesentlicher Teil des Ausbaues der Verstärkeranlagen im deutschen Fernkabelnetz. Am 1. IX. 1927 waren 89 Verstärkerämter im Betriebe mit 3500 Zweidrahtverstärkern, 1200 Vierdrahtverstärkern, 300 Schnurverstärkern und 30 Schalteinrichtungen zur Verbindung von Vierdrahtleitungen untereinander. Letztere dienen dem großen internationalen Sprechverkehr im Durchgang durch das deutsche Kabelnetz. Täglich werden weit über hundert derartige Verbindungen hergestellt, deren Leitungslänge in jedem Einzelfall 1500 km überschreitet. Neben diesen von Fall zu Fall hergestellten Verbindungen vom Ausland nach dem Ausland bestehen 8 dauernd geschaltete Leitungen für denselben Verkehr. Die längste dieser Verbindungen ist die von London nach Stockholm mit insgesamt 24 Zwischenverstärkern und einer Leitungslänge von fast 2500 km Länge.

Der Zweidrahtverstärkerbetrieb hat in den beiden letzten Jahren eine besondere Pflege erfahren, die er beanspruchen kann, weil er in dem Bereich seiner Anwendbarkeit im allgemeinen wirtschaftlicher ist als der Vierdrahtbetrieb mit seinem großen Leitungsbedarf. Durch sorgfältiges Studium der Vorgänge in einer mit Verstärkern ausgerüsteten Zweidrahtleitung ist es gelungen, die Zweidrahtverstärker so zu vervollkommnen, daß nunmehr in einer Zweidrahtleitung in mittelstark pupinisierten Adern mit 9 Zwischenverstärkern eine gute Pfeifsicherheit erzielt wird. Im einzelnen ist dieses Ziel erreicht worden durch sorgfältige Entzerrung, d. i. durch genaue Anpassung der Verstärkung im Frequenzbereich der Übertragung an die Dämpfung des zugeordneten Verstärkerfeldes und durch genaue Anpassung des Scheinwiderstandes der Zwischenverstärker an den Wellenwiderstand der Leitungen. Ferner trägt zur Vervollkommnung des Zweidrahtbetriebes in Fernkabelleitungen die durch verbesserten Kabelbau erzielte größere Gleichmäßigkeit des Wellenwiderstandes bei. Die Erfahrungen im Verstärkerbetrieb haben zu einem Plan geführt, die Grenzfrequenz der mittelstark pupinisierten Fernkabelleitungen von etwa 2700 Hz auf rd. 3400 Hz zu erhöhen. Hierdurch wird erreicht, daß in Zweidrahtleitungen, die in der Hauptsache dem innerdeutschen Verkehr dienen, künftig dasselbe Frequenzband von 300 bis 2400 oder 2500 Hz übertragen wird wie in den schwach pupinisierten Kabelleitungen, die hauptsächlich dem zwischenstaatlichen Verkehr dienen. Beseitigt man außerdem noch die Phasenverzerrung durch Einbau des Phasenausgleichs, so kann eine durchaus brauchbare Verständigung in Zweidrahtleitungen bis 1100 km Länge erwartet werden.

Der Vierdrahtverstärkerbetrieb ist durch die Unterdrückung der Echoeffekte mit Hilfe von Echosperren wesentlich gefördert worden. Im deutschen Fernkabelnetz sind in den beiden letzten Jahren in etwa 90 lange Vierdrahtleitungen Echosperren eingebaut worden. Die Maßnahmen zur Dämpfungsentzerrung in Vierdrahtleitungen haben sich bewährt und die Übertragung eines Frequenzbandes von 300 bis mindestens 2500 Hz in den schwach pupinisierten Leitungen und von 300 bis 2000 Hz in den stark pupinisierten Leitungen sichergestellt. Im Laufe der beiden letzten Jahre sind ferner Versuche mit der Phasenentzerrung in stark pupinisierten Vierdrahtleitungen angestellt worden, die zu dem Ergebnis geführt haben, daß es möglich ist, die Phasenverzerrung im Frequenzbereich der Übertragung zu beseitigen.

Im Bau von Verstärkerämtern sind in den beiden letzten Jahren erhebliche Fortschritte durch Vereinfachung der Leitungsführung und durch Wegfall der früher verwendeten Klinkenumschalter gemacht worden, Fortschritte, die sich darin äußern, daß die Nebensprechfreiheit in den neuen Ämtern der Nebensprechfreiheit der Fernkabel zum mindesten gleichwertig ist.

Die Fortschritte im Fernsprech-Seekabelbau, d. s. große Nebensprechfreiheit in den mit Spulen ausgerüsteten Papierbleikabeln für Vierdrahtbetrieb, stellen der Verstärkertechnik die Aufgabe, längere Seekabelstrecken in Vierdrahtschaltung in die großen Weitverkehrsleitungen einzugliedern. Während man bisher die Dämpfung eines Leitungsabschnitts zwischen 2 Verstärkern nicht größer als 3 Neper wählte, wenn Vierdrahtbetrieb in Frage kam, besteht jetzt die Möglichkeit, Dämpfungsstrecken von 5 bis 6 Neper zu entdämpfen, ohne das wirksame Nebensprechen unerwünscht zu erhöhen.

Für das Rufen auf zwischenstaatlichen Leitungen ist auf Grund internationaler Vereinbarungen ein 500periodiger Rufstrom vereinbart worden, der im Takte von 20 bis 25 Hz unterbrochen wird. Die Vereinbarungen haben sich auch darauf bezogen, bestimmte Werte für die Eingangsleistung beim Rufen festzusetzen. Dieser Rufbetrieb ist auf allen Vierdrahtleitungen zur Anwendung gelangt und wird neuerdings auch auf Zweidrahtleitungen ausgedehnt.

Besondere Beachtung verdient die Einrichtung des Sprechverkehrs England—Amerika, der neuerdings auch auf die übrigen europäischen Länder ausgedehnt worden ist, die ihre Gespräche nach den V. S. Amerika über neuzeitliche Fernkabelleitungen nach London leiten, wo die Verbindung mit dem drahtlosen Weg nach Amerika erfolgt. Die Verstärkertechnik ist infolgedessen an diesem Erfolg weitgehend beteiligt.



Zur Übertragung von Rundfunkdarbietungen auf Fernkabelleitungen sind im deutschen Fernkabelnetz in weitgehendem Umfange sehr schwach pupinisierte Leitungen geschaffen worden, und zwar durch Pupinisierung der Viererschaltung des durch einen Bleimantel gegen Nebensprechen und Isolationsfehler geschützten Kernvierers für einen Frequenzbereich bis etwa 10 000 Hz. Diese sogenannten Musikleitungen werden in Abständen von etwa 75 km mit einseitig wirksamen Zwischenverstärkern ausgerüstet, die befähigt sind, ein Frequenzband von 50 bis etwa 9000 Hz so zu übertragen, daß in dem Leitungssystem (Leitungen und Verstärker) innerhalb des genannten Frequenzbereichs eine frequenzunabhängige Übertragung zustande kommt. Die Rundfunkübertragungsnetze der Westdeutschen Rundfunk A. G. (Aachen — Köln — Düsseldorf—Elberfeld—Langenberg—Dortmund—Münster [Westf.] und der Norddeutschen Rundfunk A. G. (Hamburg—(Rotenburg)—Hannover—Bremen) werden mit gutem Erfolg in dieser Weise betrieben. Die weitere Ausrüstung des deutschen Rundfunk-Kabelnetzes mit diesen Verstärkern steht für dieses und das nächste Jahr bevor.

Bemerkenswert ist ferner, daß zwischen Berlin und Wien seit 1. XII. 1927 ein Bildtelegraphenverkehr mit Hilfe des Siemens-Carolus-Telefunken-Apparates auf schwach pupinisierten Fernkabelleitungen im Gange ist, für den die Vierdrat-Zwischenverstärker des Weitverkehrs benutzt werden. Insgesamt 14 Verstärker sind in dieser Verbindung wirksam.

In den Berichtsjahren hat der Tonfrequenz-Telegraphenbetrieb in Fernkabelleitungen (je 6 Frequenzen in einer Leitung) eine erhebliche Ausdehnung erfahren, sowohl im Inlands- wie auch im Auslandsverkehr. Benutzt werden dabei mittelstark pupinisierte Fernkabelleitungen, die mit denselben Verstärkern ausgerüstet sind, wie sie für den Vierdraht-Fernsprechbetrieb in mittelstark pupinisierten Adern benutzt werden.

Im Jahre 1927 sind Versuche mit der sogenannten Unterlagerungstelegraphie begonnen worden, die sich dadurch auszeichnet, daß sie einen störungsfreien Gleichzeitigkeitsbetrieb von Telegraphie und Fernsprecher auf derselben Kabelleitung ermöglicht. Durch Spulen und Kondensatorleitungen wird der Telegraphenbetrieb, der mit den Frequenzen 0 bis 100 Hz arbeitet, störungsfrei von dem mit dem Frequenzband 300 bis 2500 Hz arbeitenden Fernsprechbetrieb getrennt. Die weitere Anwendung der Unterlagerungstelegraphie eröffnet gleichzeitig mit der Tonfrequenztelegraphie die Aussicht, daß sich der Telegraphenbetrieb künftig wirtschaftlicher und betriebsicherer fast nur noch auf Fernsprechkabeln abwickeln wird.

Der Unterhaltung und Überwachung der mit Verstärkern ausgerüsteten Fernkabelleitungen ist in den beiden Jahren 1926 und 1927 weitgehende Aufmerksamkeit gewidmet worden. Auf Grund einer zwischenstaatlichen Vereinbarung werden die Betriebsdämpfung und der Pegelstand bei den Unterwegsverstärkern zunächst an zwischenstaatlichen Leitungen in regelmäßigen Zeitabständen (monatlich) gemessen. Ferner wird die Pfeifsicherheit der Zweidrahtleitungen regelmäßig gemessen. Bei den Verstärkerämtern werden regelmäßige Messungen an den Verstärkern selbst vorgenommen (Heizstrom, Gitterspannung, Anodenspannung, Verstärkungsziffer für eine Frequenz und für mehrere Frequenzen, Güte der Leitungsnachbildungen u. a. m.). Alle diese Messungen, die auch auf die innerdeutschen Leitungen ausgedehnt werden, sind erforderlich, um das Fernkabelnetz mit seinen zahlreichen Verstärkern dauernd in gutem Betriebszustand zu erhalten.

Der zwischenstaatliche Beratende Ausschuß für den Fernsprechweitverkehr (CCI) hat sich in den Berichtsjahren weiter eingehend mit der Aufstellung von Richtlinien für die technische Gestaltung des Fernsprechweitverkehrs beschäftigt und dabei auch besondere Aufmerksamkeit der Verstärkertechnik gewidmet. Insbesondere hat sich das CCI weitgehend mit der Frage der Unterhaltung und Überwachung zwischenstaatlicher Leitungen und ihrer Bestandteile beschäftigt und hierfür bestimmte Richtlinien aufgestellt.

Die beiden letzten Jahre haben erkennen lassen, daß die im Verstärkerbetrieb verwendeten Verstärkerröhren mit Oxydfäden eine recht große Lebensdauer besitzen. Im Betriebe der deutschen Verstärkerämter sind Röhren mit mehr als 23 000 Brennstunden in größerer Anzahl vorhanden, ohne daß ihre Verstärkungsfähigkeit nachgelassen hat. Die mittlere Lebensdauer der Röhren steigt infolgedessen von Jahr zu Jahr. **Höpfner.**

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1928 außerhalb des HDE.

Von Dipl.-Ing. **W. Kraska,** Berlin.

Die diesjährige Leipziger Frühjahrsmesse stand im Zeichen des Exports. Von seiten der Aussteller hatte man dem zahlreichen Ausländerbesuch sowohl durch Ausstellung von Erzeugnissen, die speziell zur Ausfuhr bestimmt waren, als auch durch ausgelegte mehrsprachige Prospekte Rechnung getragen. Ob allerdings hierdurch allein eine wesentliche Belebung des Exportgeschäfts möglich ist, solange die Zollschranken trotz aller Bemühungen in Genf bestehen bleiben, muß fraglich erscheinen. Selbst wenn aber die Messe nach dieser Richtung hin nicht den gewünschten Erfolg zu buchen hätte, bleibt ihr doch die Bedeutung als Gradmesser für den Stand unserer Industrie. Während über die Ausstellung im HDE bereits an anderer Stelle[1] berichtet wurde, sollen im folgenden an Hand von Beispielen die Entwicklungslinien angedeutet werden, wie sie bei Betrachtung der außerhalb des HDE ausgestellten elektrotechnischen Gegenstände hervortreten.

I. Elektromaschinenbau und Werkstatt.

Für die von Benzinmotoren angetriebenen Kleindynamos, wie sie namentlich zur Versorgung abseits liegender Gehöfte verwandt werden, wählt man im allgemeinen Gleichstrommaschinen. Die Deutsche Werke A.-G., Kiel, benutzt für diesen Zweck einen asynchronen Drehstromgenerator mit Selbsterregung und Spannungskompoundierung. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, ist im Ständer nicht nur die Hauptwicklung W_1 untergebracht, die über die Primärseite eines Stromwandlers das Netz speist, sondern eine Hilfswicklung W_4, die über einen dreiphasigen Widerstandsregler R auf den Kollektor arbeitet. Der Läufer enthält die Kollektorwicklung W_3 und die teils zur Kompoundierung des Wirkstroms, teils zur Verbesserung der Kommutierung dienende Käfigwicklung W_2. Von zwei Bürstensätzen gehört ein dreiphasiger zum Spannungserregerkreis (Regler R und Wicklung W_4), der sechsphasige mit der Sekundärseite T_2 des Stromtransformators verbundene zum Kompoundierungskreis. Die Maschine erregt sich schon im Anlauf mit Hilfe des Stromkreises W_4—R—W_3 selbst. Verlangt das Netz einen Belastungsstrom J, so wird durch den Stromtransformator T_1/T_2 ein Strom in die Wicklung W_3 geschickt, der die Rückwirkung von J in Wicklung W_1 aufhebt. Durch geeignete Wahl des Übersetzungsverhältnisses wird erreicht, daß die Klemmenspannung der Maschine bei jeder Belastung und Phasenverschiebung konstant bleibt.

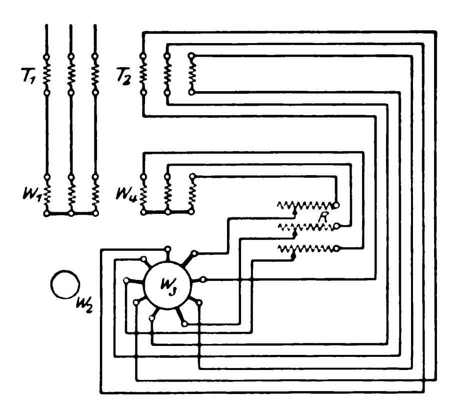


Abb. 1. Schaltbild eines synchronen Drehstromgenerators mit Selbsterregung und Spannungskompoundierung.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 637.

Unter den für die Fabrikation so wichtigen Wickelmaschinen ist die Ausführung der Maschinenfabrik Eßlingen sowohl für die Wickelung von Gleichstrom- und Einphasen-Wechselstromankern mit mehreren parallel laufenden Drähten von 0,1 ... 1 mm Dmr. und Ankern von 30 ... 80 mm Dmr., 25 ... 80 mm Breite, als auch zur Herstellung zylindrischer Spulen bis zu 200 mm Dmr. und 250 mm Länge, bei 0,1 bis 1 mm Drahtstärke geeignet. Die Umschaltung zum Lagenwickeln von Spulen wird durch Handhebel betätigt, ohne daß die Maschine stillgesetzt zu werden braucht. Eine Maschine, die lediglich zum Wickeln zylindrischer Spulen bestimmt ist, zeigt Abb. 2.

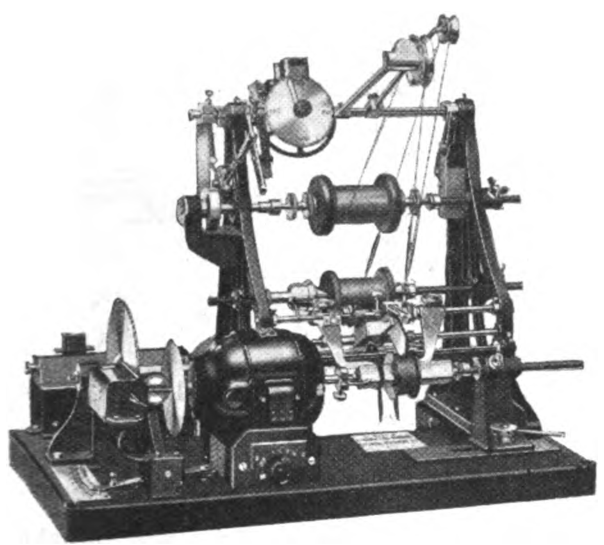


Abb. 2. Spulenwickelmaschine.

Die Maschine wird von der Firma Automatic Coil Winder & Electrical Equipment Co. Ltd., London, hergestellt und von der Firma Briske & Prohl, Berlin, vertrieben. Die zu bewickelnde Motorspindel wird in die Motorwelle eingespannt. Die Einstellung der Lagenbreite geschieht durch zwei Stellhebel, die an einer Stellstange verstellbar gelagert sind. Mit wenigen Handgriffen ist die Lagenbreite hergestellt. Das Problem, die Fadenführung auf die jeweilige Drahtstärke einzustellen, ist in glücklicher Weise gelöst mittels einer Differentialreibungskupplung. Das Reibritzel wird zu diesem Zweck durch einen Hebelzeiger verschoben, dessen Spitze auf einer Skala spielt, auf der die gewünschte Gangstellung durch einen Zeiger einzustellen ist. Die Drahtspannung wird an der oberen Drahtspindel durch einen Bremshebel, an der unteren durch eine Spannschraube geregelt. Neben dem Windungszähler ist auch eine selbsttätige Einrichtung zur Längenmessung des verspulten Drahtes vorhanden, die so eingestellt werden kann, daß bei Erreichung der dem gewünschten Widerstand entsprechenden Länge die Maschine durch Kontaktunterbrechung zum Stillstand kommt. Auch bei Drahtbruch oder Drahtablauf schaltet die Maschine selbsttätig aus. Es können Drähte von 0,03 ... 0,42 mm verspult werden. Für die Spulen ist ein Spielraum von 3 ... 125 mm für die Lagenbreite und bis 100 mm für den Durchmesser vorgesehen. Der Spulensteg kann von rundem, rechteckigem oder beliebig unregelmäßigem Querschnitt sein. Die Drehzahl des Antriebmotors läßt sich in weiten Grenzen bis zu 6000 U/min regeln. Eine Drahtlängenmeßmaschine von Reinhold J. Schmidt, Berlin-Schöneberg, wird durch Abb. 3 dargestellt.

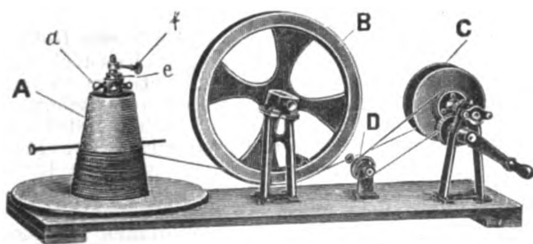


Abb. 3. Drahtlängen-Meßmaschine.

Der Vorratsring wird auf den Ablaufhaspel *A* gelegt, so daß er über das Meßrad *B* ablaufen kann. Durch einen Steckstift wird der Drahtring fest auf den Haspelkegel *d* geklemmt. Nach Festlegung durch den Arretierungstift legt man den Draht einmal um *B* herum und befestigt ihn dann in einem Loch des Ringwicklers *C* oder bei ganz feinen Drähten, die man erfahrungsgemäß nicht im Ring wickeln kann, an einer Holzspule, die man auf den Feindrahtaufspuler *D* aufsteckt. Um dem Draht die erforderliche Spannung zu geben, zieht man die Feststellschraube *f* fest an und dreht die Kugelmutter *d* leicht fest. Durch Anziehen der Gegenmutter *e* wird *d* in der eingestellten Lage gehalten. Am Zähler läßt sich die abgewickelte Länge ablesen, während der abgemessene Drahtring nach Abschneiden und Lösen eines Bajonettverschlusses vom Ringwickler leicht abgenommen werden kann.

Als Rostschutzmittel verwendet die Udylite G. m. b. H., Berlin, das Cadmium, das auf elektrolytischem Wege auf Eisen und Stahl aufgebracht wird und den damit behandelten Gegenständen eine zarte silberige Farbe verleiht. Sie können poliert, mattiert oder nickel-, kupfer- und bronzeähnlich hergestellt werden, ohne daß unter diesem Verfahren die Rost verhütenden Eigenschaften leiden.

II. Maschinenantrieb.

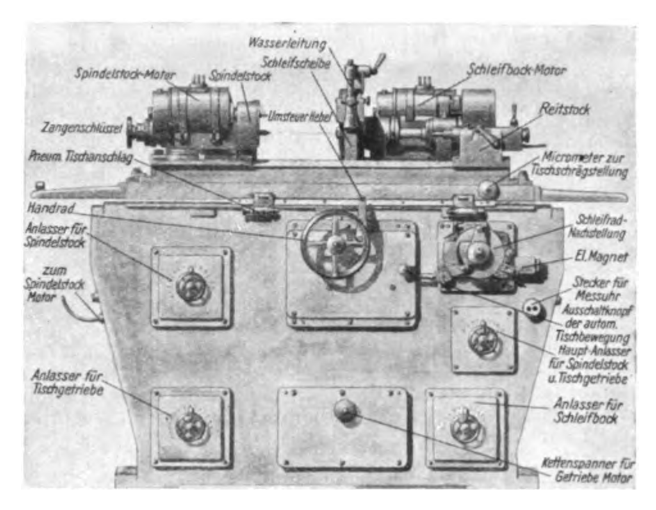
Der AWF hatte zum erstenmal den Versuch gemacht, die beteiligten Kreise durch Anschauung auf die große Bedeutung hinzuweisen, welche die Getriebe für die zweckentsprechende Gestaltung einer Maschine haben. Dieser Versuch ist als gelungen zu bezeichnen. Das Interesse für die Getriebemodellschau war außerordentlich rege, und zwar merkwürdigerweise auch für solche Getriebe, die bisher als durchaus theoretisch und kaum anwendbar galten.

a) Werkzeugmaschinen.

Der elektrische Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen hat weitere Fortschritte zu verzeichnen. Bezüglich der Stromart ist zu bemerken, daß die Konstrukteure zwar den Gleichstrom bevorzugen und befürworten, die Werkstattsbetriebe sich dagegen mehr dem Drehstrom zuneigen, weil er von den Überlandwerken billig geliefert wird, und die Umformung entfällt. Welche Bedeutung diesem Umstand auch von seiten der Fabrikanten beigemessen wird, erkennt man daraus, daß die AEG an eine regelbare Bohrpresse der Firma Wesselmann den Umformer direkt angebaut hat. Während der Motor früher abseits stehend gewissermaßen als ein der Werkzeugmaschine fremdartiges Element behandelt wurde, ordnet er sich neuerdings in den Rahmen der Konstruktion vollständig ein. Beim Zusammenbau wird der Flanschmotor bevorzugt. Wo ein Zwischengetriebe erforderlich ist, werden Schneckenantriebe nur noch in Ausnahmefällen verwandt; an ihre Stelle ist der Stirnräderantrieb mit seinen geringeren Reibungsverlusten getreten. Die heute hergestellten Rädergetriebe stehen den Schneckenradgetrieben auch hinsichtlich Geräuschlosigkeit nicht mehr nach. Nachdem im Anfang des Jahrhunderts der Rapidstahl das Licht der Welt erblickt hatte, begnügten sich die Konstrukteure nicht damit, die Werkzeugmaschinen mit erhöhten Geschwindigkeiten umzubauen, sondern bemühten sich auch, die Leistung durch erhöhte Spanabnahme zu steigern. Dies Streben ist heute noch deutlich zu erkennen. Als neuer Gesichtspunkt ist die Beschränkung der Leerzeiten für Auf- und Abspannen der Arbeitstücke, für Betätigung der Hebel- und Handräder usw. hinzugekommen. Gerade nach der letztgenannten Richtung hin hat sich die elektrische Druckknopfsteuerung ausgezeichnet bewährt. Man findet die Druckknopftafeln bei Drehbänken z. B. nicht nur am Spindel- und Reitstock, sondern auch, wenn mehrere Supporte vorhanden sind, an jedem Support. Im Hobelmaschinenantrieb hat sich bei Drehstrom die elektromagnetische Wendekuppelung und bei Gleichstrom der Umkehrmotor gut bewährt. Da der letztere zur Umkehrung der Tischbewegung Riemen- und Stirnrädergetriebe überflüssig macht, kann er als das Ideal des Hobelantriebes angesehen werden. Das Bestreben, dabei das Schwungmoment des Motorankers möglichst herabzusetzen, hat zur Teilung des Antriebsmotors in zwei Einzelmotoren geführt. Die Firma Waldrich, Siegen, verwendet nämlich einen derartigen von den SSW ausgeführten Hobelmaschinenantrieb, bei welchem beide Motoren den Arbeitsgang bewerkstelligen, während nur einer beim Rückgang arbeitet. Für den Notfall ist ein Druckknopf vorgesehen, um den Anker über einen Bremswiderstand kurzschließen und die Maschine rasch stillsetzen zu können. Bei den Schleifmaschinen stehen wir noch am Anfang einer Entwicklung, die in dem Maße fortschreiten wird, als die Arbeitsverfahren des Schleifens immer mehr Eingang in die Praxis finden werden. In welchem Maße man hier durch direkte Kuppelung des Motors mit der Arbeitswelle an Kraft sparen kann, läßt eine selbsttätige Rundschleifmaschine



(Abb. 4) von F. R. Böhm, Stuttgart, erkennen. Es genügen 2 PS für den Spindelstock, Schleifbock und das Umsteuergetriebe. Die Maschine mißt selbsttätig, stellt nach Fertigstellung des Werkstückes selbsttätig ab und bringt Schleifscheibe sowie Schleifradnachstellung in die Anfangstellung; die Bedienung beschränkt sich also lediglich auf das Einspannen und Ausspannen des Werkstückes. Der Anlasser für den Spindelstock wird auf die vorgeschriebene Drehzahl eingestellt, ebenso der Anlasser



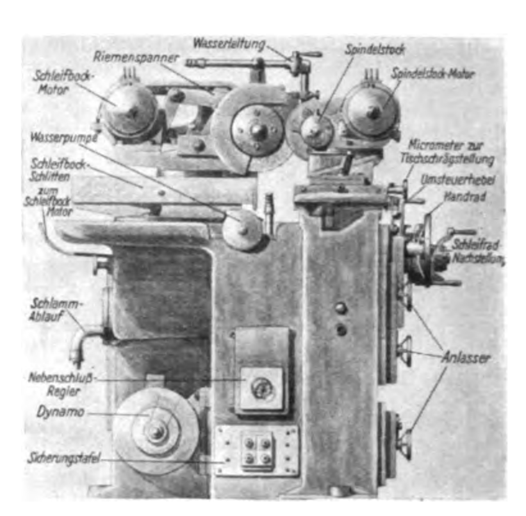


Abb. 4. Selbsttätige Rundschleifmaschine mit elektrischem Antrieb.

für die Tischbewegung. Der selbsttätig arbeitende Hauptanlasser wird nach Fertigstellung des Werkstücks durch die Meßuhr auf elektrischem Wege ausgeschaltet, wodurch Spindelstock und Tisch zum Stillstand kommen. Zugleich wird mit einem an der Schleifradnachstellung angebrachten Elektromagneten der Schleifscheibenvorschub ausgeschaltet, wodurch die Scheibe in die Anfangstellung zurücksinkt. Der Schleifbockantrieb erfolgt ebenfalls durch einen Motor, dessen Regelwiderstand an der Vorderseite der Maschine angebracht ist und für die Schleifscheibenabnutzung verschiedene Geschwindigkeiten erhält, so daß immer annähernd die gleiche Umfangsgeschwindigkeit der

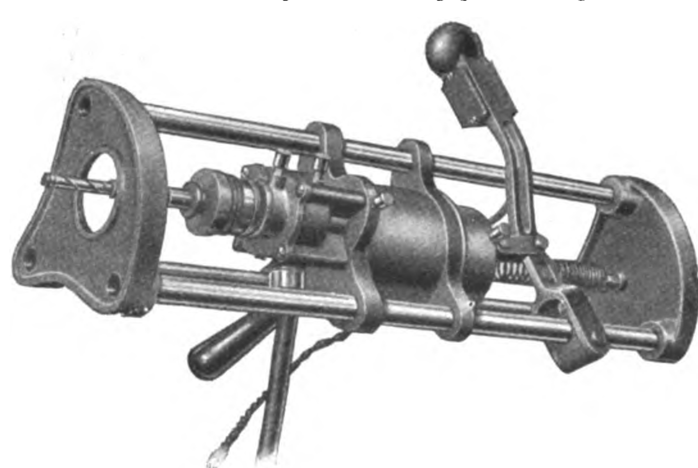


Abb. 5. Elektrisch betriebene Gesteinsbohrmaschine.

Schleifscheibe zur Verfügung steht. Geschwindigkeitswechsel für Schruppen und Schlichten kann während des Ganges vorgenommen werden. Den Strom für die Motoren liefert eine am Fuße der Maschine angebrachte Dynamo, die durch einen selbsttätigen Spannungsregler auf konstanter Spannung gehalten wird. — Von transportablen Bohrmaschinen sei die Gesteinsbohrmaschine der Firma Joh. Jurk & Co., Langebrück, erwähnt. Der Bohrer wird erst nach dem Anlegen einer Führungsplatte (Abb. 5) an das Gestein herangeführt, wodurch ein zentrisches Bohren ohne seitliches Abweichen des Bohrers möglich ist. Die Maschine arbeitet mit Wasserspülung; als Pumpe dient das Übersetzungsgetriebe, welches das Spülwasser durch den hohlen Bohrer hindurchtreibt. Der Motor ist für 24 V gewickelt.

Der Vorteil des Elektromotors, daß er ohne wesentlichen Eingriff in den Aufbau der Werkzeugmaschine beliebig hohe Arbeitsgeschwindigkeiten gestattet, kommt vor allem für die Holzbearbeitungsmaschinen in Betracht. Einige Firmen (H. Goede, Berlin, Klein & Stiefel, Fulda, C. L. P. Fleck Söhne, Berlin) gehen heute mit der Schnittgeschwindigkeit von Bandsägen bis zu dem für Kreissägen üblichen Werte (47 m/s); andere wieder halten an der bisher üblichen geringeren Geschwindigkeit fest. — Der Fall, daß die Geschwindigkeit des Motors für die Arbeitsmaschine zu hoch ist, so daß die Einschaltung eines Zwischenvorgeleges erforderlich wird, hat die Firma Obermoser, Baden-Baden, veranlaßt, unter Umgehung des Riemens in die Antriebsmotoren ein Übersetzungsgetriebe einzubauen. Diese Vorgelegemotoren besitzen ein Vorgelege aus Chromnickelstahl und werden sowohl für direkten Antrieb als auch mit Riemenscheibe und Außenlagerbock geliefert. Sowohl Gleichstrom- als auch Drehstrommotor kann verwendet werden, der letztere wird dann mit Schleifringanker geliefert. Auch die Übersetzung in höhere Drehzahlen wird ausgeführt. Dieselbe Firma hat ihren Motorhobler mit einer Dicktenvorrichtung versehen, so daß in der Maschine Abricht-, Hobel- und Dicktenmaschine, Kreissäge und Fräsmaschine sowie Bohrmaschine vereinigt sind.

b) Verschiedene Antriebe.

Im Gegensatz zu anderen Glockenantrieben, die mit zwischengeschalteten Reibrädern, Federn, Luftkolben usw. arbeiten, treibt bei der Bauart der Herforder Elektrizitäts-Werke Bokelmann u. Kuhlo, Herford, ein Drehstrommotor mittels Kette auf die Glockenwelle, so daß also die Motorwelle bei jeder Hin- und Herschwingung der Glocke einige Umdrehungen in der einen und ebenso in der anderen Drehrichtung macht. Die Ein- und Ausschaltung des Stromes wird von der freischwingenden Glocke durch ein dünnes Seil bewirkt, das die Kontakte eines Steuerapparates betätigt. Durch passende Wahl des Übersetzungsverhältnisses läßt sich jeder beliebige Schwingungswinkel erzielen. Hat die Glocke ihre normale Schwingungshöhe erreicht, so hört das Drehmoment beim Durchschwingen der Mittellage auf und der Stromverbrauch sinkt auf Null.

Die Staubsauger hat man vielfach mit Bohnerapparaten kombiniert. Während bei einigen Konstruktionen (Mauz & Pfeiffer, Stuttgart) für den Ventilator und den Bohnerantrieb je ein besonderer Motor vorgesehen ist, verwendet die Neue Elektro-Bohner G. m. b. H., Stuttgart-Cannstatt, einen einzigen Motor. Der letztere Apparat hat zwei Staubsäcke, von denen der eine kleinere im Innern des Gehäuses eine erste Reinigung vornimmt, während im großen äußeren Sack noch die Staubteilchen der bereits vorgereinigten Luft niedergeschlagen werden; außerdem kann man bei diesem Staubsauger die Saugwirkung regeln. Der Apparat der Nilfisk G. m. b. H., Hamburg, ist weder mit auswendigem noch mit inwendigem Staubbeutel ausgerüstet; er besitzt vielmehr einen Stahlbehälter, der große Mengen Staub faßt, ohne daß, wie bei inwendigen Beuteln, eine Verringerung der Saugkraft zu befürchten ist. Auswendige Beutel haben wie-

derum den Nachteil, daß der feine Staub durch das Gewebe wieder in den Raum entweichen kann und die Beutel auch der Beschädigung ausgesetzt sind. Das am Rand des Staubkessels befestigte Filter läßt sich mittels eines Griffes leicht umstülpen, ohne daß die Hände mit dem

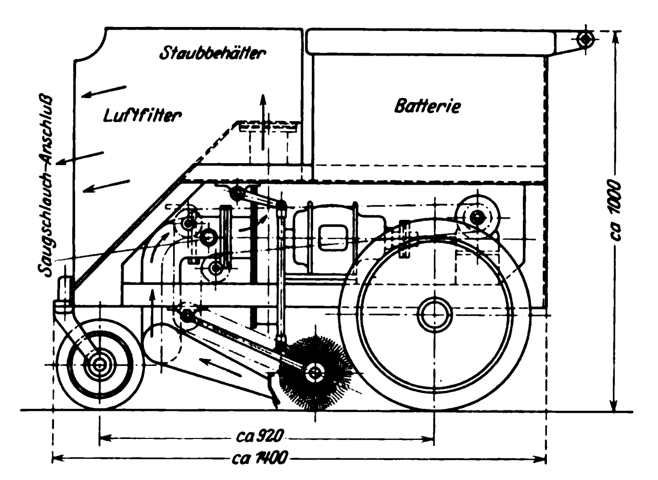


Abb. 6. Elektrisch betriebene Vakuum-Kehrmaschine.

Staube in Berührung kommen, und ohne daß dieser wieder in die Luft gewirbelt wird. Eine Abänderung des Staubsaugers für Bahnhöfe, Lagerhäuser, Fabriken usw. stellt die Konstruktion der Firma A. Prenzler, Berlin-Steglitz, dar. Abb. 6 zeigt die von Hand geschobene Karre mit Kehr- und Staubsaugevorrichtung, mit welcher von einem Mann in 1 h rd. 2500 m² gereinigt werden können. Die Kehrwalze wird durch einen Elektromotor angetrieben, der von einer Batterie gespeist wird. Das Aufsaugen des von einer Walze aufgenommenen Kehrichts erfolgt durch einen Hochdruckventilator, der mit dem die Walze antreibenden Motor gekuppelt ist. Die Kehrichtmasse wird in ein Filter geblasen, wo sich dieselbe in einem leicht auswechselbaren Staubkasten niederschlägt. Die Maschine ist schmal und kurz gebaut (750 × 1400 mm). Die Vorrichtung ist dann noch in der Weise abgeändert, daß man sie auf einen normalen Elektrokarren aufsetzen kann, der dauernd oder nur stundenweise dem Kehrbetrieb zur Verfügung steht. Der Aufbau ist ein geschlossenes Ganzes: er umfaßt Rahmen, Kehrwalze, Saugkopf, Ventilator, Motor, Batterie, Staub- und Filterbehälter und kann im wenigen Augenblicken mittels Flaschenzuges abgenommen werden. Zu diesem Zweck ist der Rahmen mit Zungen versehen, welche in die normalen Rungenösen eines normalen Elektrokarrens eingreifen. Die Kehrwalze wird durch Kette vom Rade der Triebachse bzw. von einem mit dem Ventilatormotor gekuppelten Schneckengetriebe angetrieben. Die Walze wird bei Leerfahrt gehoben und schaltet sich hierbei selbsttätig aus. Im übrigen wird sie mittels Handhebels vom Führerstand bedient. Der Staubbehälter hat 400 ÷ 500 l Inhalt. Der Motor ist an eine Batterie von 20 Zellen angeschlossen; bei stundenweisem Kehrbetrieb wird der Ventilatormotor von der Karrenbatterie direkt gespeist. Die Breite entspricht der des Elektrokarrens, die Länge bedingt ein Mehr von rd. 700 mm. — Von den zahlreichen Elektro-Haarschneidemaschinen, die mit biegsamer Welle arbeiten, unterscheidet sich der Apparat der Eisemann-Werke A. G., Stuttgart, dadurch, daß der Motor im Griff untergebracht ist, der auch den Schalter enthält. Zwischen Motor und Schere ist dann das Getriebe angeordnet, um die Drehbewegung der Motorwelle in die hin- und hergehende der Messerklinge zu verwandeln. Der Apparat ist leicht und handlich.

c) Fahrzeuge.

Seitdem die Freizügigkeit der großen Massen Fortschritte gemacht hat, und die stetig fortschreitende Verbesserung der Benzinwagen eine Handhabe bot, die Beschränkungen in der Freizügigkeit zu durchbrechen, die der elektrische Wagen seiner Konstruktion nach den Besitzern auferlegte, traten die anerkannten Vorzüge und Annehmlichkeiten des elektrischen Personenwagens etwas in den Hintergrund. So kommt es, daß in der neuen Automobilhalle auf der

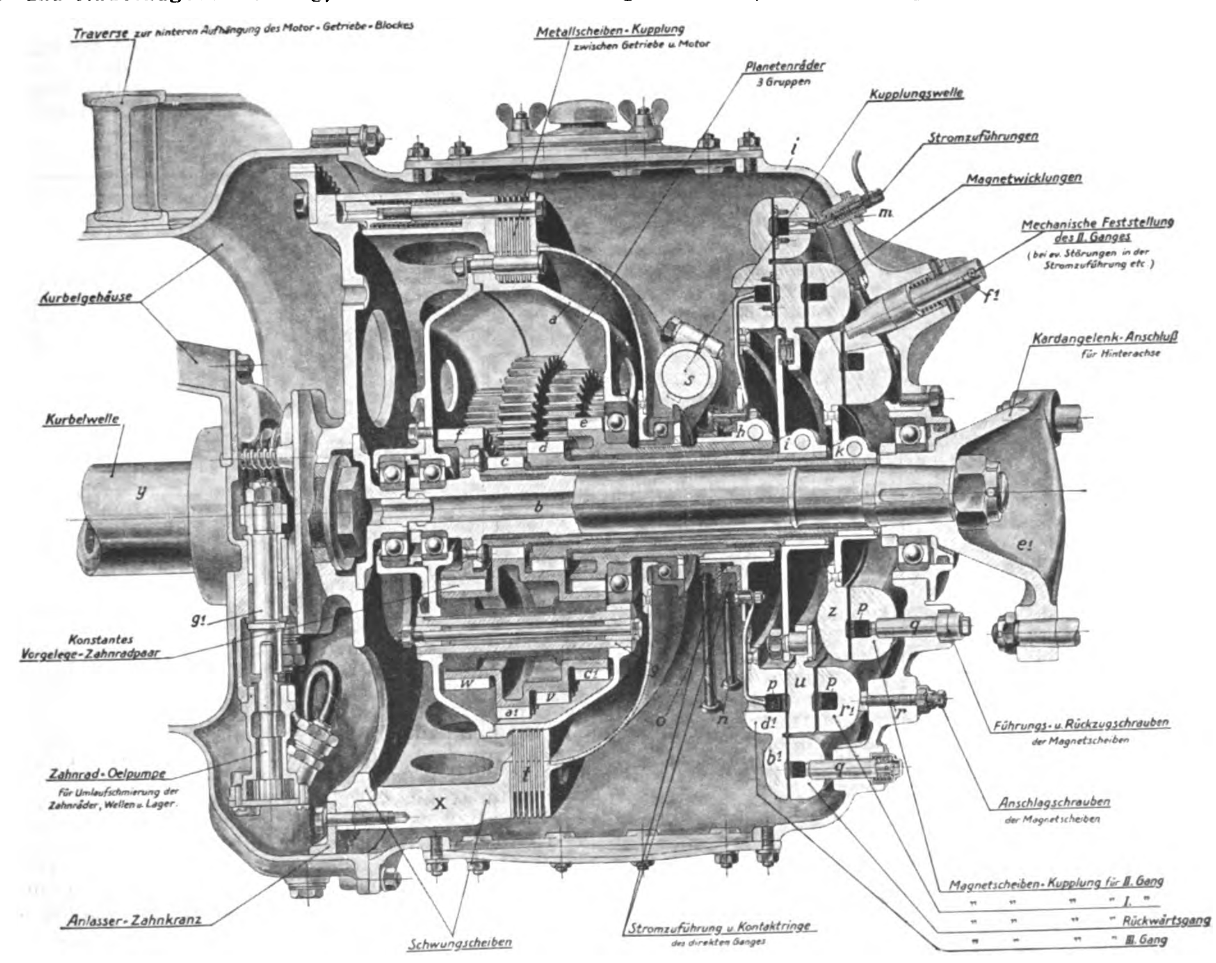


Abb. 7. Automobil-Umlaufgetriebe mit elektrischer Schaltung.

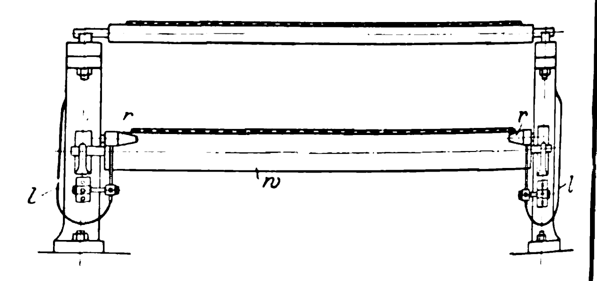
Messe kein einziges Elektromobil zu sehen war. Zu wünschen ist, daß die Elektrizitätswerke im Interesse einer Erhöhung der Nachtbelastung ihrer Maschinen für die Einführung des Elektromobils eine lebhafte Propaganda an allen Stellen entfalten, wo es angebracht ist, und auch im Tarif möglichstes Entgegenkommen zeigen. Der elektrische Wagen muß sich dann für gewisse Gebiete des Personenverkehrs ebenso einführen wie es für Gütertransport (für Brauereien, Müllabfuhr, Postsachenbeförderung, Straßenreinigung, als Lieferwagen und als Elektrokarren) bereits geschehen ist. Interessant sind die von den Münchener Brauereien für das Jahr 1927 ermittelten Vergleichszahlen zwischen 5 t-Wagen mit elektrischem und Benzinmotor-Antrieb: hiernach stellen sich die Kosten für den letzteren auf 73,7 Pf/km, für den ersteren dagegen auf nur 57 Pf/km.

Das Bestreben, die Vorteile des Benzinwagens mit denen des Elektromobils zu vereinigen, ohne die Nachteile der beiden Antriebsarten mit zu übernehmen, hat zum benzinelektrischen Antrieb geführt. Bei den englischen und amerikanischen Fahrzeugen ist dies insofern nur unvollständig gelungen, als dieselben neben den elektrischen Teilen noch mechanische Antriebsteile, wie Zahnräder, Kardangetriebe, Kardanwellen, Kardan- oder Schneckenachsen mit Differentialgetriebe usw., vom Benzinwagen verwenden. Bei einem von der Firma Faun-Werke G. m. b. H., Nürnberg, ausgestellten Wagen konnte man feststellen, daß diese mechanischen Antriebsteile verschwunden sind: Vorder-, Hinter- oder alle vier Räder sind mit Radnabenmotoren ausgerüstet. — Die Nationale Automobil-Gesellschaft, Berlin-Oberschöneweide, verwendet keine mechanischen Bremsen zum Festhalten der einzelnen Gänge ihrer Benzinomnibusse, sondern konzentrisch zur Hauptgetriebewelle angeordnete magnetische Kuppelungen, die so einfach gehalten sind, daß selbst bei vier Gängen die ganze Bauart immer noch übersichtlich, zuverlässig und billig bleibt. Der Kuppelungsweg zwischen Anker und Magnetring beträgt nur 1,5 mm. Die Abnutzung ist nicht erheblich; durch Überdrehen der Teile kann der Mangel leicht beseitigt werden. Eine Auswechselung der Scheiben kommt erst nach einer Leistung von weit über 100 000 km in Frage. Der Strom wird der Licht- und Anlasseranlage entnommen; die Spannung beträgt 12 V, der Energieverbrauch 40 W. Wie aus Abb. 7 ersichtlich, ist das Planetengehäuse *a* mit dem Schwungrad durch eine Mehrscheiben-Metallkuppelung verbunden, um beim Einschalten eines Ganges das plötzliche Fassen der Magnetscheibenkupplung auszugleichen. Die Sonnenräder sind an ihrem hinteren Ende mit aufgeklemmten Naben *h, i, j, k* versehen, an denen die Ringe teils fest, teils beweglich angebracht sind. Die Magnetringe mit ihren Wicklungen *p* für den ersten, zweiten und Rückwärtsgang sind verschiebbar in den Führungsbolzen *q* gelagert und können durch Einstell- und Anschlagschrauben *r* in richtiger Entfernung von den Magnetankern eingestellt werden. Bemerkenswert ist noch, daß beim Schalten auf den zweiten Gang zunächst der Stromkreis des ersten Ganges unterbrochen wird; durch eine besondere Einrichtung des Schalters wird außerdem für einen Augenblick Gegenstrom in die Wicklung des ersten Ganges gegeben, um die Remanenz zu beheben und dann erst die Verbindung mit der Wicklung *p* des zweiten Ganges hergestellt. Das Getriebe hat den Vorzug, daß sämtliche Zahnräder stets im Eingriff bleiben und zum Schalten der einzelnen Gänge, abgesehen vom Anfahren, keine Betätigung einer mechanischen Kuppelung erforderlich ist, so daß das Schalten vollkommen geräuschlos vor sich geht. Da das Schalten bei unverminderter Drehzahl des Motors erfolgt, wird auch eine höhere Anfahrbeschleunigung erreicht. Jederzeit kann Freilauf des Motors durch Ausschalten hergestellt, anderseits aber augenblicklich jeder gewünschte Gang ohne Anstrengung und ohne Kuppelungsbetätigung wieder eingerückt werden, was die Wirtschaftlichkeit des Betriebes günstig beeinflußt.

III. Apparate.

Der Apparatebau zeigte wenig Neues. Die Treppen-Selbstschalter der Monopol-Handels-G. m. b. H., Berlin, besitzen auswechselbare Spulen. Diese Eigenschaft ist besonders für Umschaltgebiete erwünscht. — Will man Nebenuhren mit einem größeren Durchmesser als 2 m ohne Schutzglas frei gehen lassen, so müssen die Zeiger wegen der atmosphärischen Einflüsse viel stärker und schwerer ausgeführt werden als gewöhnliche Nebenuhrenzeiger. Man ist dann genötigt, ein mechanisches Turmuhrwerk aufzustellen und dieses mit einem Auslösewerk zu versehen, wenn es an eine Uhrenanlage angeschlossen werden soll. Um das Turmuhrwerk zu umgehen, hat die Normalzeit G. m. b. H., Leipzig, ein Zeigerlaufwerk konstruiert, das aus einem einfachen Laufwerk mit elektrischem selbsttätigem Gewichtsaufzug besteht. Der Aufzug erfolgt durch einen eingebauten Motor, der das Antriebsgewicht stündlich aufzieht. Eine mehrstündige Gangreserve verhindert das Stehenbleiben des Laufwerks beim Ausbleiben des Stromes. Es sind elektrische Auslösevorrichtung, Alarm- und Sicherheitskontakt sowie zwei Kontrollzifferblätter vorgesehen, von denen das eine zur Kontrolle des elektrischen, das andere zur Kontrolle des mechanischen Teils dient; beide Zifferblätter müssen die gleiche mit den übrigen Uhren übereinstimmende Zeit anzeigen. — Der von der Firma H. Onken hergestellte Gasanzünder[2] hat einen Metallkopf erhalten; außerdem sind die Leitungen an der Einführungsstelle von Zug entlastet und gegen Verdrehung gesichert worden.

Wie elektrische Apparate an allen möglichen Arbeitsmaschinen mit Vorteil angebracht werden können, zeigt folgendes Beispiel. In der Papierfabrikation ist ein dringendes Bedürfnis nach einer zuverlässigen Sieb- und Filzlaufsteuerung vorhanden. Der Regler muß seine Funktion feinfühlend ausüben, ohne das Sieb oder den Filz zu beschädigen, muß die Regeltätigkeit sofort aufnehmen und nach erfolgter Regelung die Regelwalze in die Anfangsstellung zurückführen. Nach diesen Gesichtspunkten ist der elektrische Sieb- und Filzlaufregler, System Schubert, der Firma Rudolf Knote, Leipzig-Großzschocher, gebaut, der nicht nur den Sieb- und Filzmittellauf regelt, sondern je nach Einstellung der Regelwalze in der Mittellage das zu regelnde Sieb oder den Filz in eine periodisch pendelnde Bewegung nach rechts und nach links bringt, wie es auf der Messe beobachtet werden konnte. Dadurch wird das Einschleifen der Siebkettenfäden in den Saugerbelag vermieden und der Siebverschleiß wesentlich verringert. Die Tätigkeit des Reglers wird in erster Linie durch zwei unterhalb der Ränder des Siebes oder des Filzes angeordnete konische Schaltrollen (Abb. 8) beeinflußt. Wenn das Sieb



l Leitung des Hilfstromkreises *r* Schaltrolle *w* Leitwalze

Abb. 8. Elektrische Sieb- und Filzlaufregelung.

oder der Filz aus dem Mittellauf abweichen, laufen sie mit dem einen oder anderen Rand auf den konischen Teil des Schaltapparates auf und nehmen ihn in der Laufrichtung mit, so daß eine Drehbewegung entsteht. Hierdurch schließt sich ein im Inneren des Schaltapparates angebrachter Kontakt und somit der Hilfstromkreis zu den Schaltschützen des Reglers. Je nachdem die eine oder die andere Rolle Kontakt gibt, erfolgt Vorwärts- oder Rückwärtslauf des Motors und dadurch die Verstellung der Regelungspindel, welche die Lage des Filzes oder Siebes einstellt. Damit das Sieb nach dem Heruntergleiten von der Schaltrolle nicht mit großer Geschwindigkeit nach der anderen Seite läuft, so daß es nicht schnell genug zurückgeregelt werden kann, besitzt der Regler noch eine selbsttätige Rücklaufeinrichtung, welche die mit dem Motor verbundene Regelungsspindel, unmittelbar nachdem das Sieb die Schaltrolle verlassen hat, wieder in die Mittelstellung zurückbringt.

(Schluß folgt.)

[2] Vgl. ETZ 1925, S. 1883.

Die Arbeiten des Ausschusses für Schaltbilder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker[1].

Von W. Heym, Obering. des VDE.

Übersicht. Die nachstehenden Ausführungen sollen der Einführung der von dem Ausschuß für Schaltbilder des VDE geschaffenen Normen dienen. Neben einer geschichtlichen Schilderung der Durchführung dieser Arbeiten ist auch die Angleichung der deutschen Normen an die Arbeiten der IEC behandelt und besonders hervorgehoben, inwieweit und aus welchen Gründen bewußt Abweichungen von den IEC-Festlegungen beibehalten wurden.

In dem Abschnitt „Betriebsvorschriften" der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" des VDE findet sich seit Jahrzehnten die Forderung, daß in jedem Betriebe eine „schematische Darstellung" vorhanden sein muß, die zu enthalten hat:

I. Stromarten und Spannungen,
II. Anzahl, Art und Stromstärke der Stromerzeuger, Transformatoren und Akkumulatoren,
III. Art der Abschaltung und Sicherung der einzelnen Teile der Anlage,
IV. Angabe der Leitungsquerschnitte,
V. die notwendigen Angaben über Stromverbraucher.

Nummer VDE	IEC	Schaltzeichen	Benennung
201	1	—	Gleichstrom
205	4a	3∿50	Dreiphasen-Wechselstrom mit Frequenz
219	15		Nullpunkt-Klemme allgemein

Abb. 1. Auszug aus DIN VDE 710.

Nummer VDE	IEC	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
313	(201b)			Leitung aus 3 Leitern allgemein oder Freileitung bzw. unterirdisch **Bemerkung:** Falls erwünscht, ist anzugeben: die Stromart und die Spannung in Volt über dem Leitungstrich, Zahl und Querschnitte der Leiter in mm² und die Länge der Leitung in km unter dem Leitungstrich, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen
318	—	— 2·220 / 50+25+50	— 2·220 / 50+25+50	Leitung für 2×220 V Gleichstrom, bestehend aus 3 Leitern zu 50 + 25 + 50 mm²
323	120			Freileitung an Holzmasten
324	122			Freileitung an Eisenmasten
325	125			Freileitung an eisernen Gittermasten
326	123			Freileitung an Eisenbetonmasten
327	125			Freileitung auf Stützpunkt mit Zuganker
328	126			Freileitung auf Stützpunkt mit Strebe

Abb. 2. Auszug aus DIN VDE 711.

Nummer VDE	IEC	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
402	—			Querstriche zur Kennzeichnung von 1poligen, 2poligen oder 3poligen Schaltgeräten
406	—	a b	wie Schaltzeichen	Besondere Zeichen für Selbstauslösung: *a* durch Hilfstrom, *b* durch Nullspannung
407	—	a b	wie Schaltzeichen	Besondere Zeichen für Auslösung: *a* durch Überstrom, *b* durch Nullstrom
408	—		wie Schaltzeichen	Besonderes Zeichen für Auslösung durch Überstrom—Rückstrom
409	—		wie Schaltzeichen	Besonderes Zeichen für Fernschalter: Ein- und Ausschalten durch Hilfstrom

Abb. 3. Auszug aus DIN VDE 712.

Die Vorschriften haben daher einen Anhang, der zu den geforderten „schematischen Darstellungen" folgende Ausführungsanweisungen gibt:

1. Für die schematischen Darstellungen und etwa anzufertigende Pläne sollen die in den Normblättern DIN VDE 710 bis 717 festgelegten Schaltzeichen und Schaltbilder verwendet werden. Das Muster eines Schaltplanes zeigt das Normblatt DIN VDE 719.
   Außerdem ist das Normblatt DIN VDE 705 „Kennfarben für blanke Leitungen in Starkstrom-Schaltanlagen" zu beachten.

2. In den schematischen Darstellungen sollen die Angaben über Stromverbraucher soweit eingetragen werden, als sie zur sicherheitstechnischen Beurteilung der einzelnen Teile der Anlage erforderlich sind. Im allgemeinen wird es genügen, wenn die schematischen Darstellungen bis zu den letzten Verteilungssicherungen durchgeführt und die Quer-

[1] Der Aufsatz erscheint in der Sonderdruckreihe des VDE.



schnitte der einzelnen Abzweigleitungen sowie die Zahl und die Art der an diese angeschlossenen Stromverbraucher angegeben werden; bei Glühlicht - Stromkreisen genügt im allgemeinen die angenäherte Angabe der Lampenzahl.

3. Mehrpolige Leitungen und Apparate können im allgemeinen einpolig gezeichnet werden; in diesem Falle ist die Pol- oder Leiterzahl durch eine entsprechende Zahl von senkrecht zum Hauptleitungzug angeordneten Querstrichen kenntlich zu machen.

4. Wenn in den schematischen Darstellungen oder Plänen auf die Eigenart einzelner Räume hingewiesen werden soll, genügt die Eintragung der Nummer des für die Räume maßgebenden Paragraphen der Errichtungsvorschriften, z. B. „§ 35" bedeutet „Explosionsgefährlicher Raum".

Für die Erfüllung dieser Bestimmungen waren in dem genannten Anhang verschiedene Schaltzeichen festgelegt, die aber sehr unzureichend waren und nicht mehr den neueren Ausführungen der wiederzugebenden Anlagenteile entsprachen. Hinzukam, daß nicht nur das Starkstrom-, sondern auch das Fernmeldegebiet in fortschreitendem Maße einheitliche Festlegungen für größere Anlagenpläne und Stromlaufbilder benötigte. Die Bedürfnisse der Praxis steuerten also auf die nun durch den **Ausschuß für Schaltbilder** erfolgreich erledigte Arbeit hin.

Die ersten vollkommeneren Arbeiten sind aus der **Kommission für Fernmeldetechnik** hervorgegangen, die sich gleich nach Beendigung des Weltkrieges durch einen Unterausschuß der Aufgabe unterzog, für eine Verwendung bei den zu Fernmeldeanlagen benötigten, z. T. überaus eingehenden Stromlaufbildern einheitliche **Bildzeichen** der Fernmeldetechnik zu schaffen. Das Ergebnis dieser Arbeiten ist das in ETZ 1923, S. 968 bis 972, im Ent-

Nummer VDE	Nummer IEC	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung	
502	—		wie Schaltzeichen	Anlasser *a* für Reihenschlußmotoren, *b* für Nebenschlußmotoren	Schaltrichtung rechts oder links, hier von rechts nach links wiedergegeben
505	—		wie Schaltzeichen	Anlasser für Drehstrommotoren	
507	—		wie Schaltzeichen	Sterndreieckschalter	
509	—		wie Schaltzeichen	Nebenschlußregler, Erregerregler, mit Kurzschlußkontakt	Schaltrichtung rechts oder links, hier von rechts nach links wiedergegeben
516	(308)			Ölschalter	
517	—			Schalter in Gußeisen gekapselt	
519	(312)			Umschalter für 2 Wege mit Unterbrechung	
521	315			Umschalter für 2 Wege ohne Unterbrechung	
524	322			Trennschalter mit Drehpunkt, einfache Unterbrechung	
527	(328a)			Sicherung, allgemein	
528	—			Streifensicherung	
530	(331)			Schraubsicherung	
535	(333a)			Funkenstrecke als Überspannungschutz	
539	—		wie Schaltzeichen	Durchschlagsicherung	

Abb. 4a. Auszug aus DIN VDE 713.

wurf veröffentlichte Normblatt DIN VDE 700 „Bildzeichen für Schaltungzeichnungen zu Fernmeldeanlagen", das nach der Freigabe des Rundfunkes noch durch die für das Funkwesen in Frage kommenden Bildzeichen in seiner zweiten Ausgabe vom X. 1925 erweitert wurde.

Nummer VDE	Nummer IEC	Schaltzeichen	Schaltbild	Benennung
542	(205)		wie Schaltzeichen	Erdung
543	206		wie Schaltzeichen	Erdung über Kapazität
546	(604)		wie Schaltzeichen	Akkumulatorenbatterie, allgemein
550	(606)		wie Schaltzeichen	Doppelzellenschalter
553	(724) (725) (725a)		wie Schaltzeichen	Steckvorrichtung

Abb. 4b. Auszug aus DIN VDE 713.

Diese erfolgreiche Arbeit der Fernmeldegruppe veranlaßte den Vorstand des VDE, im Jahre 1921 einen auch das Starkstromgebiet umfassenden, besonderen Ausschuß für Schaltbilder einzusetzen, dem der bisherige Unterausschuß der Fernmeldegruppe organisch angegliedert wurde. Dieser Ausschuß für Schaltbilder, der seit seiner Einsetzung bis Ende Januar d. J. unter der Führung des um die Arbeiten hochverdienten, verstorbenen Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Rößler gestanden hat, hat seine Arbeiten jetzt soweit abgeschlossen, daß nunmehr die Zeit für eine praktische Anwendung der Festlegungen gekommen ist, die jedoch erst nach einer ausführlicheren Betrachtung dieser Arbeiten erwartet werden kann.

Während ein Gegenstück zu dem alle Anwendungsgebiete der neuzeitlichen Fernmeldung restlos umfassenden Normblatt DIN VDE 700 noch von keinem anderen Industrielande geschaffen wurde, war bei den Arbeiten für die Starkstromgruppe auf wesensgleiche Arbeiten anderer Länder Rücksicht zu nehmen. Die Verbindung mit der für die internationale Zusammenarbeit gegründeten Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC), die durch den Weltkrieg unterbrochen war, bestand zur Zeit der Einsetzung des Ausschusses für Schaltbilder noch nicht wieder. So mußte der Ausschuß für Schaltbilder seine Arbeiten beginnen, ohne von vornherein auf die gleichlaufenden Arbeiten der IEC achten und seine Arbeiten im Interesse einer internationalen Verständigung den IEC-Festlegungen weitestmöglich anpassen zu können. Diese Abstimmung ist unter teilweise grundlegender Abänderung der bisherigen Arbeiten sofort nach Wiederherstellung der Verbindungen mit der IEC erfolgt.

Einer Rücksichtnahme auf IEC-Festlegungen war die Fernmeldegruppe enthoben, da die IEC erst jetzt nach Abschluß der Arbeiten für die Starkstromgruppe die Bearbeitung des Fernmeldewesens aufgenommen hat. So besteht denn auch die Hoffnung, daß das abgeschlossene deutsche Normblatt DIN VDE 700 als wichtige Beratungsunterlage für die IEC dienen und das Ziel der internationalen Verständigung nicht durch allzu umfangreiche Abänderungen von DIN VDE 700 erkauft werden dürfte.

Das Streben nach einer internationalen Verständigung und der hierdurch bedingten weitestgehenden Anpassung an die IEC-Festlegungen erklärt die im Vergleich zu den Arbeiten der Fernmeldegruppe zeitlich verzögerte Fertigstellung der Starkstromarbeiten; erst nachdem jetzt die endgültigen IEC-Arbeiten vorliegen, konnten die deutschen Normblätter mit Ausnahme der noch in der Durchberatung befindlichen Teilarbeiten für Bahnanlagen in einer an die IEC-Arbeiten eng angeschlossenen Neuausgabe aufgelegt werden.

Eine grundsätzliche Abweichung zwischen den Fernmelde- und den Starkstromarbeiten liegt darin, daß für die Fernmeldegruppe nur eine Ausführungsform, das Bildzeichen, geschaffen wurde, während bei den Starkstromarbeiten zwischen Schaltzeichen und Schaltbildern unterschieden ist. Dieser Unterschied ist begrifflich folgendermaßen festgelegt:

1. Schaltzeichen sind die kürzere Darstellung, die in Schaltplänen zur Verwendung gelangen müssen. Sie sind in den Normblättern in einpoliger und in mehrpoliger Ausführungsform festgelegt;
2. Schaltbilder dienen für eingehendere Darstellungen, wenn eine größere Übersichtlichkeit der Schaltpläne erforderlich ist.

Nummer VDE	Nummer IEC	Schaltzeichen einpolig	Schaltzeichen mehrpolig	Schaltbild	Benennung
601	401				Transformatoren mit getrennten Wicklungen
619	402	60 000 6000 50 C_2 15 000	60 000 6000 50 C_2 15 000	60 000 6000 50 C_2 15 000	Drehstrom-Transformator Schaltgruppe C_2 6000 kVA 50 Hz 60 000/15 000 V
620	404				Drehtransformator.

Abb. 5. Auszug aus DIN VDE 714.

Dieses heißt mit anderen Worten, daß für die Fernmeldegruppe die, wenn auch an sich bereits ausführlichere Form des Bildzeichens als ausreichend erachtet werden konnte, daß dagegen die Starkstromgruppe die einfachere — einpolig oder mehrpolig zu verwendende —

Form des Schaltzeichens und daneben die ausführlichere Form des Schaltbildes benötigte. Diese Zweiteilung findet sich übrigens auch bei den Starkstromarbeiten der IEC.

Von einem grundsätzlichen Irrtum muß man sich bei der Verwendung dieser Festlegung freihalten, dem viel-

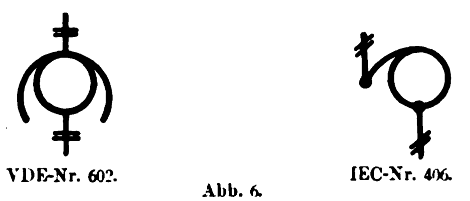


Abb. 6.

fach bereits begegnet wurde, nämlich die Festlegungen als auf alle in der Praxis auftretenden Bedürfnisse zugeschnitten ansehen zu wollen. Eine derartig erschöpfende Arbeit würde von vornherein zum Scheitern verurteilt gewesen sein; sie ist daher auch von dem Ausschuß für Schaltbilder nie ernstlich in Erwägung gezogen worden. Alle Beteiligten waren sich vielmehr von Anfang an völlig darüber im klaren, daß die Festlegungen nur bestimmte „Grundformen" sein können, deren Vervollständigung für bestimmte Zwecke dem Benutzer durch „Zusammentragen verschiedener Grundformen" oder „Anfügen kennzeichnender Sondermerkmale" überlassen bleiben muß. Auch wird aus pädagogischen Gründen häufig bei der Wiedergabe von Maschinen und Apparaten über die in den Normblättern festgelegten Schaltzeichen und Schaltbilder hinausgegangen werden müssen.

Ferner sei noch darauf hingewiesen, daß sich die Schaltzeichen und Schaltbilder auch nicht für die Anfertigung von Werkstatt-Schaltungsbildern eignen, da es bei diesen erforderlich ist, die Bauart des Apparates in dem Schaltungsbild genau zu kennzeichnen. Man wird daher bei solchen Werkstatt-Schaltungsbildern stets eine ausführlichere Form als sie die Schaltzeichen und Schaltbilder der hier behandelten DIN VDE-Normblätter bieten, verwenden müssen.

Um nun auch rein äußerlich die Angleichung der deutschen Festlegungen an die IEC-Arbeiten hervorzuheben, ist in den neuesten Ausgaben der deutschen Normblätter die Nummernspalte unterteilt, so daß in der linken Hälfte die fortlaufende VDE- und in der rechts anschließenden Hälfte die entsprechende IEC-Nummer verzeichnet ist. Hierbei ist noch als weitere Angleichung vorgesehen, daß bei völliger Übereinstimmung beide Nummern offen, bei nur teilweiser Übereinstimmung aber die IEC-Nummer in Klammern eingetragen ist. In den zahlreichen Fällen, in denen die deutschen Arbeiten über die der IEC hinausgehen, so daß also die IEC keine der deutschen entsprechende Nummer aufzuweisen hat, ist in der für die IEC-Nummern vorgesehenen Spaltenhälfte ein wagerechter Strich gesetzt.

Nummer VDE	Nummer IEC	Schaltzeichen einpolig	Schaltzeichen mehrpolig	Benennung	
701	501			Generator, allgemein	
706	502			Nebenschluß-Gleichstrom-Generator bzw. -Motor	Der Motor wird gekennzeichnet durch M
716	(513)			Synchron-Generator, 3 phasig	
718	(514)			Synchron-Generator, 3 phasig, in Stern geschaltet	
722	(516a)			Asynchron-Motor, 3 phasig, mit Schleifringläufer	
725	518			Synchron-Generator mit angebauter Erregermaschine	
727	(519)			Drehstrom-Gleichstrom-Einanker-Umformer, 3 phasig	
730	(601a)			Gleichrichter, 3 phasig	

Abb. 7. Auszug aus DIN VDE 715.

Ein weiteres äußeres Kennzeichen der Abstimmung auf die IEC-Arbeiten ist die unten noch eingehender zu behandelnde Einteilung und Aufeinanderfolge der deutschen Normblätter nach den von der IEC für ihre Zusammenstellung gewählten Sektionen. Erwähnt sei hierbei, daß es der Ausschuß für Schaltbilder in einigen Fällen sachlich für richtiger gehalten hat, einzelne Teilgebiete entgegen der IEC-Anordnung anderen Untergruppen zuzuordnen, z. B. die Meßwandler nicht den Transformatoren, sondern den Meßgeräten.

Um für alle Normblätter geltende allgemeine Bemerkungen nicht jedesmal wiederholen zu müssen, sind diese bei den einzeln herausgegebenen Normblättern in das erste Normblatt dieser Reihe DIN VDE 710 aufgenommen. Das alle Normblätter zusammenfassende Din-Taschenbuch 2 enthält diese Bemerkungen am Kopfe des ersten Normblattes DIN VDE 710. Außerdem finden sich die Bemerkungen noch an dem Fuße des Schaltplan-Normblattes DIN VDE 719. Diese Bemerkungen legen fest, daß:

1. Linienstärken nach der allgemeinen Norm DIN 15 zu wählen sind;
2. Verbindungsklemmen nicht gezeichnet werden müssen. Wenn Wert auf Angabe der Klemmen gelegt wird, so können sie durch Punkt oder Kreis gekennzeichnet werden. Die Art der Verbindung (Löt-, Schraubverbindung oder dgl.) wird nicht zum Ausdruck gebracht;
3. Schaltzeichen und Schaltbilder um 90° nach rechts oder links oder um 180° gegen die in den Normblättern dargestellte Lage gedreht werden können, sofern nicht die Lage als solche für die Darstellung von Bedeutung ist.

Die unter 1. genannte Bemerkung bedarf keiner Begründung. Zu der Bemerkung unter 2. ist zu sagen, daß hier der Ausschuß für Schaltbilder dem Benutzer freie Hand lassen will, zumal man in bestimmten Fällen auf die Klemmenandeutung nicht wird verzichten können. Die IEC hat übrigens die Klemmenandeutung bei ihren Festlegungen auch nicht völlig gleichmäßig durchgeführt. Die Zulassung einer um 90° bzw. 180° gedrehten Lage gemäß 3. ist mit Rücksicht auf die mitunter wünschenswerte erhöhte Übersichtlichkeit der Schaltpläne zugelassen.

Im Gegensatz zu DIN VDE 700 ist aus Raumersparnis seinerzeit von einer Veröffentlichung der Entwürfe der Starkstromblätter abgesehen worden. Die seit der Fertig-

stellung und Herausgabe dieser Normblätter gesammelten Erfahrungen haben jedoch gezeigt, daß zur Einführung der Festlegungen in der Praxis auf jegliche Veröffentlichung an dieser Stelle nicht verzichtet werden kann. Aus den Blättern werden daher nachstehend Auszüge in der Fassung wiedergegeben, die ihnen nach dem inzwischen erfolgten Abschluß der IEC-Arbeiten in ihrer neuesten Ausgabe gegeben ist. Diese Auszüge sind aus den neuesten Ausgaben des Vorschriftenbuches herausgelassen, dafür aber in den Sonderdruck der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" aufgenommen.

Nummer VDE	Nummer IEC	Schaltzeichen einpolig	Schaltzeichen mehrpolig	Schaltbild	Benennung
1. Anzeigende Meßgeräte.					
802	(702)				Spannungsmesser
804	(704)				Strommesser
805	(705)				Wirkleistungsmesser a) allgemein
807	—				c) Drehstrom gleich belastet
808	—				d) Drehstrom ungleich belastet
810	(706)				Leistungsfaktormesser
813	(707)				Frequenzmesser
814	(708)				Stromrichtungzeiger
815	(709)				Isolationsmesser
2. Schreibende Meßgeräte, Zähler, Meßwandler und Relais.					
817	711				Schreibendes Meßgerät, allgemein
819	713				Zähler, allgemein
825	718				Wattstundenzähler für Vierleiter-Drehstrom
826	719				Nebenwiderstand zu Strommessern
827	(403)				Stromwandler
831	—				Spannungswandler
832	—				Leistungsmesser für Drehstrom ungleich belastet mit Strom- und Spannungswandler
833	—				Relais, allgemein
834	—				Schließendes Stromrelais
835	—				Öffnendes Leistungsrelais für Drehstrom ungleich belastet mit Nulleiter
836	—				Umschaltendes Frequenzrelais
837	—				Überstrom - Zeitrelais, abhängig
838	—				Überstrom-Zeitrelais begrenzt abhängig
839	—				Überstrom-Zeitrelais unabhängig

Haben mehrere Instrumente (Zeigerinstrumente, Zähler, Relais) gemeinsame Strom- und Spannungswandler, so wird dieses im einpoligen Schaltplan bei der betreffenden Apparatgruppe vermerkt, z. B. bedeutet ein Kreis, der die Buchstaben *A*, *V* und *W* enthält und mit den einpoligen Schaltzeichen für einen Strom- und einen Spannungswandler versehen ist, eine Meßeinrichtung, bei der ein Strom-, ein Spannungs- und ein Leistungsmesser an einen gemeinsamen Strom- und an einen gemeinsamen Spannungswandler angeschlossen sind.

Abb. 8. Auszug aus DIN VDE 716.

Alle Normblätter tragen die einheitliche Aufschrift „Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen".

Das erste Normblatt dieser Reihe ist DIN VDE 710 „Stromsysteme und Schaltarten" (Abb. 1).

Bei diesem Normblatt ist als grundsätzliche Abweichung von den IEC-Festlegungen die Kennzeichnung der Zickzack-Schaltung zu nennen. Die IEC hat in gleicher Weise wie bei der Dreieck- und der Sternschaltung den großen Buchstaben Z gewählt. Der Ausschuß für Schaltbilder hielt aber die Ausführung nach VDE-Nummer 213, die in der deutschen Praxis seit langem eingeführt ist, für richtiger.

Sodann folgt DIN VDE 711 „Verteilungs- und Leitungspläne" (Abb. 2).

Während die IEC bei ihren den VDE-Nummern 301 bis 308 entsprechenden Festlegungen nur Vierecke verwendet hat, hielt es der Ausschuß für Schaltbilder für sinnfälliger, durch aufgesetzte Dreiecke die Dächer anzudeuten und so die Zeichen erst einwandfrei als Gebäude erkennbar zu machen.

Ferner wurde die zahlenmäßige Angabe der Leistungen und Spannungen und durch eingeschriebene Buchstaben die Art der Station (*G* = Generatorenstation, *M* = Motorenstation usw.) hinzugefügt. Eine wesentliche Abweichung gegenüber den IEC-Festlegungen besteht noch in der Kennzeichnung der Zahl der abgehenden Leitungen bei den VDE-Nummern 311 bis 322. Der Ausschuß für Schaltbilder hat die in Deutschland allgemein eingeführte Andeutung der abgehenden Leitungen durch zur Hauptleitungsrichtung senkrechte Querstriche gewählt, die IEC hierfür aber schräge Querstriche mit der

Begründung festgesetzt, daß senkrechte Querstriche die von dem Ausschuß für Schaltbilder als entbehrlich erachtete und bereits durch die Zahlenangaben in den VDE-Nummern 317 und 318 als hinreichend gekennzeichnete Polzahl andeuteten.

An dritter Stelle kommt das Normblatt DIN VDE 712 „Apparate, Maschinen und Meßgeräte. Allgemeines" (Abb. 3).

Entgegen den IEC-Festlegungen hat der Ausschuß für Schaltbilder in den VDE-Nummern 414 bis 416 feste und eindeutige Unterscheidungen für die einzelnen Widerstandsarten geschaffen.

Das vierte Normblatt ist DIN VDE 713 „Verbindungs-, Unterbrechungs- und Sicherheitsapparate" (Abb. 4 a u. b).

Die ursprünglich vom Ausschuß für Schaltbilder gewählte Ausführung der VDE-Nummern 527 bis 534 als Rechtecke mit abgerundeten Kanten der Schmalseiten wurde im Verlauf der Arbeiten auf Grund späterer Umstellung der IEC-Festlegungen in Rechtecke mit scharfkantigen Schmalseiten umgeändert. Hierfür war außerdem auch die leichtere zeichnerische Ausführung bestimmend. Als die IEC jetzt bei ihren endgültigen Zeichen wieder zu den abgerundeten Schmalseiten zurückgekehrt war, sah der Ausschuß für Schaltbilder keinen Anlaß, diese erneute Umstellung mitzumachen.

Entgegen der IEC sind diesem Normblatt die Festlegungen für Batterien, die die IEC bei Maschinen und Umformern behandelt, sowie die bei der IEC unter Meßgeräten gebrachten Umschalter und Steckvorrichtungen für Meßanlagen zugewiesen.

Besonders erwähnenswert ist bei diesem Normblatt die erst nach langen Verhandlungen mit der IEC herbeigeführte Einigung über die Polbezeichnung bei Batterien. Während in Deutschland seit den Uranfängen der Elektrizitätsanwendung überwiegend der kurze dicke Strich den Pluspol und der lange dünne Strich den Minuspol bedeuten, legte die IEC in ihrer Tagung in New York im April 1926 auf Grund von Erhebungen durch amerikanische Fachleute die umgekehrte Polbezeichnung fest. Dem Einwände des Deutschen Kommittees der IEC ist jetzt insoweit stattgegeben, als die in Deutschland übliche Polbezeichnung neben der neuen beibehalten werden kann, wenn zu der deutschen Bezeichnungsart die Vorzeichen hinzugesetzt werden. Dieses ist bei den VDE-Nummern 545 bis 550 in DIN VDE 713 geschehen.

Das Normblatt DIN VDE 714 behandelt „Transformatoren" (Abb. 5).

Hier ist mit Rücksicht auf die Arbeiten der „Kommission für Maschinen und Transformatoren" eine Bemerkung folgenden Inhaltes hinzugefügt:

„Die Schaltart wird durch die in die entsprechenden Kreise einzusetzenden allgemeinen Schaltzeichen in der nach den R. E. T. festgelegten Lage angegeben. Die Schaltgruppe nach R. E. T. wird rechts neben der Mitte des Schaltzeichens oder Schaltbildes eingetragen."

Die eingeschriebenen Zahlen bedeuten:
„links = Leistung in kVA,
in der Mitte = Frequenz (kann fortbleiben, wenn in dem betreffenden Schaltplan die Frequenz der Anlage besonders angegeben ist),
rechts oben und unten = Spannungen in V."

Die Meßwandler sind entgegen der IEC-Anordnung in das später zu behandelnde Normblatt DIN VDE 716 übernommen. Bei der VDE-Nummer 602 ist aus zeichnerischen Gründen die aus der vorstehenden Gegenüberstellung (Abb. 6) ersichtliche Abweichung von der entsprechenden IEC-Nummer 406 gewählt worden.

„Maschinen und Umformer" bringt das Normblatt DIN VDE 715 (Abb. 7).

Die grundsätzliche Abweichung von den IEC-Festlegungen ist durch die in die Neuausgabe dieses Normblattes aufgenommene Bemerkung:

„Die gegenseitige Lage der Wicklungen soll grundsätzlich der räumlichen Anordnung in den Maschinen entsprechen"

gekennzeichnet. Die Verwendung der Zickzacklinie für die Maschinenwicklungen bildet keine Abweichung von der IEC, da diese sowohl die Kringel- als auch die Zickzacklinie zugelassen hat. Für die deutsche Festlegung waren die oben bei dem Normblatt DIN VDE 712 zu den VDE-Nummern 414 bis 416 gegebenen Ausführungen entscheidend.

Wendepolwicklungen von Gleichstrommaschinen werden im allgemeinen nicht angegeben, da sie nur die innere Bauart der Maschinen betreffen. Sollen sie aus irgendeinem Grunde angegeben werden, so muß ihre Achse senkrecht zur Achse der Feldwicklungen gelegt werden, damit auch hier die Darstellung der räumlichen Anordnung der Wicklungen in den Maschinen entspricht.

Anschließend kommt das Normblatt DIN VDE 716 „Meßgeräte" (Abb. 8).

Zu diesem Normblatt wäre besonders zu erwähnen, daß seine Festlegungen weit über die für dieses Teilgebiet sehr geringen IEC-Arbeiten hinausgehen.

Nummer VDE	Nummer IEC	Schaltzeichen	Benennung
901	—		Lampe beliebiger Art, allgemein
902	—		Bewegliche Lampe
903	—		Lampenträger mit Lampenzahl
905	—		Ausschalter (Kleinschalter), 1 polig
906	—		Ausschalter (Kleinschalter), 2 polig
907	—		Umschalter (Kleinumschalter) mit zwei Stellungen, 1 polig
908	—		Umschalter (Kleinumschalter) mit zwei Stellungen, 2 polig
909	—		Steckdose
910	—	(g) (r) (o) (k) (b) (bo)	Leitungsverlegung auf Isolierglocken auf Rollen in Rohren in Kabeln in Bleimantelleitung in Rohrdraht oder kabelähnlichen Leitungen
911	—		Von oben kommende oder nach oben führende Leitung mit Energieführung nach oben
			mit Energieführung von oben
912	—		Von unten kommende oder nach unten führende Leitung mit Energieführung nach unten
			mit Energieführung von unten

Abb. 9. Auszug aus DIN VDE 717.

Die bisher behandelten Normblätter DIN VDE 710 bis 716 entsprechen also den durch die IEC bisher behandelten Teilgebieten, während das Gegenstück zu den IEC-Festlegungen für Bahnanlagen noch in der Ausarbeitung steht, anderseits die IEC erst jetzt in die Schaffung eines Gegenstückes zu dem deutschen Normblatt DIN VDE 700 eingetreten ist.

Der Ausschuß für Schaltbilder hat aber seine Arbeiten noch über die von der IEC für Starkstromanlagen geschaffenen Festlegungen hinaus ausgedehnt.

An erster Stelle wäre hierzu zu nennen das Normblatt DIN VDE 717 „Innen-Installationen" (Abb. 9).

Die mit diesem Normblatt gegebenen Ausführungen sind jedem Fachmann, der sich mit der Anfertigung von Abnahmeplänen für den Anschluß von Hausanlagen an

Elektrizitätswerke beschäftigt hat, geläufig. Die IEC hat übrigens die Absicht, auch noch ein Gegenstück zu diesem deutschen Normblatt zu schaffen.

Schaltzeichen und Schaltbilder nach den Normblättern DIN VDE 710 bis 717" sein (Abb. 10).

Abb. 10. Schaltplan nach DIN VDE 719.

Der in dem Normblatt DIN VDE 719 behandelte „Schaltplan" soll, wie die Aufschrift des Normblattes erkennen läßt, ein „Beispiel für die Anwendung der

Dieser Schaltplan ist nach den Betriebsvorschriften für jede elektrische Anlage — mit Ausnahme der Hausinstallationen — vorgeschrieben. Die teilweise Abände-

rung bzw. Neufestlegung von Schaltzeichen und Schaltbildern erforderte auch eine entsprechende Umänderung der früher in dem Anhang zu den „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" gebrachten Ausführung des Schaltplanes.

Dieser Schaltplan gibt in der neuen Ausgabe neben der allgemeinen Übersicht über die Anwendung der Schaltzeichen und Schaltbilder eine augenfällige Aufklärung darüber, in welchen Fällen die einpolige und in welchen die zweipolige Ausführung zu verwenden ist. Hier sind es die Batterie im oberen rechten Teile und der Aufzugsantrieb im mittleren unteren Teile des Normblattes, bei denen zur Erhöhung der Sinnfälligkeit von der für den übrigen Plan gewählten einpoligen Ausführung zu der zweipoligen übergegangen ist. Für derartige Fälle hat das Normblatt folgende Fußnote erhalten:

„Der Schaltplan ist einpolig durchgeführt, doch ist an Stellen, an denen es aus Gründen der Deutlichkeit zweckmäßig erschien, die mehrpolige Darstellung gewählt."

Außerdem hatte sich gegenüber der ersten Ausgabe dieses Normblattes noch eine grundsätzliche Bemerkung über die Stelle, an die die Sicherungen gesetzt werden sollen, als erwünscht erwiesen; daher ist in das Normblatt eine weitere Fußnote folgenden Inhaltes aufgenommen:

„Da die Sicherungen gleichzeitig als Trennstücke angenommen sind, liegen sie zwischen Sammelschiene und Stromkreisschalter."

Schließlich sei noch eines weiteren Normblattes, das von einem Unterausschuß für Kennfarben geschaffen ist, Erwähnung getan: DIN VDE 705 „Kennfarben für blanke Leitungen in Starkstrom-Schaltanlagen".

Dieses Normblatt legt als Grundfarben fest:

1. bei Gleichstrom: positive Leitung = rot,
   negative Leitung = blau;
2. bei Drehstrom: Phase R = gelb,
   „ S = laubgrün,
   „ T = violett (veil);
3. bei Wechselstrom: Phase R = gelb,
   „ T = violett (veil).

Geerdete Leiter und geerdete Nulleiter sind bei allen Stromarten durch „laubgrüne Querstriche", die in angemessenen Abständen — etwa in je 80 oder 100 cm Entfernung voneinander — anzubringen sind, zu kennzeichnen.

Ungeerdete Nulleiter erhalten gleiche „Querstriche" bei gleichen Entfernungen voneinander, aber in „roter" Farbe.

Nicht strom- und spannungsführende Teile einer Schaltanlage, wie Wände, Gerüste usw., dürfen nur mit Farben gestrichen werden, die sich von den in DIN VDE 705 festgelegten Farben deutlich abheben.

Für Umformer- und Gleichrichteranlagen sind drehstrom- wie gleichstromseitig die für diese Stromarten festgelegten Farben zu verwenden. Sechs- und Mehrphasenbetrieb kann durch aufgemalte Kennbuchstaben gekennzeichnet werden.

In Dreileiteranlagen werden die Außenleiter nach den allgemeinen Bestimmungen rot und blau und der Mittelleiter als Nulleiter gekennzeichnet. Bei anderen Systemen mit Nulleitern ist sinngemäß zu verfahren.

Auch für die durch das Normblatt DIN VDE 705 geregelten Fragen hat die IEC bislang noch keine Festlegungen getroffen. Dagegen ist eine weitere, durch den Unterausschuß für Kennfarben zu regelnde Frage, nämlich die der „Kennfarben für Signallampen in Starkstrom-Schaltanlagen", jetzt durch die IEC aufgenommen worden, so daß Hoffnung besteht, die hier überall noch bestehende Uneinheitlichkeit in absehbarer Zeit beendet zu sehen.

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, hat sich der Ausschuß für Schaltbilder der ihm zugewiesenen Aufgaben mit dankenswerter Sorgfalt und Gründlichkeit entledigt. Den Festlegungen geht es aber wie allen anderen Normen, daß sie sich nur durchsetzen und so zur allgemeinen Beachtung und Einhaltung gelangen können, wenn sie weitesten Fachkreisen bekannt und geläufig werden. Zweck dieser Zeilen ist es, dieses erstrebenswerte Ziel zu einem möglichst nahen Zeitpunkte erreichen zu helfen.

Drahtlose Rangierbefehlsübermittlung (Rangier-Funk).

Von **K. Steinner,** Berlin.

Übersicht. Der Verschiebebetrieb auf großen Güterbahnhöfen wird größtenteils noch durch sichtbare Signale geregelt. Diese Art der Zeichenübermittlung ist bei trübem Wetter und Nebel unsicher und hat schon oft zu Unglücksfällen Veranlassung gegeben. Nachfolgend wird eine Einrichtung beschrieben, mit der die Befehlsübermittlung vom Rangiermeister direkt zum Lokomotivführer drahtlos, entweder durch Morsezeichen oder durch Telephonie mit Lautsprecher, erfolgt und auf diese Weise eine weit höhere Sicherheit als die Verständigung durch sichtbare Signale bietet.

Für die Befehlsübermittlung vom Rangiermeister zum Lokomotivführer auf Verschiebebahnhöfen werden im allgemeinen sichtbare Signale besonderer Bauart verwendet, die durch die Stellung ihres doppelarmigen, parabolisch gekrümmten Signalflügels, der bei Nacht durch eine Lampe erleuchtet ist, die vom Rangiermeister an den Lokomotivführer gegebenen Befehle anzeigen. Bei der häufig großen Entfernung zwischen der am Ende des Zuges befindlichen Lokomotive und dem diese Signale tragenden Mast sind deren Stellungen für den Lokomotivführer, namentlich bei starkem Nebel oder sonst unsichtigem Wetter, schwer, meistens gar nicht zu erkennen. Es hat sich gezeigt, daß selbst die Aufstellung eines zweiten derartigen Signals auf halbem Wege, das stets die gleichen Stellungen wie das Hauptsignal einnimmt, auch nicht genügt, um die Befehlsübermittlung einwandfrei zu erkennen. Dadurch treten vielfach Verzögerungen im Verschiebedienst ein, so daß die Abstellgleise oft in kurzer Zeit mit Güterzügen verstopft sind. Die Reichsbahn hat deshalb schon lange Zeit nach einer betriebsicheren und dabei wirtschaftlich arbeitenden Einrichtung gesucht, mit der der Rangiermeister dem Lokomotivführer hörbare Signale direkt übermitteln kann.

Seit einiger Zeit ist bei der Deutschen Reichsbahn auf den Güterbahnhöfen in Hamm, Erfurt und Halle die drahtlose Rangier-Befehlsübermittlung, ein von der C. Lorenz-Aktiengesellschaft, Berlin-Tempelhof, entwickeltes und mit „Rangier-Funk" bezeichnetes System praktisch erprobt worden. Der Rangier-Funk hat sich dabei gut bewährt, um so mehr, als eine schnellere Abwicklung des Verschiebebetriebes als bei der Benutzung von sichtbaren Signalen erreicht worden ist.

Diese drahtlose Rangier-Befehlsübermittlung geschieht auf folgende Weise: Auf dem Ablaufberg befindet sich da, wo die einzelnen Wagen oder Wagenzüge von dem rangierenden Zug abgestoßen werden, ein Häuschen, ähnlich den Wärterbuden, das also in unmittelbarer Nähe des Rangiermeisters steht. Hier ist eine elektrische Maschine, die Wechselstrom von etwa 900 Hz erzeugt, aufgestellt. Der eine Pol dieser Maschine ist geerdet, während der andere Pol über eine Taste (Abb. 1), durch die ein Stromkreis wie mit einem Schalter geschlossen und geöffnet werden kann, mit dem Anfang einer zwischen mehreren Masten längs der Rangiergleise isoliert verlegten Drahtleitung verbunden ist. Diese Drahtleitung, die wie eine Antenne etwa 1,5 km an den Rangiergleisen in entsprechender Höhe entlang läuft, ist an ihrem Ende geerdet. Bei der Befehlsübermittlung drückt der Rangiermeister auf die vorerwähnte Taste und schließt dadurch den Stromkreis, der durch die ausgespannte Drahtleitung und die Erde gebildet wird. Dabei fließt durch die Drahtleitung ein Wechselstrom, der das Entstehen elektromagnetischer Kraftfelder, die sich in senkrechter Ebene zu dem ausgespannten Draht ausbreiten, hervorruft.

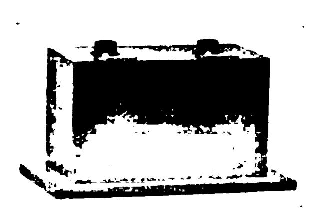


Abb. 1. Zeichengeber-Tasten.

Diese Kraftfelder treffen auf eine kleine Rahmenantenne, die in einfacher Weise mit einem Dorn in die vorhandenen Laternenstutzen der Lokomotive oder des

Tenders eingesetzt ist, und durchdringen die Drahtwindungen der Rahmenantenne. Diese ist mit ihren beiden Wicklungsenden mit einem den Rundfunkgeräten ähnlichen Verstärker (Abb. 2) verbunden, an den ein Lautsprecher besonderer Konstruktion angeschlossen ist. Die von der ausgespannten Drahtleitung ausgehenden und auf die Rahmenantenne einwirkenden elektromagnetischen Kraftfelder erzeugen in dem Rahmen durch Induktion einen schwachen Wechselstrom, der durch den Verstär-

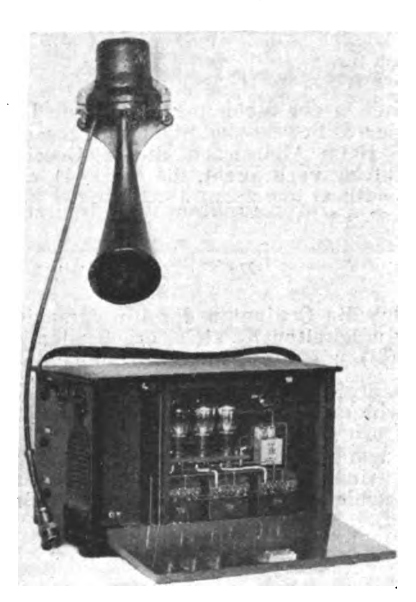


Abb. 2. Verstärkergerät mit Lautsprecher.

ker vielfach verstärkt wird und infolge der Periodenzahl der in dem Befehlshäuschen aufgestellten Wechselstrommaschine den Lautsprecher auf der Lokomotive zum Tönen bringt. Kürzeres oder längeres Drücken der Sendetaste durch den Rangiermeister bewirkt kürzeres oder längeres Tönen des Lautsprechers auf der Lokomotive. Diese hörbaren Signale von großer Lautstärke können nun als beliebig zusammengesetzte Zeichen verschiedener Bedeutung vereinbart werden. Eine bestimmte Zeichenzusammenstellung, ähnlich den bekannten Morsezeichen, bedeutet z. B. „Langsam drücken", „Schnell drücken", „Halt" usw., so daß der Rangiermeister jederzeit in der Lage ist, so, wie es der Betrieb erfordert, dem Lokomotivführer durch bestimmte Zeichenzusammenstellungen die entsprechenden Signale zu übermitteln, durch die das richtige Ablaufen der einzelnen Wagen oder Wagenzüge bestimmt wird.

Im allgemeinen sollen die Befehle vom Rangiermeister zum Lokomotivführer durch Morsezeichen übermittelt werden. Es ergibt sich aber oft auch die Notwendigkeit einer telephonischen Befehlsübermittlung. Auch diese Verständigungsart ist mit dem Rangier-Funk möglich. Zu diesem Zwecke wird über eine zweite, von dem Rangiermeister zu betätigende Taste (Abb. 1) an Stelle der Wechselstrommaschine ein gewöhnliches Starkstrommikrophon (Abb. 3) mit einer Akkumulatorenbatterie geringer Spannung einerseits geerdet und anderseits an die ausgespannte Freileitung angeschlossen. Der Rangiermeister spricht dann nach Drücken der „Mikrophontaste" seine Befehle in das Mikrophon, wodurch in gleicher Weise wie beim Betätigen der „Zeichentaste" entsprechende Beeinflussungen der Empfangseinrichtung auf der Lokomotive bewirkt werden, wobei jedoch der auf dieser befindliche Lautsprecher die Sprache des Rangiermeisters wiedergibt, ohne daß hierfür komplizierte Sendeeinrichtungen notwendig sind.

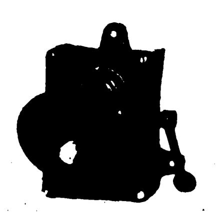


Abb. 3. Starkstrommikrophon.



Abb. 4. Selbsttätiger Unterbrecher.

Damit der Lokomotivführer ständig die Gewißheit hat, daß die Rangierfunkanlage einwandfrei arbeitet, ist eine Kontrolleinrichtung vorhanden. Er hört aus dem Lautsprecher in kurzen Abständen, in ähnlicher Weise wie beim Pausenzeichen verschiedener Rundfunksender, schwache Töne. Dies wird durch einen auf der Befehlsendestelle in den Stromkreis eingeschalteten selbsttätigen Unterbrecher (Abb. 4) bewirkt, der während der Zeit, in der keine Befehle übermittelt werden, schwache Stromstöße in der längs den Gleisen ausgespannten Drahtleitung verursacht. Bleiben diese Kontrollzeichen aus, so muß der Lokomotivführer vereinbarungsgemäß sofort halten und weitere Befehle abwarten. Es wird auf diese Weise erreicht, daß bei zufälligem Versagen der Einrichtung Unglücksfälle vermieden werden.

Von welcher Wichtigkeit die schnelle und sichere Verständigung zwischen Rangiermeister und Lokomotivführer ist, wird ohne weiteres einleuchten. Jede Verzögerung in der Verständigung, die bei sichtbaren Zeichen aus eingangs erwähnten Gründen vielfach eintritt, hat beim Rangieren durch Zusammenstoß der ablaufenden Wagen häufig große Verluste zur Folge. Durch die Anwendung der drahtlosen Befehlsübermittlung, die unabhängig von allen Witterungs- und Temperatureinflüssen ist, wird die Reichsbahn, wie ihr Auftraggeber für den Gütertransport, mit erhöhter Sicherheit vor Schaden bewahrt.

Die Hysteresewärme bei drehender Ummagnetisierung.

Von **M. E. Bergmann,** Breslau.

Übersicht. Es wird die Abhängigkeit der Hysteresewärme von der Induktion bei drehender Ummagnetisierung auf rechnerischem Wege hergeleitet und auf Grund vorliegender Messungen mit der Hysteresewärme bei wechselnder Ummagnetisierung verglichen.

Eisen, das für elektrotechnische Zwecke verwendet wird, unterliegt in vielen Fällen einer Ummagnetisierung. Man unterscheidet wechselnde Ummagnetisierung, bei der die Kraftliniendichte pulsiert, ohne ihre Richtung zu ändern, und drehende Ummagnetisierung, bei der eine gleichbleibende Kraftliniendichte ihre Richtung ändert. Wechselnde Ummagnetisierung tritt z. B. auf im Eisenkern der Transformatoren, drehende Ummagnetisierung im Anker von Synchronmaschinen. Die Ummagnetisierung bewirkt eine Erwärmung des Eisens. Die Eisenwärme besteht z. T. aus Hysterese-, z. T. aus Wirbelstromwärme. Die Entstehung der Hysteresewärme bei wechselnder Ummagnetisierung und der Wirbelstromwärme ist bereits erklärt und ihre Abhängigkeit von der Kraftliniendichte rechnerisch dargestellt. Über die Hysteresewärme bei drehender Ummagnetisierung liegen wohl zahlreiche Untersuchungen vor[1], doch geben die Ergebnisse nur einen Anhalt für die Größe der Hysteresewärme.

Wenn man die Kraftliniendichte oder Induktion als Geschwindigkeit (β) der magnetischen Strömung auffaßt, ist die Kraft, die auf einen magnetischen Stoff bei drehender Ummagnetisierung ausgeübt wird, proportional dem Quadrat des Unterschiedes zwischen der Strömungsgeschwindigkeit und der Eigengeschwindigkeit:

$$P \sim (\beta_0 - \beta)^2. \qquad (1)$$

Dieser Kraft ist eine Leistung (Hysteresewärme) zugeordnet,

$$V_{H_d} = P\beta \sim (\beta_0 - \beta)^2 \beta. \qquad (2)$$

---

[1] Vgl. R. Richter, Elektrische Maschinen, Bd. I, S. 205. Verlag Julius Springer, Berlin 1924.



Bezieht man diese Leistung auf die gesamte in der Strömung enthaltene Leistung

$$V_{H_0} \sim \beta_0^3, \quad \dots \dots \dots \dots \quad (3)$$

dann ergibt sich ein Verhältnis

$$\frac{V_{H_d}}{V_{H_0}} \sim \left(1 - \frac{\beta}{\beta_0}\right)^2 \frac{\beta}{\beta_0}, \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

das an der Stelle

$$\frac{d\left(\frac{V_{H_d}}{V_{H_0}}\right)}{d\left(\frac{\beta}{\beta_0}\right)} = 1 - 2\frac{\beta}{\beta_0} + 3\left(\frac{\beta}{\beta_0}\right)^2 = 0$$

$$\frac{\beta}{\beta_0} = + \frac{2}{6} \pm \sqrt{\frac{4}{36} - \frac{1}{3}} = \frac{1}{3} \quad \dots \dots \quad (5)$$

seinen größten Wert erreicht (Abb. 1). Unter dem Einfluß der Spannung wird also die Strömung beschleunigt

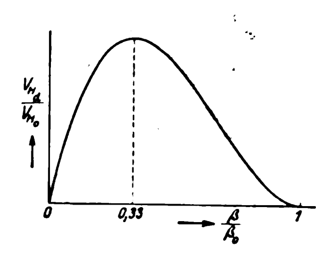


Abb. 1. Verlauf der Hysteresewärme bei drehender Ummagnetisierung in Abhängigkeit von der Induktion unter der Voraussetzung, daß die Induktion der magnetischen Spannung proportional sei.

bis zu dem Leerlaufwert $\frac{\beta}{\beta_0} = 1$. Bei Belastung nimmt die Geschwindigkeit wieder ab, und zwar um die Bremsgeschwindigkeit

$$B = \beta_0 - \beta. \quad \dots \dots \dots \dots \quad (6)$$

Voraussetzung bei diesen Betrachtungen ist, daß die Geschwindigkeit proportional der Spannung ist. Die Magnetisierungskurve $B\left(\frac{\Theta}{l}\right)$ des Eisens (Abb. 2) zeigt, daß dies beim Eisen nicht der Fall ist. Man kann jedoch die Magnetisierungskurve durch Tangenten einhüllen. Zu jeder Tangente ergeben sich dann für Gl. (2) Unterbedingungen. Die Lage einer Tangente richtet sich nach der Lage des Punktes, in dem die Tangente die Magnetisierungskurve berührt. In Abb. 2 sind 5 Tangenten an die

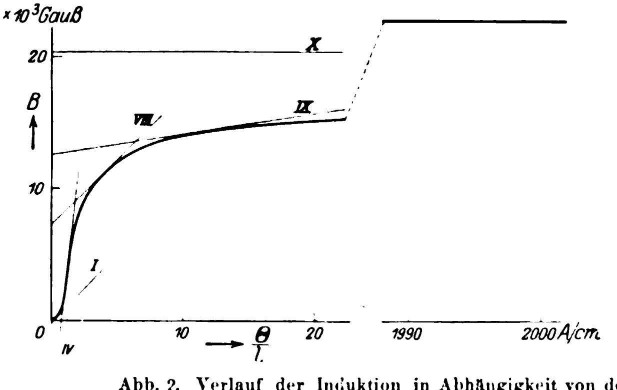


Abb. 2. Verlauf der Induktion in Abhängigkeit von der magnetischen Spannung bei gewöhnlichem Dynamoblech, Dynamostahl und Stahlguß.

Magnetisierungskurve gelegt. Man erkennt, daß zwischen dem Nullpunkt und einem Grenzpunkt auf der Magnetisierungskurve sich die Lage der Tangenten zum Koordinatensystem stetig ändert. Der Achsenabstand b gibt den Betrag an, um den die Geschwindigkeitslinie zu verschieben ist, damit sie vom Nullpunkt ausgeht; die Neigung

$$\operatorname{tg} \alpha = m \quad \dots \dots \dots \dots \quad (7)$$

stellt die Beschleunigung (Permeabilität) dar, die der Geschwindigkeit bei einer bestimmten Spannung zugeordnet ist. In Zahlentafel 1 sind die Achsenabstände (b in Gauß) und Neigungen $\left(m \text{ in } \frac{\text{Gauß}}{\text{A/cm}}\right)$ der in Abb. 2 gezeichneten Tangenten (I, IV, VIII, IX und X) zusammengestellt.

Zahlentafel 1. Achsenabstände und Neigungen von Tangenten an die Magnetisierungskurve (Abb. 2).

	I	II	III	IV	V
b	− 286	− 2570	− 4860	− 7200	− 3570
m	1070	4120	6700	9300	6350
$\sqrt{m}$	32,7	64,2	81,9	96,4	79,7

	VI	VII	VIII	IX	X
b	0	+ 3570	+ 7200	+ 12 650	+ 20 4[illegible]
m	4070	2230	1000	156	$0{,}4\,\pi = 1{,}257$
$\sqrt{m}$	63,8	47,2	31,6	12,5	1,12

Die gesamte in der Strömung enthaltene Leistung ist proportional der 3. Potenz der Strömungsgeschwindigkeit β_0 [Gl. (3)]. Beim Abbremsen dieser Geschwindigkeit wird eine Leistung verbraucht, die [Gl. (4) und (5)] an der Stelle $\frac{\beta}{\beta_0} = \frac{1}{3}$ ihren größten Wert besitzt:

$$\hat{V}_{H_d} \sim \beta_0^3. \quad \dots \dots \dots \dots \quad (8)$$

Es können also die Ordinaten der für verschiedene Strömungsgeschwindigkeiten β_0 sich ergebenden Leistungskurven $V_{H_d}(B)$ mit dem gleichen Maßstab gezeichnet werden. Ein Stoff von einer bestimmten Masse nimmt, wenn er beschleunigt wird, eine Kraft auf, die der Beschleunigung proportional ist. Diese Kraft ist aber auch proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit [Gl. (1)]. Für einen bestimmten Punkt der Magnetisierungskurve gelten die Beschleunigung m und die Geschwindigkeit β_0. Es ist also

$$\beta_0 \sim \sqrt{m} \text{ (Zahlentafel 1)} \quad \dots \dots \quad (9)$$

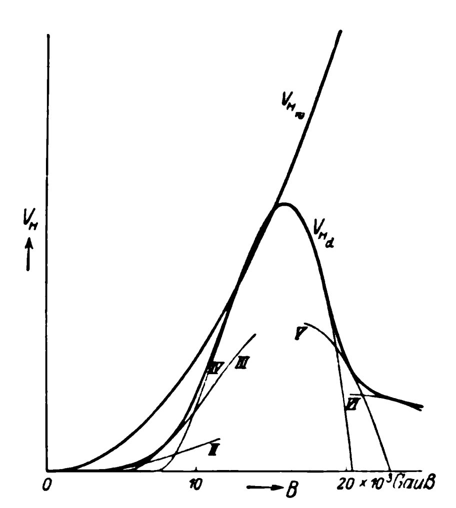


Abb. 3. Die Hysteresewärme bei drehender und bei wechselnder Ummagnetisierung in Abhängigkeit von der Induktion.

An der Stelle der größten Leistung $\hat{V}_{H_d}$ herrscht die Geschwindigkeit $\hat{B}$ [Gl. (8) und (9)]:

$$\hat{V}_{H_d} \sim \beta_0^2 \hat{B} \sim m \hat{B}.$$

Für verschiedene Werte m besteht daher die Beziehung

$$\frac{\hat{B}_1}{\hat{B}_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad \dots \dots \dots \dots \quad (10)$$

Es können also die Abszissen der für verschiedene Strömungsgeschwindigkeiten β_0 sich ergebenden Leistungskurven $V_{H_d}(B)$ mit dem gleichen Maßstab gezeichnet werden.

Die einzelnen Tangenten hüllen die Magnetisierungskurve ein, die zugeordneten Leistungskurven hüllen die wirkliche Hysteresewärme des Eisens ein (II ... VI in Abb. 3). Der Verlauf der drehenden Hysterese des Eisens wird so durch eine Kurve nach Abb. 1 dargestellt, die der veränderlichen Permeabilität entsprechend verzerrt ist. Damit sich die einzelnen Leistungskurven auf Geschwin-

digkeitsgeraden beziehen, die durch den Nullpunkt gehen, müssen ihre Anfangspunkte vom Nullpunkt des gemeinsamen Koordinatensystems um den negativen Achsenabstand ($-b$) entfernt sein. Die Endpunkte ergeben sich mit Hilfe der oben erwähnten Untersuchungen. Man hat beobachtet, daß die Hysteresewärme bei $B \approx 16\,000$ Gauß ihr Maximum erreicht. Diesem Maximum ist diejenige Tangente an die Magnetisierungskurve zugeordnet, welche die größte Neigung besitzt. Es ist die zweite von den in Abb. 2 gezeichneten Tangenten (IV). Ihr Achsenabstand beträgt $b = -7200$ Gauß und ihre Neigung $m = 9300 \frac{\text{Gauß}}{\text{A/cm}}$. Diese Werte liefern in Verbindung mit Gl. 10) die entsprechenden Punkte der übrigen Leistungskurven.

$$\hat{B} = \frac{82 \cdot 10^6}{m} \quad \text{(10a)}$$

Der oben bestimmte einheitliche Abszissenmaßstab hat damit einen absoluten Wert erhalten.

Für die Hysteresewärme bei wechselnder Ummagnetisierung gilt[2]

$$V_{H_w} \sim B^2. \quad \text{(11)}$$

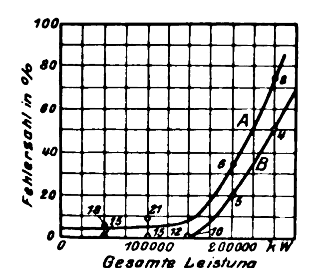
Man hat beobachtet, daß sie an der Stelle $B \approx 15\,000$ Gauß genau so groß ist wie bei drehender Ummagnetisierung. Damit ist ein einheitlicher Ordinatenmaßstab für die Kurven $V_{H_d}(B)$ und $V_{H_w}(B)$ gegeben. Die Hysteresewärme bei wechselnder Ummagnetisierung ist in Abb. 3 eingezeichnet und kann mit der Hysteresewärme bei drehender Ummagnetisierung verglichen werden. Die in Abb. 3 dargestellte Kurve $V_{H_d}(B)$ ist einer Magnetisierungskurve (Abb. 2) zugeordnet, die durch den Nullpunkt geht. In Wirklichkeit hat das Eisen eine magnetische Vorgeschichte. Dementsprechend ändern sich die Magnetisierungskurve und die Kurve der Hysteresewärme bei drehender Ummagnetisierung.

[2] Vgl. R. Richter, Elektrische Maschinen, Bd. 1, S. 152. Verlag Julius Springer, Berlin 1924.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Untersuchung von Betriebstörungen in einem 220 kV-Netz. — Das Big-Creek-Netz der Southern California Edison Co. ist seit seiner Inbetriebnahme mit 220 kV (Mai 1923) von schweren Störungen heimgesucht worden. Zu Zeiten starker Belastung auftretende Kurzschlüsse im 60- oder 220 kV-Netz haben trotz Abschaltung des schadhaften Teiles durch Relais die Endstationen der Linie außer Tritt gebracht und eine völlige Betriebsunterbrechung hervorgerufen. Die als Doppelleitung betriebene Big Creek-Linie besitzt Differentialschutz, der sich gut bewährt hat. Sämtliche Kraftwerke und die 220 kV-Unterwerke sind mit Entregungseinrichtung ausgerüstet. Um den Ursachen dieser sehr unangenehmen Störungen möglichst nahezukommen, wurden Meßschreiber bzw. Oszillographen an verschiedenen Stellen des Netzes eingebaut. Die Instrumente wurden erst beim Auftreten eines Fehlers durch eine Hilfsrelaisanlage eingeschaltet, die auf Ströme in der Sternpunkterdung der Haupttransformatorensätze ansprach. In der Zeit vom 1. I. 1924 bis zum 1. V. 1927 wurden insgesamt 65 Überschläge verzeichnet, die in ihren Auswirkungen völlig verschieden waren. Die meisten Überschläge traten in den Morgenstunden zu Zeiten geringer Belastung auf und sind durch die normalen Mittel leicht eingrenzbar. 63 der Überschläge waren solche von einer Phase nach Erde; es genügt also, bei Neuentwürfen diesen Fall allein zugrunde zu legen. Wird die Zahl der Betriebsunterbrechungen prozentual in Funktion der Belastung aufgetragen, so ergibt sich Abb. 1.

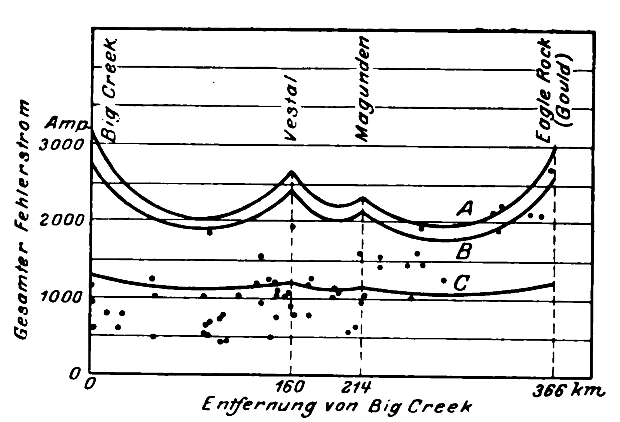


A Relais teilweise abgeschaltet
B alle Relais in Ordnung

Abb. 1. Prozentzahl der 220 kV-Erdschlüsse, die bei der angegebenen Leistung das Netz außer Tritt brachten.

Kurve *A* berücksichtigt auch Betriebsunterbrechungen, die infolge Versagens der Relais bzw. bei zu Reparaturzwecken ausgeschalteten Relais aufgetreten sind, Kurve *B* zeigt nur die Fälle des Außertrittfallens, die bei völlig intakt befindlichem Schutz vorkamen. Störungen durch Überschläge im 60 kV-Netz sind in beiden Kurven nicht berücksichtigt. Man sieht, daß unterhalb einer Belastung von 150 000 kW keine Betriebsunterbrechungen vorkommen, sofern der Schutz in Ordnung ist. Da zu Zeiten der hohen Belastungen die wenigsten Überschläge auftreten, wie bereits angegeben wurde, scheint also der Betrieb im allgemeinen ziemlich gesichert.

Die im Kurzschluß verbrauchten Energien sind außerordentlich groß. So änderte sich z. B. bei einem 1,5 s dauernden Kurzschluß der Energieumsatz im Kraftwerk Laguna Bell von $-74\,000$ kW auf über $+90\,000$ kW, also um mehr als 164 000 kW! Die in solchen Fällen auftretenden Belastungschwingungen gehen aus den mitgeteilten Oszillogrammen gut hervor und machen das Außertrittfallen der Werke bzw. der Generatoren eines Werkes untereinander durchaus verständlich. Die verschiedentlich aufgestellten Synchron-Phasenschieber sind übrigens in keinem Falle mit der Spannung des eigenen Werkes außer Tritt gekommen.



A Widerstand Null *B* Widerstand 25 Ω *C* Widerstand 100 Ω

Abb. 2. Größe des Fehlerstromes, abhängig von der örtlichen Lage des Erdschlusses für verschiedene Widerstände der Erdschlußstelle.

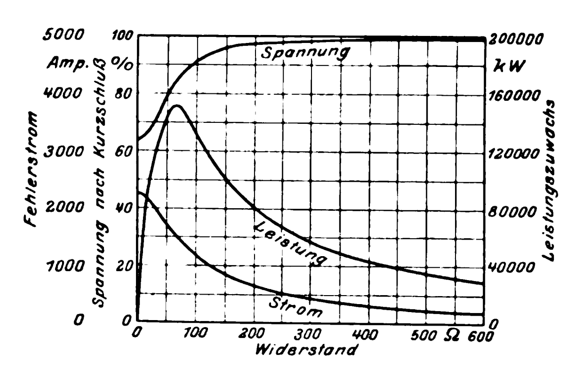


Abb. 3. Änderung der Netzverhältnisse im Unterwerk Magunden für einen einphasigen Erdschluß verschiedenen Widerstandes.

Im 60 kV-Netz waren die Überschläge zahlenmäßig häufiger; sie wirkten aber nur dann auf das 220 kV-Netz ein, wenn sie in der Nähe der Unterwerke auftraten. Die Fehlerlage ist noch insofern von großer Bedeutung, als durch die örtlichen Bedingungen die Größe des Widerstandes im Erdschlußkreis mitbestimmt wird. Für das Big-Creek-Netz wurden unter Annahme einiger Vereinfachungen Kurven des auftretenden Fehlerstromes abhängig von der Entfernung der Fehlerstelle von Big Creek und für verschiedene Widerstände der Erdschlußstelle berechnet (Abb. 2). Je größer der Fehlerwiderstand, um so mehr

wird der Fehlerstrom von der örtlichen Lage des Erdschlusses unabhängig. Die wirklich gemessenen Fehlerströme sind als Punkte in Abb. 2 eingetragen; sie zeigen, daß die Widerstände vorwiegend zwischen 25 und 250 Ω liegen. Die aus den Meßergebnissen gewonnene Abb. 3 zeigt schließlich, daß die Widerstände bis zu 100 Ω die gefährlichsten für die Stabilität des Netzes sind. Wie sich ergab, sind auch die Regler der Wasserturbinen eine Gefahr für die Stabilität, da sie bei einem Fehler im Netz die Leistungszufuhr erhöhen und dadurch die Gefahr des Außertrittfallens vergrößern. Die Regler sollten vielmehr im ersten Augenblick entsprechend der verringerten Leistungsfähigkeit des Netzes die Wasserzufuhr vermindern und sie erst nach einer gewissen Zeit wieder auf den normalen Wert bringen. Bei leichteren Störungen wäre das nicht nötig, man müßte also durch Relais die Reglertätigkeit von der jeweiligen Leistungshöhe abhängig machen; zur Zeit wird am Entwurf einer derartigen Anlage gearbeitet. Auch die Spannungsregler dürfen nicht, veranlaßt etwa durch die erhöhte Spannung der gesunden Phasen, den Erregerfluß verringern, da dadurch das Außertrittfallen begünstigt wird. Da letzteres, wie die Oszillogramme zeigen, erst nach 1 s und mehr einzutreten pflegt, bleibt genügend Zeit für entsprechende Verstellung der Erregung, sofern die Regler schnell genug arbeiten. Ebenso ist es für die Stabilität wichtig, durch geringe Reaktanzen in Generatoren und Transformatoren den Spannungsturz gering zu halten; bei Erweiterungen der Anlage wird dies bei der Bestellung neuer Maschinen berücksichtigt werden. Als sehr wichtig für die Erhaltung der Stabilität gilt natürlich auch rasches Arbeiten der Relais. (R. J. C. Wood, L. F. Hunt u. S. C. Griscom, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 985.) *nkl.*

Leitungsbau.

Holztraversen für Hochvoltleitungen. — Hölzerne Traversen an Stahlmasten werden z. B. von der Montana Power Co. bei 60 kV benutzt, und zwar entspricht nach Angabe dieser Gesellschaft ein 60 kV-Stützisolator auf Holzarm einer sechsgliedrigen Hängekette am Stahlarm. Auch die New York Central Railroad verwendet hölzerne Traversen an den Stahlmasten ihres 33 kV-Netzes. Der Holzarm löst in einfachster Weise das Problem der Vogelstörungen, denn auf dem Holzarm sitzende Vögel können zwar auch eine Entladung einleiten, doch nur sehr selten wird diese in einen leistungführenden Lichtbogen übergehen. Besonders empfehlenswert ist die Holztraverse bei der Verbesserung der Isolationsfestigkeit bestehender älterer Leitungen, die wegen Innehaltung der vertikalen Abstände oft Schwierigkeiten macht. Werden Holztraversen benutzt, so können die Isolatoren ruhig verlängert werden, da ein Überschlag z. B. zur nächstunteren Traverse nicht zu befürchten ist. Besondere Aufmerksamkeit ist etwa vorhandenen Abspanndrähten zuzuwenden, die bei schlechter Isolation den Wert der Holztraverse illusorisch machen. Die Verwendung des Holzes findet eine Grenze bei großen Spannweiten; es ist jedoch anderseits zu bedenken, daß bei Wahl einer geringeren Spannweite die Leitungshöhe geringer sein darf, was verminderte Gefährdung durch atmosphärische Felder bedeutet, und daß die Leiterabstände knapper gehalten werden können, was die Mastkosten erniedrigt und durch Verringerung der Ladeleistung die Spannungsregelung erleichtert. Schließlich ist auch bei größerer Geschlossenheit des Systems das Blitzseil wirksamer. Die Verwendung der Holztraverse bzw. des ganz aus Holz bestehenden Mastes bietet also eine Reihe von Vorteilen, denen allerdings auf der anderen Seite die noch nicht zufriedenstellend gelöste Frage der Holzkonservierung gegenübersteht. (A. O. Austin, El. World Bd. 90, S. 1345.) *nkl.*

Hochspannungsleitungen mit Holzgestänge. — Nach einem amerikanischen Bericht wurde im April 1926 eine vollständig auf Holzgestänge verlegte 110 kV-Drehstromleitung von 370 km Länge in Betrieb genommen, welche die durch Ausbau der Wasserkräfte Alabamas gewonnene Energie den Staaten Alabama und Mississippi zuführt. Für die Wahl von Holzmasten sprachen einmal die guten Erfahrungen bei ausgeführten Hochspannungsanlagen sowie insbesondere die günstige klimatische Lage der zu versorgenden Gebiete, in welchen weder mit Eis- noch mit bedeutender Windbelastung gerechnet zu werden braucht. Als mittlere Spannweite wählte man 275 m und entwickelte hierfür die aus Abb. 4 ersichtliche Tragmastkonstruktion. Das Gestänge besteht aus zwei 19,5 m langen (2,4 m in den Boden eingegrabenen) Kiefernholzmasten, mit welchen ein hölzerner Querarm (0,15 × 0,2 × 9 m) zur Aufhängung der horizontal angeordneten Drehstromeinfachleitung verschraubt und verspannt wurde. Dieser H-Mast fand mit doppelter Querverbindung auch für große Spannweiten (max. 580 m), Landstraßen- und Bahnkreuzungen sowie bei winkliger Leitungsführung (bis 1½ °) Verwendung. Als Eckmast wurde ein Dreimasttyp mit zwei übereinander angeordneten Querbalken entworfen; zwischen diesen erfolgte die Aufhängung der Leitungen an den Holzmasten selber. Für Endmasten verwandte man die gleiche Mastart mit verstärkter Querverbindung. Zur Verankerung dienten starke, an Holz- oder

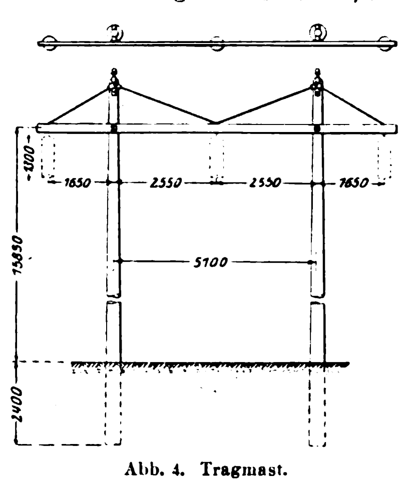


Abb. 4. Tragmast.

Betonblöcken befestigte Seile. Außer der Drehstromleitung (Stahlaluminium 225 bzw. 125 mm²) verlegte man auf Stützisolatoren noch zwei Stahlseile, welche entgegen ihrer ursprünglichen Bestimmung als Erdseile nun zur Fernsteuerung der in Abständen von 25 km eingebauten motorbetätigten Trennschalter und zur Verständigung zwischen den Schaltstationen sowie dem Kontrollpersonal auf der Strecke herangezogen werden sollen. Zur Ableitung von Überspannungen versah man die für 23 kV isolierten Seile alle 20 bzw. 25 km mit Funkenstrecken. Die 370 km lange Leitung wurde von 2 × 6 Arbeitskolonnen mit insgesamt 350 Mann bei einer mittleren Tagesleistung von 1,8 km in 8 Monaten fertiggestellt. Besondere Anstände haben sich in den ersten 5 Betriebsmonaten nicht herausgestellt; nur erwies es sich notwendig, einen Teil der in Lehmboden erstellten Maste mit zusätzlichen Drahtankern zu versehen. (J. P. Lewis, El. World Bd. 89, S. 243.) *Wa.*

Elektromaschinenbau.

Experimentelle Feldbestimmung für einen unbelasteten Synchrongenerator. — E. E. Johnson und C. H. Green geben im wesentlichen eine Beschreibung der von ihnen benutzten Apparate. Zur Bestimmung der Richtung und Stärke des magnetischen Feldes fand eine von F. S. Dellenbaugh stammende und von C. H. Green entwickelte Methode Verwendung. Der benutzte Apparat besteht aus einer langen Tastspule von kleinem Durchmesser. Die aus zwei Teilspulen zusammengesetzte Wicklung ist als Rotor mit einem vierteiligen Stromwender ausgebildet. Der Antrieb erfolgt durch einen Synchronmotor von ⅛ PS und 3600 U/min. Der Rotor ist präzis gelagert und unmagnetisch eingekapselt. Die Bürsten sitzen auf einer verdrehbaren Muffe mit Winkelskala, so daß ihre jeweilige Stellung abgelesen werden kann. Der äußere Durchmesser des mit Isolierlack überzogenen Spulengehäuses beträgt 6,5 mm und die gesamte Länge 165 mm. Bringt man dieses Instrument in ein magnetisches Feld, so bestimmt die Bürstenachse die Feldrichtung, wenn man die Bürsten so weit verschiebt, daß der Ausschlag eines angeschlossenen Millivoltmeters Null wird. Die Größe des Maximalausschlages dagegen ist der Feldintensität proportional. Das zweite verwendete Instrument mißt die Stärke des magnetischen Feldes durch die Winkelabweichung einer stromdurchflossenen Spule mit ähnlichen Abmessungen wie der zuerst beschriebene Apparat. Um die aufgenommenen Feldbilder mit der Eisenfeilmethode prüfen zu können, wurden die Eisenteile eines Synchrongenerators mit den entsprechenden Maßen nachgebaut. Beigefügte Feldbilder zeigen die Übereinstimmung der mit beiden Methoden erhaltenen Ergebnisse. Die Schwierigkeiten, welche sich bei der Feld-

bestimmung innerhalb der stromdurchflossenen Erregerwicklung ergaben, wurden durch die Verwendung eines flüssigen Leiters umgangen. Der um den Polkern gelegte, mit Quecksilber angefüllte Behälter erhielt auf der Oberseite eine Anzahl Löcher vom Durchmesser des einzuführenden Meßinstrumentes. Sehr anschaulich ist hier die Gegenüberstellung der mathematisch, graphisch und experimentell gewonnenen Feldbilder. Ein Teil der Arbeit behandelt ferner die Fehler, welche durch die Felder der Ströme im Instrument selbst und durch die Quecksilberverlagerung beim Einführen des Meßapparates entstehen. Die Verfasser kommen zu dem Ergebnis, daß diese Fehler bei Feldern von normaler Stärke sehr klein (< 1 %) sind und nur bei schwachen Feldern bis zu 30 % ansteigen können. Die notwendigen Korrektionen lassen sich aber verhältnismäßig leicht bestimmen. (E. E. Johnson u. C. H. Green, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 583.) *Estn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Stand der Vollbahnelektrisierung in Süddeutschland Ende April 1928. — Mit der Fertigstellung des Bahnstrom-Unterwerkes Rosenheim, das am 5. III. d. J. dem Betriebe übergeben wurde, konnte nicht bloß der Strombezug der Reichsbahn aus dem Achensee-Kraftwerk über die Fahrleitung der Österreichischen Bundesbahnen für den Abschnitt Rosenheim—Reichsgrenze bei Kufstein entfallen, sondern auch die Umstellung eines wichtigen Abschnittes der internationalen Verkehrsader (Stuttgart)—München—Salzburg—(Wien) auf den elektrischen Betrieb eingeleitet werden.

Bereits am 26. III. d. J. wurde dieser von Rosenheim bis Traunstein vorgeschoben. Seit 20. IV. ist der Gesamtverkehr auf der 88 km langen Strecke Rosenheim—Salzburg auf die elektrische Betriebsform probeweise umgestellt. Damit ist ermöglicht, die Züge München—Salzburg auf der ganzen Linie elektrisch zu befördern. Die 153 km lange Strecke München—Salzburg ist die längste der elektrisch betriebenen Linien Südbayerns. Der Betrieb wird allerdings von Traunstein bis Salzburg vorerst nur behelfsmäßig durchgeführt, da das Bahnstromunterwerk Traunstein noch nicht errichtet ist und auch die Fahrleitungsanlagen in den Bahnhöfen Freilassing und Salzburg noch ergänzt werden müssen. Mit Hilfe der bereits gebauten 110 kV-Bahnstromfernleitung Rosenheim—Traunstein, die im Norden des Chiemsees herumführt und vorübergehend bis zur Fertigstellung des Unterwerkes Traunstein mit der Fahrdrahtspannung von 15 000 V betrieben ist, wird vorerst der Abschnitt Traunstein—Salzburg vom Unterwerk Rosenheim aus mit Strom versorgt.

Mit der Umstellung der Linie Rosenheim—Salzburg ist das elektrisch betriebene Netz in Bayern auf rd. 700 km Länge angewachsen; es ist das größte elektrisierte Netz für Fernzugbetrieb der Reichsbahn-Gesellschaft, nicht nur hinsichtlich der Ausdehnung der umgestellten Linien, sondern auch hinsichtlich der Größe der bereitgestellten Kraftquellen und Umspannwerke. Zu den rd. 60 000 kW Leistung, die bereits heute im Walchenseewerk und bei der Mittleren Isar für Bahnstromerzeugung eingebaut sind, werden nach Vollendung des Ausbaues der Mittleren Isar weitere 22 000 kW in Bahnstrommaschinen aufgestellt sein, so daß in kurzer Zeit rd. 80 000 kW eingebaute Leistung für die elektrische Zugförderung in Süddeutschland zur Verfügung stehen werden.

Die Verteilung dieser Leistung auf die elektrischen Stützpunkte des Bahnbetriebes, die Bahnstrom-Unterwerke, erfolgt durch ein besonderes der Reichsbahn gehöriges Oberspannungsnetz, das mit 110 kV betrieben wird und dessen Länge zur Zeit etwas über 400 km beträgt. Vorübergehend — bis zur Errichtung der Unterwerke in Traunstein und Regensburg — werden 98 km statt mit 110 kV mit der Fahrdrahtspannung von 15 kV betrieben.

In den vier bereits bestehenden Unterwerken Pasing, Landshut, Murnau und Rosenheim sind zusammen 10 Umspanner mit einer Dauerleistung von je 5000 kVA eingebaut, davon im Großunterwerk Pasing allein vier Stück mit zusammen 20 000 kVA.

Die Länge der mit Fahrleitung ausgerüsteten Gleise einschließlich jener in den Bahnhöfen beträgt rd. 1500 km, ist also mehr als doppelt so groß als die Betriebslänge der elektrisch betriebenen Strecken. Zur Instandhaltung des Fahrleitungsnetzes sind bisher 12 Fahrleitungsmeistereien errichtet worden, denen auch die Unterhaltung der Fernleitungen und der von den Unterwerken zu den Fahrleitungen führenden 15 kV-Speiseleitungen obliegt.

An Triebfahrzeugen sind außer jenen für die Gleichstrombahnen Berchtesgaden—Königssee und Berchtesgaden—Schellenberg (10 Triebwagen, 1 Lokomotive) 150 Wechselstromlokomotiven vorhanden, darunter 19 alter Bauart für die schon früher elektrisch betriebenen Bahnen Salzburg—Berchtesgaden und die Mittenwaldbahn. An Wechselstrom-Triebwagen sind zur Zeit 23 Stück im Dienst; ihre Zahl wird in den nächsten Wochen auf 30 steigen; ebensoviele neu beschaffte Steuerwagen ermöglichen dann die Bildung von 30 einfachen Triebwagen-Zugeinheiten oder 15 Doppeleinheiten; eine Einheit besteht aus einem Triebwagen, zwei oder drei Beiwagen und einem Steuerwagen. Die vorerst hauptsächlich im Nahverkehr eingesetzten Triebwagen brachten nicht bloß eine Verminderung der Reisezeit, sondern auch eine Entlastung der Bahnhöfe wegen des Entfallens der Umsetzung der Zugkraft, wie sie beim Lokomotivbetrieb nötig ist.

Die jährliche Einsparung an Lokomotivkohlen für das zur Zeit elektrisch betriebene Netz in Südbayern beträgt 140 000 t; an Lokomotivpersonal und Betriebsarbeitern werden rd. 600 Köpfe weniger benötigt, als wenn auf den umgestellten Strecken der Betrieb mit Dampflokomotiven geführt würde.

Der Verbrauch an elektrischer Arbeit für Zugförderung und Zugheizung wird sich zur Zeit auf etwas über 100 Mill. kWh im Jahr belaufen. Da in wenigen Jahren die in den beiden Großwasserkräften für Bahnstromzwecke verfügbare Leistung für eine Arbeitsabgabe von jährlich 250 Mill. kWh ausreichen wird, so folgt daraus, daß mit dem bestehenden elektrisch betriebenen Netz die Kraftquellen nicht einmal zur Hälfte ausgenutzt sind. Zur Vermeidung volkswirtschaftlicher Verluste ist daher in den nächsten Jahren die Umstellung von weiteren Strecken auf die elektrische Betriebsform nötig. Neben der hierfür bereits in Aussicht genommenen Linie München—Augsburg—Ulm—Stuttgart kommt noch die mit starkem Güterverkehr belegte Strecke München—Ingolstadt—Treuchtlingen—Nürnberg nebst Augsburg—Donauwörth—Treuchtlingen in Frage. Naderer.

Universalantrieb „Winterthur" für elektrische Lokomotiven. — Ein bemerkenswerter Antrieb für elektrische Schnellzuglokomotiven wurde in der Schweiz. Bauzg. vom 3. XII. 1927 von Buchli beschrieben. Der Antrieb, der von der schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur hergestellt wurde, ist für eine von den drei Probelokomotiven der Great Indian Peninsula Railway bestimmt, deren elektrischer Teil von der GEC London gebaut wird. Die Lokomotiven arbeiten mit 1500 V Gleichstrom und sollen eine größte Geschwindigkeit von 137 km/h erreichen.

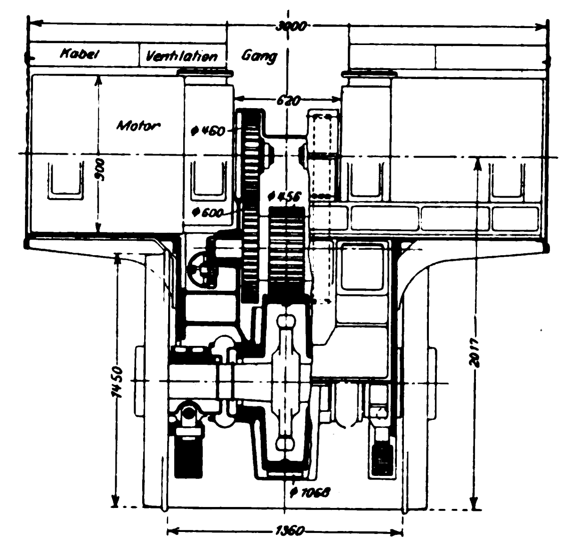


Abb. 5. Querschnitt durch den Universalantrieb „Winterthur".

Die bei der großen Geschwindigkeit erforderliche Leistung jeder Triebachse wird auf 2 Motoren aufgeteilt, wie dies fast bei allen Einzelachsantrieben für Schnellzugslokomotiven der Fall ist. Abweichend von den bisher üblichen Konstruktionen liegen beide Motoren koaxial über den Triebachsen einander gegenüber und arbeiten über ein doppeltes Zahnradvorgelege. In der Abb. 5 ist der Antrieb für Normalspur in den Grundlinien dargestellt; die Probeausführung ist für 1600 mm Spurweite und einen Triebraddurchmesser von 1600 mm gebaut worden. Durch diese Anordnung wird eine hohe Schwerpunktslage der

Lokomotive erreicht. Die Motorabmessungen, der Triebraddurchmesser und das Zahnradübersetzungsverhältnis können ohne Schwierigkeiten in weiten Grenzen verändert werden. Insbesondere kann letzteres bis 1 : 30 verändert werden, weshalb der Antrieb auch für Turbinenlokomotiven geeignet erscheint.

Das große Zahnrad ist tangential abgefedert und enthält in seinem inneren hohl ausgebildeten Konstruktionsteil die nachgiebige Kuppelung mit den Kulissenführungen. Für die doppelte Zahnradübersetzung wird eine Verlustziffer von nur etwa ½ % der Leistung angegeben, ein Wert, der bei den großen Geschwindigkeiten und der doppelten Übersetzung, wobei sich die Wirkungsgrade multiplizieren, zu niedrig erscheint.

Die Herstellung des Antriebes erfordert große Genauigkeit, da drei Achsen parallel sein müssen.

Für Schnellzugslokomotiven, bei welchen ein hoch gelegener Schwerpunkt gefordert wird, ist diese Konstruktion sehr beachtenswert. Die indische Lokomotive besitzt drei getriebene Achsen, an dem einen Ende ein Laufdrehgestell Bauart Winterthur und am anderen Ende eine einzelne Laufachse, die als ein sogenanntes Java-Drehgestell ausgebildet wurde. (J. Buchli, Schweiz Bauzg. Bd. 90, S. 294.) *Wt.*

Die elektrische Bahn Rom—Ostia. — Der elektrische Betrieb auf der rd. 25 km langen zweigleisigen Bahnstrecke, die Rom mit dem Meere verbindet, wurde Juni 1925 in vollem Umfange aufgenommen, nachdem bereits seit August 1924 ein eingleisiger Betrieb mit Dampfzügen und seit Ende April 1925 ein elektrischer Teilbetrieb durchgeführt wurde. Die Entstehungsgeschichte der Bahn reicht bis ins Jahr 1868 zurück, wo zum ersten Male eine Konzession für den Bau dieser Strecke erteilt wurde. Infolge politischer und finanzieller Schwierigkeiten scheiterte die Ausführung dieses Projektes, ebenso wie die mehrerer späterer Projekte, bis im Jahre 1914 auf Betreiben des Ingenieurs Orlandi die Stadt Rom den Plan wieder aufgriff und im Jahre 1916 von der Regierung die Konzession für den Bau und den Betrieb der Bahn erhielt. An der für die Ausübung der Konzession gegründeten Gesellschaft beteiligte sich der Staat mit 50 %. Nachdem diese Gesellschaft infolge des Währungsverfalls nicht imstande war, den begonnenen Bau zu vollenden, übernahm im Jahre 1924 die Società Elettro-Ferroviaria Italiana die Konzession und führte den Bau zu Ende. Der Bahnkörper ist nach den Normen der italienischen Staatsbahn für doppelgleisige Hauptbahnen gebaut. Die Strecke verläuft vorwiegend eben, nur im mittleren Teil, in der Nähe der Station Acilia, befinden sich Steigungen bis zu 19 ‰. Der geringste Krümmungshalbmesser beträgt 500 m. Es sind 5 Zwischenstationen vorhanden. Die Bahnhöfe haben erhöhte Bahnsteige (1,15 über S.-O.), so daß sich ein stufenloser Einstieg in die Wagen ergibt. Die Blocksignale und die Weichen sind in der üblichen Weise gegeneinander verriegelt. An den Endbahnhöfen wurden Tageslichtsignale, auf den Zwischenstationen die normalen Armsignale verwandt. Die im Zuge der Hauptgleise liegenden Weichen haben elektrischen und zentralisierten mechanischen Antrieb (Bauart AEG) erhalten. Der Übergang vom elektrischen zum mechanischen Betrieb ist dabei jederzeit ohne irgendwelche Änderungen an den Antrieben möglich. Die Fahrleitung besteht aus einem Kupferdraht von 80 mm² Querschnitt an einem Stahltragseil von 50 mm². Auf der Strecke Acilia bis Rom ist noch eine Verstärkungsleitung von 80 mm² verlegt, die außer in Rom noch an zwei dazwischenliegenden Punkten mit dem Fahrdraht verbunden ist. Die Fahrleitung ist an Ausleger-Gittermasten mit 60 m Spannweite aufgehängt.

Die Stromversorgung der Bahn mit Gleichstrom von 2600 V geschieht durch das Umformerwerk Acilia, das vom Kraftwerk Montemartini in Rom Drehstrom von 30 kV und 46 Hz bezieht. Das Umformerwerk ist mit vier synchronen Motorgeneratoren ausgerüstet, bestehend aus einem Motor für Anlassen mit Teilspannung, beiderseits gekuppelt mit je einer Gleichstromdynamo für 450 kW, 1300 V. An den Enden des Maschinensatzes befindet sich einerseits die Erregermaschine für den Synchronmotor, anderseits die Erregermaschine für die beiden Gleichstrommaschinen. Die Erregermaschine des Motors besitzt außer der Nebenschlußerregung noch eine vom Strom der Gleichstrom-Generatoren durchflossene Hilfskompoundwicklung, die das Feld des Motors mit wachsender Belastung verstärkt. Die Gleichstrommaschinen sind mit einer schwachen Gegenkompoundwicklung versehen, um die Wirkung von Kurzschlüssen zu mildern; außerdem wird bei Überlastung zunächst ein Widerstand in den Erregerkreis der Stromerzeuger geschaltet und bei Kurzschlüssen die Erregung vollständig abgeschaltet. Die Spannung der Generatoren wird durch einen auf die Erregung der Erregermaschinen wirkenden Schnellregler konstant gehalten. Von den Gleichstrom-Sammelschienen gehen zwei Streckenspeiseleitungen ab. Eine Prüfeinrichtung mit Widerstand und Stromzeiger gestattet die Prüfung der Strecken auf Kurzschlußfreiheit vor dem Einschalten. Die elektrische Ausrüstung des Umformerwerks ist von BBC geliefert.

An Betriebsmitteln für den Fahrbetrieb waren ursprünglich vorhanden: 6 Lokomotiven von Carminati & Toselli, 5 Triebwagen von den Mechanischen Werkstätten in Reggio Emilia, beide mit elektrischer Ausrüstung von BBC, 25 Anhängewagen mit Drehgestellen von der MAN-Nürnberg und den Linke-Hofmann-Werken Köln, 20 Güterwagen von der Werkstatt Arezzo der Gesellschaft für Eisenbahnbau in Florenz. Diese Betriebsmittel reichten für den Verkehr während der Badezeit nicht aus, so daß die Gesellschaft bald zwei weitere Lokomotiven, 13 Anhängewagen und 10 Güterwagen nachbestellen mußte.

Die Lokomotiven mit zwei Drehgestellen tragen in der Mitte den Gepäckraum und den Hochspannungsraum, an den Enden die Führerstände und sind mit vier Motoren von 230 PS Stundenleistung in Straßenbahnaufhängung ausgerüstet, von denen je zwei dauernd in Reihe geschaltet sind. Das Gewicht der Lokomotive beträgt 45 t, ihre Stundenleistung 920 PS bei 700 PS Dauerleistung. Sie können einen Zug von 186 t Gewicht mit 60 km/h in der Ebene und 37 km/h auf der größten Steigung von 19 ‰ befördern. Sie sind mit normalen Westinghouse-Bremsen versehen.

Die Triebwagen mit 380 PS Stundenleistung können bei 60 km/h in der Ebene 75 t Anhängelast ziehen. Sie wiegen leer 40 t.

Für die regelmäßigen Revisionen und für kleinere Instandsetzungsarbeiten steht in der Wagenhalle in Ostia eine kleine Werkstatt zur Verfügung.

Der Verkehr auf der Bahn ist außerordentlich starken Schwankungen unterworfen. Während im Winter vier Trieb- und acht Anhängewagen für 20 Fahrten täglich ausreichen, müssen an Feiertagen im Sommer statt der fahrplanmäßigen 42 fast doppelt so viel Fahrten mit sieben Wagenzügen und Zugabständen von 15 min gemacht werden, wobei im Mittel 5000 Personen/h befördert werden. (L. Soccorsi, Rivista tecn. ferrov. It. Bd. 31, S. 181.) *Gthe.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

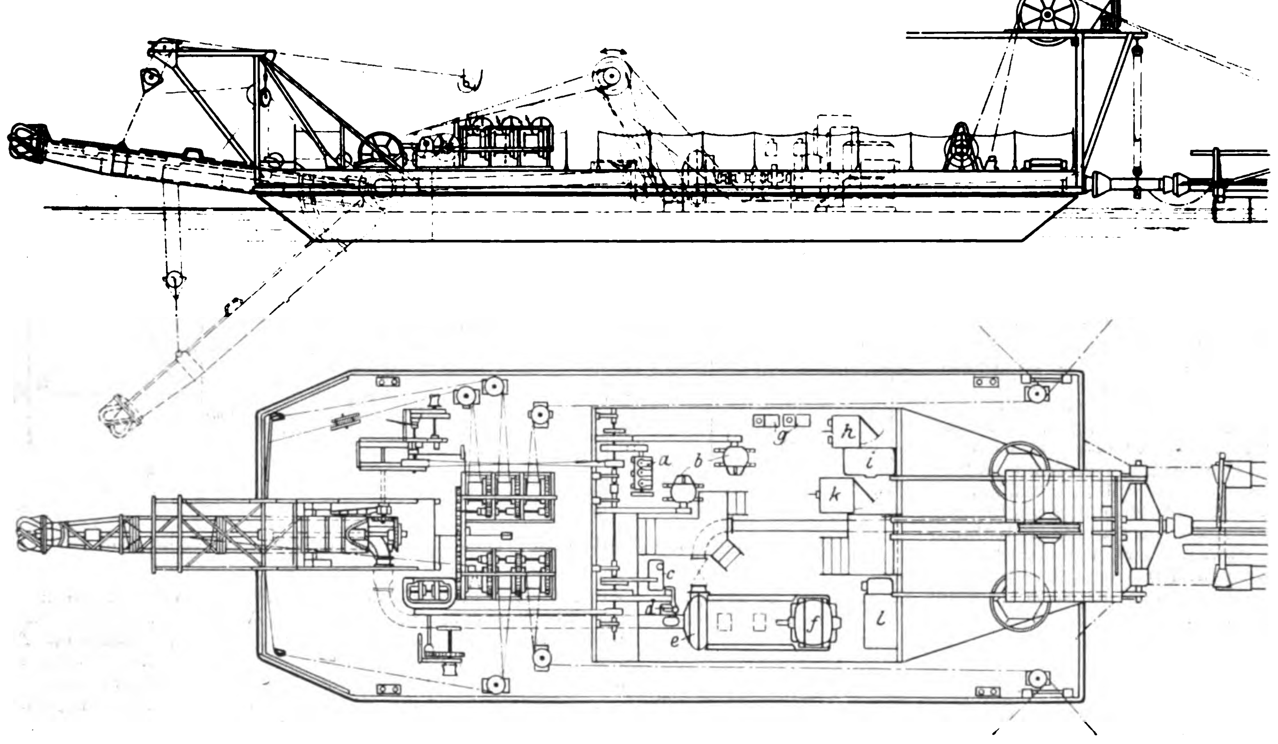
Synchronisiereinrichtung unter Benutzung von Vakuumröhren. — Die General Electric Co. hat eine neue Synchronisiereinrichtung für Hochspannungsleitungen entwickelt, bei der ein neuartiges Synchronoskop unter Verwendung von Verstärkerröhren benutzt wird. Der Apparat gibt eine unmittelbare Anzeige, ob die zugeschaltete Maschine zu schnell oder zu langsam läuft, und zeigt die Differenzgeschwindigkeit ohne Verzögerung an. Die erste Installation dieser Art wurde von der Menands substation of the Adirondack Power & Light Corporation bei Albany, N. Y., in Betrieb genommen. Der Anschluß erfolgt ohne Spannungswandler mit Hilfe von Kondensatordurchführungen, und es wird der entnommene Strom mit Hilfe von Vakuumröhren so weit verstärkt, bis genügend Leistung zum Betriebe eines Synchronoskops zur Verfügung steht. Die normalen ölgefüllten Durchführungen der Transformatoren usw. können durch eine modifizierte Klemme mit einer Einrichtung zur kapazitiven Spannungsteilung ersetzt werden, oder es kann der Meßkondensator in ein besonderes Gefäß eingebaut werden. Eine derartige Meßkapazität (in dem Originalaufsatz „capacitance transformer" genannt) muß überall dort verwendet werden, wo sonst ein Spannungswandler vorgesehen ist. Man braucht also für die üblichen Synchronoskope auch mehrphasigen Anschluß. Das Potential der Hilfselektrode des kapazitiven Spannungsteilers wird dem Gitterkreis einer Vakuumröhre zugeführt und verstärkt. Es werden zwei 50-Watt-Verstärkerröhren mit Zubehör verwendet.

Hierzu ist zu bemerken, daß eine wesentlich einfachere Einrichtung gleichfalls unter Benutzung der Kapazität von Kondensatordurchführungen schon seit mehreren Jahren von den Siemens-Werken verwendet wird. Es werden dabei Doppelfrequenzmesser, Doppelspannungsmesser und Nullspannungsmesser, also ein gesamter Synchronisiersatz unter Zwischenschaltung von Transformatoren unmittelbar, ohne Verstärkerröhren, aus der Kondensatordurchführung gespeist. Vor der hier beschriebenen Einrichtung hat das noch den Vorteil, daß

die Synchronisierung nur unter Verwendung von Einphaseninstrumenten unter Vergleich der verketteten Spannungen erfolgt. (Power Bd. 66, S. 263.) *Kth.*

Hebezeuge und Förderanlagen.

Elektrisch betriebener Saugbagger. — Um Überschwemmungen und den dadurch für die Landwirtschaft hervorgerufenen Schaden zu verhindern, hat man in Neu-Seeland die Regelung der Flußläufe und das Aufschütten von Dämmen mit Hilfe des in Abb. 6 dargestellten Schwimmbaggers vorgenommen, bei welchem der Baggerprozeß durch die Saugwirkung einer Pumpe erfolgt. Der elektrische Strom wird mit etwa 11 kV dem Bagger durch ein Kabel zugeführt und dort auf 400 V transformiert. Außer dem Hauptpumpenmotor von 250 PS sind noch zwei Motoren von je 25 PS, ein 7 PS-Motor sowie ein Lichttransformator angeschlossen. Als Reserve beim Ausfall des Stromes ist ein Petroleummotor von 20 PS sowie eine ebenfalls durch Petroleummotor getriebene Lichtdynamo vorgesehen. Die 25 PS-Motoren dienen zur Betätigung des Baggerauslegers und der Windentrommeln.



a 20 PS-Petroleummotor
b 25 PS-Elektromotor
c Bilge- und Tankpumpe
d Kühlwasserpumpe
e Hauptpumpe
f 250 PS-Elektromotor
g Anlasser und Schalter für 25 PS-Motor
h Schaltkasten
i Transformator
k Hochspannung-Schaltschrank
l Anlasser des 250 PS-Motors.

Abb. 6. Elektrisch betriebener Saugbagger.

Mit Hilfe der letztgenannten Trommeln geschieht die Fortbewegung des Baggers in der Weise, daß auf ihnen ein am Ufer befestigtes Seil aufgewickelt wird. Vom 7 PS-Motor wird die Pumpe *d* direkt angetrieben, die den Kühlwasserumlauf für die Maschinenlager besorgt (der in der Abbildung dargestellte Riemenantrieb kam nicht zur Ausführung). Das Druckrohr sowie das Stromzuführungskabel liegen auf Pontons, welche die Verbindung des Baggers mit dem Ufer herstellen. Im Jahre 1927 sind mit dem Bagger 185 217 m³ Erdreich gefördert worden. (El. Rev. Bd. 102, S. 317.) *Ka.*

Beleuchtung.

Experimentelle Studien über die optischen Eigenschaften stark getrübter Medien. — Die optischen Gesetzmäßigkeiten der für die Beleuchtungstechnik als Lichtzerstreuer wichtigen Trübgläser (Milchgläser, Opalgläser) lassen sich an Gläsern selbst nur schwer untersuchen, da es unmöglich ist, in bezug auf Zahl und Größe der trübenden Teilchen wohldefinierte Versuchsgläser herzustellen. Es wurden deshalb die optischen Gesetzmäßigkeiten an kolloidalen Lösungen (Aluminiumoxyd und Paraffinöl in Wasser) verschiedener Konzentration und Teilchengröße in Glasküvetten untersucht, wobei es möglich ist, selbst den ganz dichten Trübgläsern entsprechende stark konzentrierte Lösungen in dünnen Schichten herzustellen. Die an diesen Lösungen gewonnenen Resultate lassen sich sehr weitgehend auf Trübgläser übertragen. Für die Abhängigkeit von der Konzentration an trübenden Teilchen, die sich durch die „relative Teilchenzahl z" ausdrücken läßt, werden folgende Gesetzmäßigkeiten festgestellt: Der Zusammenhang zwischen der unzerstreuten Durchlässigkeit oder der direkten Durchsichtigkeit I und der relativen Teilchenzahl z ist durch die bekannte Beziehung $I = I_0 e^{-\alpha z}$ gegeben, wobei die Größe α von der Wellenlänge des Lichtes abhängt und diese Unterschiede zwischen den einzelnen Werten von α mit zunehmender Teilchengröße immer geringer werden. Für die Gesamtdurchlässigkeit D ergibt sich, daß die Größe $\left(\frac{1}{D} - 1\right)$ der relativen Teilchenzahl z proportional ist. Für die Gesamtreflexion R gilt im Gebiet mittleren Reflexionsvermögens die Beziehung $\log R = A \log z + B$. Die Differenz zwischen Gesamtdurchlässigkeit D und direkter Durchsichtigkeit I bildet das Streulicht $(D - I)$; diese Größe erreicht ihr Maximum bei einer Konzentration an trübenden Teilchen, bei der die direkte Durchsichtigkeit etwa 1 ... 5 % beträgt. Die Größe des Maximums an Streulicht selbst beträgt bei großen trübenden Teilchen 81 %, bei sehr kleinen dagegen nur 61 % des auffallenden Lichtes. Messungen verschiedener Schichtdicken lassen sich aufeinander umrechnen, da, wie die Versuche gezeigt haben, eine n-fache Schichtdicke einer n-fachen relativen Teilchenzahl entspricht. Eine sehr starke Änderung der Form der Lichtverteilungskurven findet in dem Konzentrationsbereich statt, in welchem die direkte Durchsichtigkeit etwa 0 ... 1 % beträgt. Für eine bestimmte Durchsichtigkeit I ist die Gesamtdurchlässigkeit D um so größer, je größer die einzelnen trübenden Teilchen sind. Für den Mittelwert der Weglänge, welchen das aus der Lösung austretende Licht in dieser zurücklegt, ergibt sich in dem Bereich der untersuchten Konzentrationen und Schichtdicken das 5- ... 8fache der Schichtdicken. Diese experimentellen Ergebnisse können als Unterlagen zur Herstellung

der für die verschiedenen Verwendungszwecke geeignetsten Trübgläser dienen und weiteres Material für eine Klassifikation der lichtstreuenden Gläser liefern. (E. Lax, M. Pirani u. H. Schönborn, Licht u. Lampe Bd. 17 S. 173 u. 209.) *Schb.*

Die Frage der Lichteinheit. — Die deutsche Lichteinheit, die Hefnerkerze, läßt sich nach den Konstruktionsvorschriften stets rekonstruieren, die Einheit der internationalen Kerze ist durch einen Satz Kohlefadenlampen festgelegt, wobei die (noch nicht bewiesene) Unveränderlichkeit der Lichtstärke die Voraussetzung bildet. Vergleichende Messungen zwischen den verschiedenen Staatsinstituten hatten im Jahre 1913 für den Umrechnungsfaktor von der internationalen zur Hefnerkerze den Wert 1,11 ergeben, während nach 1924 ausgeführte Nachmessungen für Kohlefadenlampen den gleichen, für Wolfram-Vakuumlampen dagegen den Wert 1,14 ... 1,15 ergeben haben. Der Grund für diese Abweichungen muß in dem Farbsprung gesehen werden, welcher bei dem Vergleich der Kohlefadenlampe und der Wolfram-Vakuumlampe auftritt und je nach der Art der Meßmethode verschieden gemessen wird. Während von den photometrischen Meßmethoden sich die Gleichheits-, die Kontrast- und die Stufenmethode ohne weiteres auf geringe Farbunterschiede übertragen lassen und aller Wahrscheinlichkeit nach untereinander zu den gleichen Ergebnissen führen, werden nach der Flimmermethode (Flimmerphotometer) bei dem Farbsprung Kohlefadenlampe - Wolfram - Vakuumlampe rd. 3 % geringere Werte gefunden als bei den Messungen mit dem Gleichheits- oder Kontrastphotometer. Für die spektralphotometrische Methode, bei welcher die Farbgleichheit durch zwischengeschaltete Farbgläser erreicht wird, deren Absorption aus ihrer spektralphotometrisch aufgenommenen Durchlässigkeitskurve berechnet wird, liegen noch keine einwandfreien Resultate vor. — Die Fragen sind auf der internationalen Beleuchtungstechnischen Tagung in Bellagio 1927 eingehend erörtert worden, und es ist ein gemeinsames internationales Arbeitsprogramm aufgestellt worden, um diese für die praktische Beleuchtungstechnik so wichtige Frage endgültig zu klären und die am besten reproduzierbare Methode allgemein zur Einführung zu bringen. (W. Dziobek, Licht u. Lampe Bd. 17, S. 77.) *Schb.*

Heizung. Öfen.

Elektrischer Speicherherd nach Seehaus. — Bei dem elektrischen Speicherherd nach Ingenieur Paul Seehaus, Zürich, erhalten die Kochplatten *K* (Abb. 7) die Wärme nicht durch direkte Überleitung vom Speicherkörper, sondern durch einen auf die einzelnen Kochplatten zu schaltenden Heißluftstrom. Der Speicherkern besteht aus Gußplatten *S*, in denen das Heizelement *E* eingebettet ist; als Isolierschicht dient grober, leicht durchlässiger Sand. Der Ventilator *V* sorgt dafür, daß die Luft einen ständigen Kreisprozeß ausführt; sie wird, nachdem sie ihre Wärme an die mit zahlreichen Rippen versehenen Kochplatten größtenteils abgegeben hat, durch einen Heißwasserspeicher *W* gesaugt und dann in den Druckraum *D* gedrückt, von wo aus sie durch die Isolierschicht *J* wieder zu den Heizelementen gelangt. Es wird also auch die vom Kern durch die Isoliermasse entweichende Wärme während des Kochens zurückgewonnen. Vor jede Kochplatte ist ein Ventil *H* geschaltet, wodurch die Heißluftzirkulation geregelt werden kann. Vergleichsversuche mit einem gewöhnlichen elektrischen Herd in Kombination mit einem Heißwasserspeicher haben gezeigt, daß bei Entnahme von gleichen Wärmemengen der Seehaus-Herd zwar 14 % mehr Energie verbraucht, dafür sich aber seine Leistungsaufnahme auf 20 h am Tage verteilt. (Schweiz. Bauzg. Bd. 91, S. 155.) *Ka.*

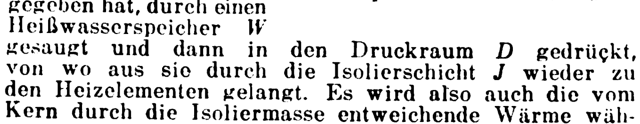


Abb. 7. Speicherherd nach Seehaus.

Hochspannungstechnik.

Bestimmung von Kurzschlußströmen in Wechselstromnetzen. — Während die grundlegenden Arbeiten[1], die sich in den letzten Jahren mit der Bestimmung von Kurzschlußströmen beschäftigten, das Hauptgewicht auf die Ermittlung der in den Stromerzeugern bei Klemmenkurzschluß auftretenden Stoß- und Dauerkurzschlußströme legten und die Netzkurzschlußströme und -spannungen nur kurz und für einfachste Netzgestaltungen in Betracht zogen, berichtet Ruschowy, auf den angegebenen Aufsätzen fußend, über einen Weg, auf dem Ströme und Spannungen auch für Kurzschlüsse in von mehreren Stromquellen gespeisten Strahlen- oder Ringnetzen zeichnerisch zu bestimmen sind.

Unter Hinweis auf die bekannten Einflüsse, die, wie z. B. Vorbelastungen der Kraftwerke beim Eintritt des Kurzschlusses oder spätere, nicht genauer festzulegende Erweiterungen, eine weitgehende Genauigkeit als für Kurzschlußermittlungen unangebracht erscheinen lassen,

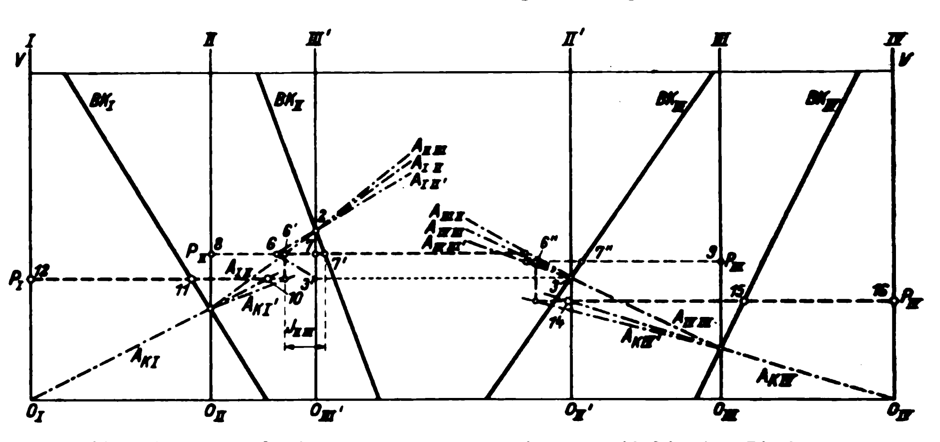


Abb. 8. Ermittlung der Ströme und Spannungen bei Kurzschluß in einer Ringleitung.

werden für diesen Weg die üblichen Vereinfachungen: gleiche Belastung aller Phasen, Vernachlässigung sämtlicher Wirkwiderstände der Kurzschlußstrombahnen, Annahme der Kraftwerkbelastungen als reine, vom Strom unabhängige Blindwiderstände, Voraussetzung gleichbleibender Erregung und des Synchronbleibens der Stromquellen im Kurzschlußfall eingeführt. Der Ermittlungsweg ist im wesentlichen durch die Verwendung von Belastungskennlinien (BK) und Abfallgeraden (A) gekennzeichnet, deren Schnitt den Lösungspunkt und damit die Werte des Kurzschlußstromes und der Spannung in der betrachteten Stromquelle ergibt. Jeder Stromquelle des Netzes ist eine BK zugeordnet, durch die die Abhängigkeit ihres Stromes von ihrer Klemmenspannung so wie durch die äußere Charakteristik für einen einzelnen Stromerzeuger dargestellt wird. Die BK eines Kraftwerkes wird aus den äußeren Charakteristiken seiner Stromerzeuger, die voraussetzungsgemäß für reine Blindlast in bekannter Weise[2] zu ermitteln sind, durch einfache (arithmetische) Summenbildung bestimmt. Die Ausmittlung und Darstellung der BK ist von besonderer Einfachheit, wenn die leichte Krümmung der reiner Blindbelastung entsprechenden Charakteristiken vernachlässigt und für jede eine Näherungsgerade eingeführt wird, die durch zwei Punkte bestimmt ist. Dem einen dieser Punkte ist das Wertepaar: Nennstrom und Nennspannung, dem anderen das Wertepaar (Klemmen-)Kurzschlußstrom und Spannung Null zugeordnet. Die Einführung dieser Näherung erscheint bei Rücksicht auf die oben angeführten Umstände, die den Wert einer weitgehenden Genauigkeit von Kurzschlußstrom- und Spannungsermittlungen einschränken, für viele Ermittlungsfälle durchaus zulässig. Da die Abfallkennlinien, die die Abhängigkeit des Spannungs-

[1] Rüdenberg, El. u. Maschinenb. 1925, S. 77; Biermanns, ETZ 19.9, S. 649, Arch. El. Bd. 8, S. 275; Ollendorff, ETZ 1925, S. 761; Foerster, ETZ 1926, S. 1104.

[2] Z. B. nach Arnold, Wechselstromtechnik Bd. IV, 2. Aufl. S. 115.

abfalles in einem Netzteil von dem ihn durchfließenden Strom darstellen, unter der Voraussetzung gleichbleibender, vom Strom unabhängiger Widerstände, wie schon erwähnt, ebenfalls Gerade sind, wird das vorgeschlagene zeichnerische Ermittlungsverfahren unter den angeführten Annahmen sehr übersichtlich; seine Handhabung paßt sich den Bedürfnissen der gängigen Planung an.

Ruschowy zeigt diese Handhabung an verschiedenen Beispielen, fortschreitend vom einfachsten Fall einer aus einem Kraftwerk gespeisten Leitung zur von mehreren Stromquellen gespeisten Kuppelungsleitung ohne Abzweige und mit solchen und zur Ringleitung, die einige Kraftwerke verbindet. Die Art des Lösungsbildes für den letzten Fall zeigt die Abb. 8, in der $BK_I \ldots BK_{IV}$ die Belastungskennlinien für vier durch eine Ringleitung gekuppelte Kraftwerke, AK_{KI} und AK_{KIV} die Abfallgeraden für die Ringleitungstücke zwischen der Kurzschlußstelle K und den ihr benachbarten Kraftwerken I und IV, $AK_{I\,II}$, $AK_{II\,III}$, $AK_{IV\,III}$ und $AK_{III\,II}$ die Abfallgeraden für die durch die römischen Ziffern gekennzeichneten Ringleitungstücke zwischen den Kraftwerken darstellen. Über die Lösungsergebnisse der durch die Abb. 8 angedeuteten Ermittlung gibt Zahlentafel 1 Aufschluß.

Zahlentafel 1.

Strecke	Bedeutung
6 — 7	Kurzschlußstrom, der von *II* nach *III* geliefert wird
6′ — 7	„ „ „ *II* „ *III* „ „
6′ — 8	„ „ „ *II* „ *I* „ „
10 — 11	„ „ „ *II* „ *I* „ „
10 — 12	„ „ „ *I* „ *K* „ „
11 — 12	„ -Anteil des Kraftwerkes *I* an dem Strom 10—12
O_{II} — 8	Klemmenspannung des Kraftwerkes *II*
O_I — 12	„ „ „ *I*
6″ — 9	Kurzschlußstrom, der von *III* nach *IV* geliefert wird
14 — 15	„ „ „ *III* „ *IV* „ „
7″ — 9	„ -Anteil des Kraftwerkes *III* an dem Strom 14—15
14 — 16	„ der von *IV* nach *K* geliefert wird
15 — 16	„ -Anteil des Kraftwerkes *IV* an dem Strom 14—16
O_{III} — 9	Klemmenspannung des Kraftwerkes *III*
O_{IV} — 16	„ „ „ *IV*

Die Grundzüge des Verfahrens können auch für die Ermittlung der Höchstwerte von Stoßkurzschlußströmen angewandt werden. (. Ruschowy- Siemens-Z. Bd. 7, S. 530.) *Sb.*

Die Wirkung des Löschtransformators beim Blitzschlag. — Ein bemerkenswerter Blitzschlag ist im 8,5 kV-Netz der Isarwerke G. m. b. H., München, eingetreten, das durch einen Löschtransformator für 10 A Erdschlußstrom geschützt ist. Das Netz besteht aus 142 km Freileitung und 6,88 km Kabel. Der Löschtransformator sprach an dem betreffenden Tage auf jeden Blitzschlag kurzzeitig an. Eine Stunde nach Beginn des Gewitters löste der Schalter aus, hielt aber beim Wiedereinschalten, so daß die Weiterführung des Betriebes möglich war; nur die an dem Hochspannungsgestänge geführte Fernsprechleitung versagte. Beim Absuchen der Leitung (Abb. 9) wurde festgestellt, daß in 250 m Entfernung von einer Transformatorstation der Blitz auf einer Anhöhe in die Hochspannungsleitung geschlagen hatte. Der auf der Kuppe einer Anhöhe stehende stark zersplitterte Mast ist in Abb. 10 dargestellt. Seinen Nachbarmast zeigt Abb. 11. Bei diesen und zwei weiteren in der Nähe befindlichen Masten wurden die Köpfe der Befestigungsnägel für die Warnungschilder abgesprengt, und an der unterhalb der Hochspannungsleitung verlegten Fernsprechleitung wurden zwei Isolatoren zerstört. Auffallend ist aber das Fehlen von Beschädigungen an der Hochspannungsleitung selber und an der nur 250 m von der Einschlagstelle entfernten Transformatorenstation. Auch wurde weder der Transformator beschädigt, noch schmolz während des Gewitters im ganzen Netz eine Hochspannungs-Transformatorsicherung durch. Während erfahrungsgemäß in einem solchen Falle ohne Löschtransformator nicht nur die Isolatoren der angesplitterten Maste zerstört, in der Nähe befindliche Transformatoren durchschlagen und außerdem eine Anzahl von Hochspannungsicherungen durchgebrannt wurden, ist dieser Blitzschlag für die Hochspannungsleitung selbst und für die Stationen vollständig harmlos verlaufen, so daß die Stromlieferung nicht behindert wurde. Zu bemerken ist noch, daß der Grundwasserspiegel in der dortigen Gegend ziemlich hoch liegt. Das in Abb. 11 bezeichnete und vom Blitz umhergeschleuderte Bruchstück hat vermutlich die Schalterauslösung herbeigeführt. (Siemens-Z. Bd. 7, S. 235.) *Ka.*

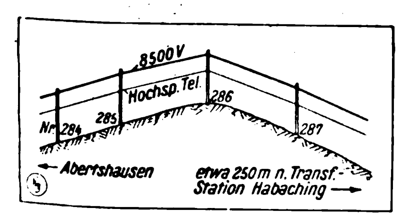


Abb. 9. Der vom Blitz getroffene Teil der Leitung.

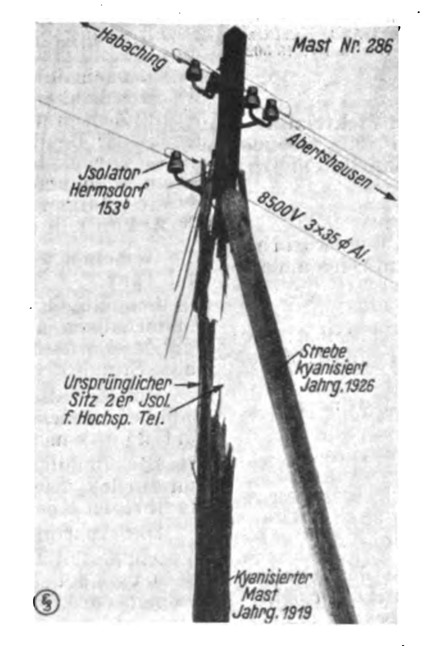


Abb. 10. Der höchste der 4 abgesplitterten Maste.

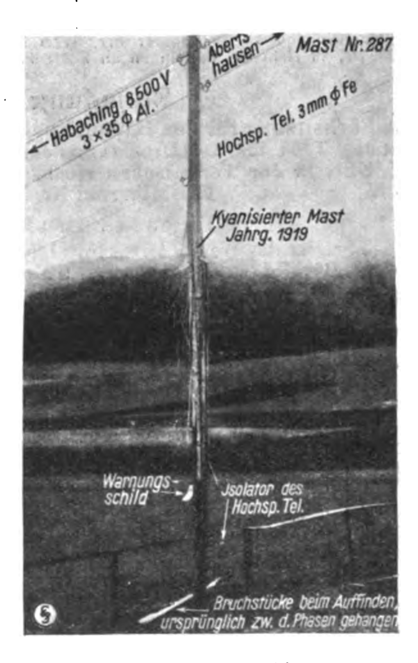


Abb. 11. Einer der Nachbarmaste.

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Trotz Schmälerung der Kaufkraft weiter Bevölkerungskreise infolge der schlechten Ernte war der Stromabsatz der Elektrizitätswerk Schlesien A. G., Breslau, 1927 sowohl bei den Großkonsumenten wie im Kleinverbrauch gut. Die Abgabe aus den Kraftwerken betrug 224,832 Mill. kWh (196,027 i. V.). Unter den im Gang befindlichen Bauten wird die für die Umformung des von den Elektrowerken zu liefernden Stromes bestimmte Freiluftstation in Tschechnitz (rd. 45 000 kW) erwähnt. Betriebsgewinn und Zinsen betrugen 9 127 705 RM (8 023 190 i. V.), der durch schlechte Erträgnisse der Consolidierten Wenceslausgrube ungünstig beeinflußte Reingewinn 2 727 288 RM (3 025 636 i. V.) und die Dividende 8 % auf 30 Mill. RM Stammaktienkapital (10 % i. V.).

Die A. G. Elektricitätswerk Eisenach konnte 1927 infolge Erhöhung des Anschlußwertes der Kammgarnspinnerei, die nunmehr ihre gesamte elektrische Arbeit von der Berichterstatterin bezieht, die Stromabgabe von 4,774 auf 6,386 Mill. kWh steigern. Bezogen wurden von der Thüringischen Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Gotha, 6,860 Mill. kWh (5,031 i. V.) und im ganzen einschl. der Eigenerzeugung 7,334 Mill. kWh (5,759 i. V.). Das bisherige Ergebnis der Wartburg-Beleuchtungsanlage läßt einen zufriedenstellenden Ertrag erwarten. Mit der vom Stadtrat beschlossenen wesentlichen Erhöhung der Abgabe — diese beträgt 180 078 RM (74 692 i. V.) — war

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 697



eine Steigerung der Strompreise verbunden, die jedoch zur vollen Deckung der Mehrleistung nicht ausreichte; nur die infolge der günstigen Wirtschaftslage erhöhte Stromlieferung hat es der Gesellschaft ermöglicht, den starken Anforderungen der Stadt gerecht zu werden. Aus Betrieb, Straßenbahn und Installationsgeschäft sind 458 635 RM vereinnahmt worden (479 239 i. V.); der Reingewinn betrug 180 536 RM (131 808 i. V.) und die Dividende wieder 8 % auf 0,5 Mill. RM Aktienkapital.

Das Kraftwerk Altwürttemberg A. G., Beihingen, hat 1927 in Pleidelsheim rd. 17,6 Mill. kWh erzeugt (14,9 i. V.) und vom Großkraftwerk Württemberg A. G. rd. 3,8 Mill. kWh bezogen (3,6 i. V.). Von den insgesamt 21,4 Mill. kWh (18,5) gingen rd. 14,9 Mill. kWh (12,4 i. V.) in das eigene Verteilungsnetz, 6,5 Mill. kWh vertragsgemäß an die Stadt Stuttgart. Die nutzbare Abgabe betrug rd. 12,1 Mill. kWh, d. s. 21 % mehr als 1926 (10 Mill. kWh). Neuanschlüsse und die Werbetätigkeit erhöhten den Anschlußwert von 29 067 auf 33 419 kW; bei Heiz- und Kochapparaten betrug der Zugang allein 2300 kW. Wegen neuer Anschlüsse im Murrhardter Waldgebiet und erheblicher Verbrauchsteigerung in der Backnanger Gegend ist von Pleidelsheim nach Maubach eine 60 kV-Leitung gelegt worden. Erwähnt sei der Anschluß zahlreicher Kraftstromabnehmer, die bisher Rohölmotoren benutzten. Der Vorstand bemerkt, daß die Aufrechterhaltung der Strompreise für Kleinkonsumenten für die Folge in Frage gestellt sei, weil die steuerliche Belastung, die Erhöhung von Löhnen und Gehältern sowie der sozialen Abgaben fast untragbar geworden seien. An Betriebsüberschuß werden 1 729 802 RM (1 565 956 i. V.), an Reingewinn 625 072 RM (626 523 i. V.) ausgewiesen, und als Dividende kamen wieder 7 % auf 8,4 Mill. RM Aktienkapital zur Verteilung.

Von 17,2 Mill. kWh (9,6 i. V.), die das Großkraftwerk Württemberg A. G., Heilbronn a. N., 1927 erzeugt hat, entfielen 13,4 auf das Wasserkraftwerk Kochendorf und 3,8 Mill. kWh auf die Dampfanlage. Die Stromlieferung ist von rd. 9,3 auf 16,4 Mill. kWh gestiegen. Der Betriebsüberschuß stellte sich auf 347 792 RM (240 893 i. V.) und der Reingewinn auf 2 927 RM (2180 i. V.); er wurde wieder auf neue Rechnung vorgetragen.

Bei der verbesserten Wirtschaftslage ist es der Stromversorgung Altenburg A. G. 1927 möglich gewesen, durch Senkung der Tarife und Werbung den Stromabsatz zu vergrößern, doch entspricht der finanzielle Erfolg dieser Erhöhung nicht; er wurde besonders durch das Anwachsen der Steuern, die nahezu 7 % des Aktienkapitals ausmachen, stark beeinträchtigt. Der Anschlußwert ist von 5494 auf 6137 kW gestiegen. Das seitens der Eltgas G. m. b. H., Dresden, finanzierte Teilzahlungssystem hat im Ladengeschäft zu einem Überschreiten der vorjährigen Umsatzziffern geführt. Eingenommen wurden im ganzen 779 813 RM (735 018 i. V.); aus dem 77 333 RM betragenden Reingewinn (82 804 i. V.) entfielen auf 1 Mill. RM Aktienkapital wieder 7 % Dividende.

Vom Kommunalen Elektrizitätswerk Mark A. G., Hagen i. W., sind Ende 1927 37 201 Abnehmer mit 97 218 kW unmittelbar versorgt worden. Außerdem belieferte das Unternehmen durch Umformerwerke und Teile benachbarter Elektrizitätswerke 28 261 Konsumenten mit 38 646 kW, so daß der Gesamtanschlußwert 135 864 kW ausmachte (127 261 i. V.). An Generatorenleistung standen anfangs 1928 in den Zentralen Cunowerk (Herdecke) 73 500, Elverlingsen 52 500 und Siesel 6000, zusammen 132 000 kW, in den Wasserkraftwerken Siesel (alt und neu) sowie Östersperre 3485 kW zur Verfügung. Dazu kommt eine Reihe von Verbindungen, darunter mit den VEW, dem RWE, den Kreis-Elektrizitätswerken Meschede und Schwelm, dem Elektrizitätswerk Siegerland G. m. b. H. und dem Listerkraftwerk in Olpe. Erzeugt wurden einschl. 24,204 Mill. kWh (25,266 i. V.) Strombezug 211,759 Mill. kWh (156,909 i. V.), davon 177,058 mit Dampf (122,547 i. V.); die Leistung ist also um rd. 35 % gegen das Vorjahr gewachsen. Verkauft hat die Gesellschaft 190,819 Mill. kWh (140,166 i. V.) und 5,087 selbst verbraucht (4,279 i. V.). Die Verluste betrugen 15,853 Mill. kWh (12,464 i. V.) und die halbstündliche Höchstleistung in eigenen Kraftwerken einschl. der Fremdleistung 65 385 kW (53 770 i. V.). Die 1927 vollendete und zu Ehren des früheren Oberbürgermeisters W. Cuno von Hagen „Cunowerk" genannte Zentrale Herdecke arbeitet mit 36 atü und 425 ° Dampftemperatur. Aus Stromlieferung, Gebühren, Mieten usw. wurden im Berichtsjahr 13 656 437 RM eingenommen (10 350 574 i. V.); der Bruttoüberschuß erreichte 5 162 202 RM (2 655 801 i. V.) und der Reingewinn 925 991 RM (2 434 i. V.). Bei 12 Mill. RM Aktienkapital betrug die Dividende 8 % (0 i. V.). Dem Geschäftsbericht ist ein Plan des Hochspannungsnetzes beigefügt, und außerdem hat die Gesellschaft einen mit guten Abbildungen ausgestatteten Führer durch ihre Betriebsanlagen herausgegeben.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Dienstag, dem 15. Mai 1928, abends 7½ Uhr, in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, E. B. Hörsaal Nr. 301.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Direktors Dr.-Ing. M. Enzweiler über: „Bau des Großkraftwerks am Shannon (Irland)".

Inhaltsangabe:

Vorgeschichte des Projekts; das Projekt selbst; die Bauausführung und die künftige Stromversorgung Irlands.

Fachausschuß
für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.

Der Vorsitzende:
Rehmer.

Bekanntmachung.

Ausflug mit Damen nach Zeesen und nach der „Neuen Mühle" bei Königswusterhausen; gleichzeitige Besichtigung des Deutschlandsenders in Zeesen.

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet am Sonnabend, dem 19. Mai 1928, einen Ausflug mit Damen nach Zeesen — unter gleichzeitiger Besichtigung des dortigen Deutschlandsenders — und nach der „Neuen Mühle" bei Königswusterhausen.

2[11] ab Berlin Görlitzer Bahnhof,
2[23] ab Johannisthal-Niederschöneweide,
2[56] an Königswusterhausen,
3[05] ab Königswusterhausen mit Sonderzug der Kleinbahn nach Schenkendorf,
3[15] an Schenkendorf,
3[35] an Zeesen (zu Fuß),
3[35] bis 4[30] Besichtigung des Deutschlandsenders; zu Fuß zurück nach Schenkendorf,
4[50] an Schenkendorf; Abfahrt mit dem Sonderzug,
5[00] an Königswusterhausen,
5[20] Ankunft in der „Neuen Mühle" (zu Fuß).

Gemeinsame Kaffeetafel, Abendbrot nach der Karte und Tanz.

Diejenigen, die den Sonderzug zurück nach Königswusterhausen nicht benutzen wollen, gelangen zu Fuß von Zeesen über die „Fasanerie" nach der „Neuen Mühle" (eine Stunde).

Um sich die Abfahrt mit dem Zuge 2[11] ab Görlitzer Bahnhof zu sichern, ist es geboten, bereits um 1[45] Uhr auf diesem Bahnhof einzutreffen.

Die Benutzung des Sonderzuges nach Schenkendorf und zurück nach Königswusterhausen ist unentgeltlich; die übrigen Kosten hat jeder Teilnehmer selbst zu tragen.

Der Ausflug findet auch bei ungünstigem Wetter statt.

Anmeldungen werden bis spätestens 15. Mai, mittags 1 Uhr, an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, erbeten.



Preisausschreiben!

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hat aus den eingereichten Preisaufgaben zur Lösung wirtschaftlicher, wissenschaftlicher oder technischer Fragen folgende ausgewählt:

a) die forensische und versicherungsrechtliche Beurteilung der progressiven Paralyse unter dem Einfluß der Malariabehandlung;

b) der großstädtische Straßenverkehr schädigt die Bewohner empfindlich durch seinen Lärm. Mit Hilfe des Schallmessers von Barkhausen ist es möglich, die Stärke der einzelnen Schallquellen zu bestimmen. Eine solche Bestimmung ist auch schon durch unmittelbare Beobachtung möglich. Es sind die stärksten und störendsten Lärmquellen zu ermitteln und Vorschläge zu machen, wie man den Lärm dämpfen kann. Als Beispiel seien folgende Geräusche genannt: Lärm der Straßenbahnwagen infolge Erschütterung der Wagen, desgleichen infolge Radreibung in Gleiskrümmungen, Erschütterung der Kraftomnibusse und Kraftwagen, Lärm durch ungenau arbeitende Motor- und Getriebeteile, Krafträderauspuff und -getriebe, Warnungsignal, Müllabfuhrwagen, Umstürzen der Müllkästen, Ausschreien der Zeitungshändler.

Als Frist zur Abgabe jeder Arbeit ist der 1. Dezember 1928 festgesetzt worden.

Als Preis für die Arbeit zu a) sind 500 RM und als Preis für die Arbeit zu b) 800 RM ausgesetzt worden.

Der Wettbewerb ist für jedermann offen.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Betr. Taschenbuch des Vereins deutscher Eisenhüttenleute „Eisen im Hochbau".

Der Verein deutscher Eisenhüttenleute teilt uns mit, daß in dem ihm nahestehenden Verlage Stahleisen m. b. H. die von ihm herausgegebene siebente Auflage des Taschenbuches „Eisen im Hochbau" erschienen ist. Der Preis der rd. 800 Druckseiten umfassenden und bestausgestatteten Auflage ist auf 12 RM festgesetzt. Den VDE-Mitgliedern wird bei Sammelbestellungen von mindestens 25 Stück ein Nachlaß von 10 % eingeräumt. Die Bestellungen zu dem Vorzugspreise können unmittelbar an den Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Breite Straße 27, gerichtet werden, mit dem Bemerken, daß der Besteller VDE-Mitglied ist.

Ausschuß für Handgeräte.

Mit Gültigkeit vom 1. Juli 1914 sind von der Jahresversammlung 1914 die

„Leitsätze für die Konstruktion und Prüfung elektrischer Starkstrom-Handapparate für Niederspannungsanlagen (ausschließlich Koch- und Heizgeräte)"

angenommen worden. (ETZ 1914, Seite 71 und 478.)

Für die verschiedenen Arten von Apparategattungen sind inzwischen Sondervorschriften aufgestellt worden:

„Vorschriften für elektrische Handgeräte mit Kleinstmotoren V. E. Hg. M./1927",
„Vorschriften für elektrisches Spielzeug",
„Vorschriften für elektrische Gas- und Feueranzünder",
„Vorschriften für elektrische Fanggeräte", ferner
„Regeln für die Bewertung und Prüfung von Handbohrmaschinen,
Hand- und Support-Schleifmaschinen,
Schleif- und Poliermaschinen".

Der Ausschuß für Handgeräte beantragt daher, bei der Jahresversammlung 1928 die obenerwähnten „Leitsätze für die Konstruktion und Prüfung elektrischer Starkstrom-Handapparate für Niederspannungsanlagen (ausschließlich Koch- und Heizgeräte)" mit Gültigkeit ab 1. Juli 1928 außer Kraft zu setzen.

Kommission für Isolierstoffe.

Nachstehend wird der von der Kommission für Isolierstoffe bearbeitete Entwurf für „Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern" bekanntgegeben.

Einsprüche gegen die vorliegende Fassung, die der diesjährigen Jahresversammlung zur Beschlußfassung und Genehmigung vorgelegt werden soll, sind bis spätestens zum 15. Juni 1928 in doppelter Ausfertigung an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.

Entwurf I.

Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern.

Inhaltsübersicht:

I. Allgemeines.

§ 1. Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Juli 1928 in Kraft.

§ 2. Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten für doppelseitig bestrichene Isolierbänder.

II. Prüfungen.

§ 3. Art der Prüfungen.

Da Isolierband beschränkt lagerfähig ist, so sind die nachstehenden Prüfungen auf die Anforderungen für bestimmte Zeiten nach der Herstellung bezogen. Das Isolierband soll daher ein Kennzeichen des Herstellungsmonats tragen.

Die Untersuchung erstreckt sich auf folgende Ermittlungen:

A. Mechanische Prüfung.

1. Klebkraft im Anlieferungszustand.
2. Beständigkeit der Klebkraft bei Alterung.
3. Zerreißfestigkeit.
4. Brennbarkeit.

B. Elektrische Prüfung.

Durchschlagsfestigkeit.

III. Versuchsausführung.

A. Mechanische Prüfung.

Für die Versuche dienen 12 Bandproben von je 600 mm Länge und 10—20 mm Breite.

§ 4.
Klebekraft im Anlieferungszustand.

Bei der Durchführung dieses Versuches ist festzustellen, ob

1. die Streichung gleichmäßig am Band haftet und sich nicht vom Band ablöst,
2. das Band geradlinig geschnitten ist, d. h. es darf beim Abwickeln nicht erheblich ausfasern,
3. die Klebkraft des Isolierbandes auch bei einer Temperatur bis minus 5 ° C noch ausreichend ist,
4. das Isolierband nicht so klebrig ist, daß seine Verarbeitung erschwert wird. Auch soll es bei der Handhabung nicht übermäßig schmutzen.

Drei Versuche mit Band im Anlieferzustand: Versuchsausführung bei einer Temperatur von 20 ° C ± 2 ° C.

Das Band B (Abb. 1) wird mit einer Zugspannung von 0,2 kg/mm Bandbreite auf eine Walze W von 25 mm Durchmesser und 25 mm Länge mit einer Geschwindigkeit von 500 mm/min aufgewickelt.

Unmittelbar danach wird die Walze um ihre Achse drehbar in einer Gabel G (Abb. 2) befestigt, die sich an der einen Einspannung einer Zerreißmaschine befindet. Das freie Ende des Bandes B wird an der anderen Einspannung E der Zerreißmaschine (Abb. 3) befestigt. Mit einer Geschwindigkeit von 200 mm/min wird das Band von der



Walze abgezogen. Als Maß für die Klebkraft gilt der Ausschlag des Gewichtshebels *H*. Dieser darf nicht gesperrt sein, um Schwankungen beobachten zu können. Für gleichmäßige Zuggeschwindigkeit und für möglichst reibungsfreie Lagerung der Walze ist Sorge zu tragen. Die Klebkraft ist in g/10 mm Bandbreite anzugeben. Sie soll 4 Wochen nach Herstellung des Isolierbandes mindestens 300 g/10 mm Bandbreite betragen.

§ 5. Klebkraft nach Alterung.

Bei weiterer Lagerung des Isolierbandes im Lieferzustand bis zu 1 Jahr nach Herstellung für schwarze Bänder und bis zu ½ Jahr nach Herstellung für weiße Bänder darf die Klebkraft nicht unter 175 g/10 mm Bandbreite herabsinken. Bänder mit einer Klebkraft unter 175 g/10 mm Bandbreite sind unbrauchbar.

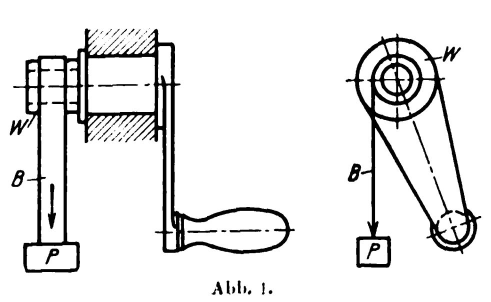


Abb. 1.

Verkürzte Prüfung.

Sechs Versuche.

Drei Bandproben werden 24 Stunden freihängend in einem Thermostaten trockener Luft von 70 ° C ausgesetzt. Drei weitere Bandproben werden 48 Stunden im gleichen Thermostaten belassen. Nach anschließender dreistündiger Lagerung bei Raumtemperatur von etwa 20° C wird die Klebkraft entsprechend den Bestimmungen unter A 1 geprüft.

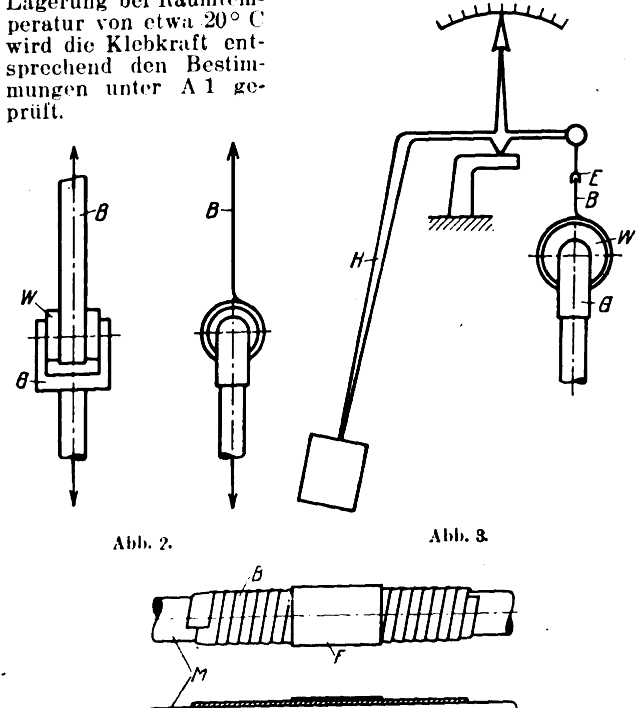


Abb. 2. Abb. 3.

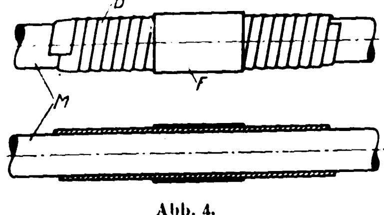


Abb. 4.

Die Änderung der Klebkraft bei 24stündiger Behandlung entspricht einer Lagerdauer von etwa ½ Jahr, bei 48stündiger Behandlung einer solchen von etwa 1 Jahr.

§ 6. Zerreißfestigkeit.

Drei Versuche. Versuchsausführung bei 20 ° C ± 2 °. Die Prüfung kann mit jeder beliebigen Zerreißmaschine oder auch mit Gewichten bei stoßfreier Belastung vorgenommen werden. Die Festigkeit ist in kg/10 mm Bandbreite anzugeben.

Die Höchstfestigkeit liegt bei etwa 7 kg/10 mm Bandbreite, die Mindestfestigkeit bei 4 kg/10 mm Bandbreite. Es ist wichtig, daß die Festigkeit gewisse Grenzen weder unter- noch überschreitet, damit die Isolierbänder bei Verwendung nicht vorzeitig reißen, abr doch ohne übermäßige Anstrengung von Hand zerrissen werden können.

§ 7. Brennbarkeit.

Ein frei herabhängendes Isolierband, durch einen Bunsenbrenner entzündet, darf nur mit ruhiger Flamme und nicht explosionsartig verbrennen.

B. Elektrische Prüfung.

§ 8. Durchschlagfestigkeit.

Drei Versuche. Versuchsausführung bei etwa 20 ° C. Die Bandprobe *B* wird schraubengangförmig (Abb. 4) mit etwa 70proz. Überlappung auf einen Metallstab *M* von 25 mm Durchmesser von Hand aufgewickelt, und zwar bis zu einer Gesamtwickelbreite von 150 mm. Um die Mitte der Bewicklung wird eine Metallfolie *F* von 50 mm Breite herumgelegt und mit Isolierband befestigt. An den Metallstab einerseits und die Metallfolie anderseits wird eine Wechselspannung von 1000 V und 50 Per/s während 5 min angelegt. Es dürfen hierbei weder Durchschlag noch Spannungsabfall erfolgen; auch darf sich das Band nicht erwärmen.

Die Prüfung auf Durchschlagfestigkeit stellt gleichzeitig eine Prüfung auf Porosität dar.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Nachstehend werden die Entwürfe zu den Normblättern

DIN VDE 6405 Bandagendrähte aus Bronze, gezogen und verzinnt,

DIN VDE 6406 Bandagendrähte aus Flußstahl, gezogen und verzinnt

nebst zugehörigen Erläuterungen bekanntgegeben.

Einsprüche gegen obige Entwürfe sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. Mai 1928 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Erläuterungen zu DIN VDE 6405 und 6406.

Lieferbedingungen für Bandagendrähte.

Unter Bandagendrähte werden solche Drähte verstanden, die zum Bandagieren von freiliegenden oder frei hervorstehenden Ankerwicklungsteilen benutzt werden, und zwar zu dem Zwecke, das Aufbiegen dieser Teile infolge der Zentrifugalkraft zu verhindern.

Diese Drähte werden in geschlossenen Windungen auf die zu schützenden Wicklungsteile unter Vorspannung aufgebracht; die einzelnen Windungen werden in ihrer gegenseitigen Lage durch Verlöten miteinander und mit den umgelegten Blechschellen gehalten.

Damit eine einwandfreie Verlötung möglich ist, müssen die Drähte vorher sorgfältig verzinnt sein. Da oft nur sehr geringe Luftspalte zwischen dem rotierenden Anker und den feststehenden Gehäuseblechen vorhanden sind, muß der Einhaltung der Dickentoleranzen des fertig verzinnten Drahtes größte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Je nach dem Verwendungszweck wird mit 40-, 60-%-igem oder auch mit reinem Lötzinn gearbeitet. Da die Schmelztemperatur von reinem Zinn 232 ° C ist und der Lötkolben eine noch höhere Temperatur, etwa 300 ° C, haben kann, so tritt eine große Beanspruchung in dem unter Vorspannung stehenden Draht im Augenblick des Berührens mit dem heißen Kolben ein. An der Berührungsstelle verlängern sich die Fasern sofort durch die Wärmeausdehnung. Dadurch wird in diesen Fasern eine Entspannung und damit eine entsprechend höhere Belastung der übrigen noch kalten Fasern des Drahtes hervorgerufen. Besitzt nun der Draht eine große plastische Dehnung, so werden auch diese Fasern sich längen und eine gleichmäßige Kraftverteilung über den ganzen Drahtquerschnitt wird sich sofort einstellen. Weist der Draht dagegen eine sehr geringe Dehnung auf, ist er also spröde, so werden die noch kalten Fasern sich nicht längen, sondern die ganze Kraft allein übertragen. Da der Querschnitt dieser jetzt allein tragenden Fasern nur ein kleiner Teil des ganzen Drahtquerschnittes ist, wird die Bruchfestigkeit überschritten, und die Bandage reißt und wickelt sich sofort wieder vollkommen auf; die ganze Bandagierarbeit muß von neuem begonnen werden, was Zeit- und Geldverlust bedeutet.

Durch wiederholte Versuche ist nachgewiesen worden, daß die vorerwähnte Hypothese richtig ist; die Ver-

suche sind folgendermaßen ausgeführt worden: Man hat einen spröden Draht mit geringer Dehnung (unter 0,5 %) in einer Festigkeitsmaschine auf die Belastung der Vorspannung gebracht und ihn dann mit einem ungefähr 250 ° C heißen Lötkolben berührt: die Folge war ein

Bandagendrähte

aus Bronze WBz 6, gezogen und verzinnt

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 6405

Alle Angaben gelten für den gebrauchsfertig verzinnten Draht.

Bezeichnung eines Bandagendrahtes mit dem Durchmesser d = 1,5 mm:

Bandagendraht 1,5 VDE 6405

Draht-Durchmesser d mm	Zulässige Abweichung nach DIN 177 mm	Querschnitt mm²	Gewicht für 1000 m kg
0,3	± 0,015	0,0707	0,62
0,5	± 0,02	0,196	1,73
0,8	± 0,025	0,503	4,42
1,0	± 0,025	0,785	6,91
1,5	± 0,035	1,77	15,6
2,0	± 0,1	3,14	27,6

Festigkeitseigenschaften[1]

Draht-durchmesser d mm	Mindestzugfestigkeit kg/mm²	Bruchdehnung mindestens %	Biegezahl mindestens
0,3 bis 1,0	95	1	8
1,5	90	1	8
2,0	85	1	8

[1] Für jede Prüfungsart sind mindestens 5 Versuche auszuführen.
Meßlänge zur Bestimmung der Dehnung
= 100 mm für Drähte bis 1 mm Durchmesser,
= 200 mm für Drähte über 1 mm Durchmesser.

Die Hin- und Herbiegeversuche werden nach den Grundsätzen für einheitliche Materialprüfungen ausgeführt (aufgestellt vom Deutschen Verbande für die Materialprüfungen der Technik im Jahre 1900).

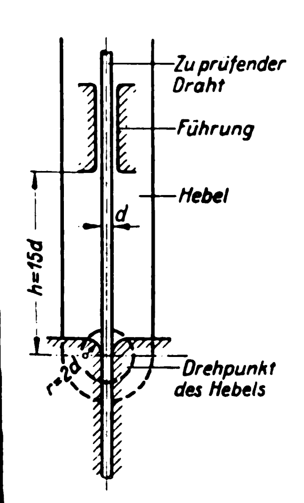
Auszug aus den Grundsätzen (Absatz 83 bis 86):

Hin- und Herbiegeversuch

a) Biegevorrichtung

Die Hin- und Herbiegeversuche sind so auszuführen, daß die Biegungen um runde Kanten erfolgen, deren Krümmungshalbmesser gleich der doppelten Probendicke ($r = 2\,d$) ist.

Die Biegevorrichtung muß an dem freien Probenende so angreifen, daß keine Zugbeanspruchungen entstehen können und der Hebelarm h vom Krümmungsanfang bis zum Angriffspunkt gleich der 15-fachen Probendicke ist ($h = 15\,d$).



b) Versuchsausführung

Als volle Biegung gilt die Biegung aus der gestreckten Lage um 90° nach rechts und wieder zurück; die zweite volle Biegung erfolgt nach links um 90° und zurück; die dritte geht dann wieder rechts usw.

Als Wertmaß für den Werkstoff gilt die Zahl der Biegungen bis zum Bruch.

Die freie Hebellänge beim Hin- und Herbiegeversuch ist $h = 15\,d$ nach nebenstehendem Bild zu wählen.

Spezifisches Gewicht des Bronzedrahtes zu 8,8 angenommen.

Lieferart: in Ringen oder auf Lieferrollen.

Mai 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Bandagendrähte

Flußstahl, gezogen und verzinnt

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 6406

Alle Angaben gelten für den gebrauchsfertig verzinnten Draht

Bezeichnung eines Bandagendrahtes mit dem Durchmesser d = 1,5 mm und der Mindestzugfestigkeit Z = 150 kg/mm².

Bandagendraht 1,5 Z 150 VDE 6406

Drahtdurchmesser d mm	Zulässige Abweichung nach DIN 177 mm	Querschnitt mm²	Gewicht für 1000 m kg
0,5	± 0,02	0,196	1,54
0,8	± 0,025	0,503	3,95
1,0	± 0,025	0,785	6,17
1,2	± 0,035	1,13	8,88
1,5	± 0,035	1,77	13,8
1,8	± 0,05	2,54	20,2
2,0	± 0,1	3,14	24,7
2,5	± 0,1	4,91	38,5

Festigkeitseigenschaften[1]

Draht-durchmesser d mm	Bei Mindestzugfestigkeit in kg/mm²: 130		150		180		200	
	Bruchdehnung mindestens %	Biegezahl	Bruchdehnung mindestens %	Biegezahl	Bruchdehnung mindestens %	Biegezahl	Bruchdehnung mindestens %	Biegezahl
0,5	1		1		1		1	
0,8	2		2		2		2	
1,0	2		2		2		2	
1,2	2	13	2	12	2	11	2	10
1,5	3		3		3		3	
1,8	4		4		4		4	
2,0	4		4		4		4	
2,5	4		4		4		4	

[1] Für jede Prüfungsart sind mindestens 5 Versuche auszuführen
Streckgrenze etwa 85 % der Zugfestigkeit.
Meßlänge zur Bestimmung der Dehnung
= 100 mm für Drähte bis 1 mm Durchmesser
= 200 mm für Drähte über 1 mm Durchmesser

Die Hin- und Herbiegeversuche werden nach den Grundsätzen für einheitliche Materialprüfungen ausgeführt (aufgestellt vom Deutschen Verbande für die Materialprüfungen der Technik im Jahre 1900).

Auszug aus den Grundsätzen (Absatz 83 bis 86):

Hin- und Herbiegeversuch

a) Biegevorrichtung

Die Hin- und Herbiegeversuche sind so auszuführen, daß die Biegungen um runde Kanten erfolgen, deren Krümmungshalbmesser gleich der doppelten Probendicke ($r = 2\,d$) ist.

Die Biegevorrichtung muß an dem freien Probenende so angreifen, daß keine Zugbeanspruchungen entstehen können und der Hebelarm h vom Krümmungsanfang bis zum Angriffspunkt gleich der 15-fachen Probendicke ist ($h = 15\,d$).

b) Versuchsausführung

Als volle Biegung gilt die Biegung aus der gestreckten Lage um 90° nach rechts und wieder zurück; die zweite volle Biegung erfolgt nach links um 90° und zurück; die dritte geht dann wieder nach rechts usw.

Als Wertmaß für den Werkstoff gilt die Zahl der Biegung bis zum Bruch.

Die freie Hebellänge beim Hin- und Herbiegeversuch ist $h = 15\,d$ nach nebenstehendem Bild zu wählen.

Spezifisches Gewicht des Stahldrahtes zu 7,85 angenommen.

Lieferart: in Ringen oder auf Lieferrollen.

Mai 1928 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

augenblickliches Zerreißen des gespannten Drahtes. Nahm man dagegen einen Draht mit großer Dehnung, also einen zähen, so konnte bei sonst ganz gleichen Versuchsbedingungen ein Zerreißen des Drahtes nicht herbeigeführt werden. Die Berührung des gespannten zähen Drahtes durch den heißen Lötkolben war für den Draht ganz gefahrlos. Demnach ist eine gute Dehnung für Bandagendrähte notwendig. Die Vorschrift einer guten Dehnung hat außerdem den großen Vorteil, daß die Lieferung stark überanstrengten, sogenannten totgezogenen Drahtes verhindert wird.

Ferner hat sich gezeigt, daß es vorteilhaft ist, wenn zwischen Streckgrenze und Bruchfestigkeit eine gewisse Belastungspanne ist. Bei hartgezogenen Drähten liegt oft die Streckgrenze unmittelbar oder doch sehr nahe an der Bruchfestigkeit. Bei stoß- oder ruckweiser Belastung hat ein solcher Draht keine Zeit, die plötzlich emporschnellende Beanspruchung durch Nachgeben oberhalb der Fließ- oder Streckgrenze aufzufangen; der sofortige Bruch ist die Folge. Wenn man nur einen Draht verwendet, bei dem die Streckgrenze etwa 15 % tiefer als die Bruchfestigkeit liegt, ist diese gefährliche Erscheinung nicht zu befürchten. Bei Einhaltung der vorgeschriebenen Dehnung liegt die Streckgrenze ungefähr 15 % unter der Bruchfestigkeit.

Da am Ende der Bandage der Draht scharfwinklig um das Blech der Schelle herumgeschlagen wird, so ist es nötig, daß der Draht eine gewisse Biegezähigkeit besitzt. Deshalb sind die nach den Grundsätzen für einheitliche Materialprüfungen des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik aufgestellten Biegeprüfungen in die Liefervorschriften mit aufgenommen worden. Um Irrtümer hierbei zu vermeiden, ist in den Vorschriften ein Auszug aus diesen Grundsätzen mit enthalten. Da die Kontrolie der Einhaltung der Vorschriften an einer einzigen Probe nicht genügen kann, ist die Kontrolle an mindestens fünf Proben auszuführen.

Ursprünglich war geplant worden, nur ein Blatt für Flußstahl- und Bronzedraht zusammen herauszugeben. Da aber wohl fast immer für Stahl- und Bronzedraht verschiedene Lieferfirmen in Frage kommen und die Trennung der Werkstoffe in Stahl und Eisen einerseits und Nichteisenmetalle anderseits ganz allgemein durchgeführt wird, so ist beschlossen worden, zwei getrennte Normblätter für Bandagendrähte aus Stahl und Bronze herauszubringen. Es ist weiterhin beabsichtigt, später je ein Blatt für Bandagendrähte aus unmagnetischem Stahldraht, aus Nickelstahldraht und aus Vierkantstahldraht herauszugeben, wenn die hierfür teilweise noch notwendigen Erfahrungen in genügendem Maße vorliegen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.



Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.

Es befinden sich mit D.R.P. bezeichnete Sicherungen im Handel, die nach dem Durchbrennen des Schmelzleiters durch einfaches Einziehen eines mitgelieferten Kupferdrahtes oder auch eines beliebigen Drahtstückes wieder benutzbar gemacht werden können. Zu diesem Zwecke sind bei der fraglichen Sicherung die Kontakte abschraubbar angeordnet. Diese Konstruktion entspricht in keiner Weise den vom VDE aufgestellten Sicherheitsbestimmungen und ist geeignet, die elektrischen Anlagen im höchsten Grade zu gefährden. Oben beschriebene Sicherung wird in Verbindung mit einem zum genormten D-System passenden Stöpselkopf, der das VDE-Zeichen trägt, vertrieben. Wahrscheinlich soll durch diese Maßnahme der Eindruck erweckt werden, als entspräche die gesamte Ausführung den VDE-Vorschriften. Derartige Sicherungen sollen von einer Firma Otto Kassin, Karlsruhe, Zähringerstraße 8, in den Handel gebracht sein. Vor dem Ankauf dieser Sicherungen, welche auch von anderer Seite unter dem Namen Elektro-Dauersicherung „Bulldog" vertrieben werden, wird daher dringend gewarnt.

Prüfstelle des
Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnischer Verein Südbaden, Freiburg i. Br. 11. V. 1928, abds. 8¼ h, Freiburger Hof, Kaiserstr. 130: Vortrag Gen.-Dir. Dr. Haas: „Deutsche Stromwirtschaft".

Elektrot. Gesellschaft zu Nürnberg. 11. V. 1928, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Dipl.-Ing. Brunecken, „Neuerungen auf dem Gebiete der Asynchron-Drehstrommotoren".

Oberschles. Elektrot. Verein Gleiwitz. 22. V. 1928, nachm. 5 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte, Hindenburg: Lichtbildervortrag Dr. Piloty, „Die el. Einrichtungen des Großkraftwerks Klingenberg".

Württ. Elektrot. Verein, Stuttgart. 23. V. 1928, abds. 8 h, Hörsaal d. Elektrotechn. Inst., Militärstr. 3: Vortrag Dir. Dr. Probst, „Die Schaltanlage des 600 000 kVA-Großkraftwerks Buenos-Aires im Vergleich mit den Großkraftwerken Deutschlands, Frankreichs, Englands und Nordamerikas" (m. Lichtb.).

Elektrot. Verein Chemnitz. 24. V. 1928, abds. 7½ h, Hörsaal 199 der Staatl. Gewerbe-Akademie: Vortrag Prof. Bangert, „Allerhand elektrotechnische Demonstrationen".

Dt. Gesellschaft f. techn. Physik u. Physikal. Gesellschaft zu Berlin. 11. V. 1928, abds. 7½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: Vortrag R. Pohl, „Elektrische und optische Untersuchungen der Lichtabsorption im Kristall".

Dt. Beleuchtungstechn. Gesellschaft, gemeinsam mit der **Dt. Kinotechn. Gesellschaft, Berlin.** Der auf S. 706 d. J. für den 14. V. angekündigte Vortragsabend findet erst am 24. V. statt.

Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes, Frankfurt a. M. 3. bis 6. VI. 1928: 26. Verbandstag in München. Hauptvortrag: „Neuzeitl. Kundenwerbung im Elektro-Installateurgewerbe". Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Frankfurt a. M., Scheffelstr. 1 II.

PERSÖNLICHES.

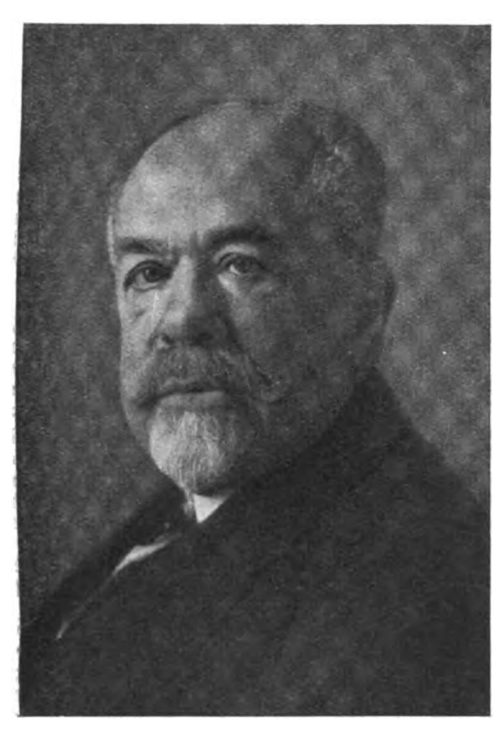
(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

F. Deutsch. — Geheimrat Dr. Felix Deutsch, der Vorsitzende des Direktoriums der AEG, feiert am 16. V. seinen 70. Geburtstag. Felix Deutsch gehört zu den Pionieren der deutschen Elektrotechnik. Nach einer ungewöhnlich raschen Karriere wurde Deutsch im Winter 1882/83 mit Emil Rathenau bekannt, der damals in der von ihm gegründeten „Studien-Gesellschaft" mit den Vorarbeiten für die Nutzanwendung der Edisonschen Glühlampensysteme beschäftigt war. Als im April 1883 aus dieser Studien-Gesellschaft die „Deutsche Edison-Gesellschaft für angewandte Elektricität", die Vorgängerin der AEG, gegründet wurde, beriefen die Bankkreise, mit denen Deutsch bisher zusammengearbeitet hatte, ihn in die Leitung der neugegründeten Gesellschaft, die sich unter seiner hervorragenden Mitwirkung zu ihrer heutigen Bedeutung entwickelt hat.

Was Deutsch in diesen 45 Jahren geleistet hat, steht auf den Blättern der Geschichte der AEG verzeichnet. Sein besonderes Verdienst war die Schaffung der kaufmännischen, insbesondere der Verkaufsorganisation des Unternehmens. Er hat frühzeitig erkannt, daß man, um den Kunden für neue Dinge zu gewinnen, in nahe Verbindung mit ihm gelangen und ihn beraten muß. Aus dieser Erwägung heraus hat er neben den zentralen technischen Spezialabteilungen, die er in Berlin geschaffen hat, sein Augenmerk besonders darauf gerichtet, an allen in Betracht kommenden Plätzen im Inlande wie im Auslande Installationsbureaus zu errichten, denen die Aufgabe zufiel, den als Abnehmern in Frage kommenden Kreisen die neuen technischen Errungenschaften der jungen Industrie zugänglich zu machen und ihnen bei der Errichtung elektrotechnischer Anlagen mit fachmännischem Rat zur Seite zu stehen. Durch die Einrichtung dieser Niederlassungen, mittels deren die AEG an allen wichtigen Punkten Fuß faßte, hat er nicht nur dem Unternehmen das notwendige Absatzfeld erschlossen, er hat darüber hinaus bahnbrechend gewirkt für die Einfüh-



rung und Popularisierung der Elektrotechnik überhaupt. Deutsch hat stets besonderen Wert darauf gelegt, sich nicht nur als Kaufmann, sondern als Industrieller in vollem Sinne des Wortes zu betätigen. Mit den neuen Wegen, die er für die Absatzorganisation der AEG beschritten hat, wirkte er vorbildlich für zahlreiche andere Organisationen ähnlicher Art.



F. Deutsch.

Ein spezielles Tätigkeitsgebiet Felix Deutschs ist von jeher die Pflege der internationalen industriellen und finanziellen Beziehungen. Nach der Zerstörung eines großen Teiles der ausländischen Verbindungen durch den Krieg hat er es sich ganz besonders angelegen sein lassen, die zerrissenen Fäden wieder anzuknüpfen. Auch mit den allgemeinen Wirtschaftsproblemen der deutschen Industrie hat sich Felix Deutsch — der nach dem Tode Emil Rathenaus im Jahre 1915 als ältester Mitarbeiter Rathenaus zum Vorsitzenden des Direktoriums der Gesellschaft ernannt wurde — eingehend beschäftigt. Er ist im Gegensatz zu der vertikalen Vertrustung der Industrie, die insbesondere in den Inflationsjahren eine große Rolle spielte, stets ein eifriger Verfechter des horizontalen Zusammenschlusses der Industrie gewesen. An der Gründung des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie und des Reichsverbandes der Deutschen Industrie, in dessen Präsidium er sitzt, hat er einen hervorragenden Anteil gehabt. Von der Regierung wird sein Rat in allen wichtigen wirtschaftspolitischen Fragen, insbesondere soweit es sich um das Ausland handelt, nicht weniger in Anspruch genommen als von den zahlreichen Organisationen, industriellen und Bankunternehmungen, in deren Verwaltung er sitzt.

Die Verdienste, die sich Felix Deutsch um die Technik erworben hat, haben ihre Anerkennung darin gefunden, daß er von der Technischen Hochschule Karlsruhe zum Dr.-Ing. E. h. und von der Technischen Hochschule Berlin zum Ehrenbürger ernannt worden ist. Seine wirtschaftlichen Verdienste sind von der Universität Köln durch Verleihung des Ehrendoktors der staatswissenschaftlichen Fakultät anerkannt worden.

Hochschulnachrichten. Dr.-Ing. Georg Keinath, Direktor im Wernerwerk der Siemens & Halske A. G., ist zum Honorarprofessor in der Fakultät für Maschinenwirtschaft der Technischen Hochschule Charlottenburg ernannt worden. Georg Keinath wurde am 30. VIII. 1885 zu Augsburg geboren, studierte 1904 bis 1908 an der Technischen Hochschule München und promovierte 1909 mit der Dissertation „Untersuchungen an Meßtransformatoren". Seit 1910 ist er im Wernerwerk der Siemenswerke als Leiter der technischen Laboratorien des M-Werkes tätig. Außer einer großen Zahl von Aufsätzen aus dem Gebiete der elektrischen Meßtechnik hat er das umfassende Werk „Die Technik elektrischer Meßgeräte" herausgegeben, das gegenwärtig in zwei Bänden in der dritten Auflage erscheint.

Dr. Dr.-Ing. E. h. Alexander Meißner wurde zum Honorarprofessor an der Technischen Hochschule Charlottenburg ernannt, an der er Vorlesungen über die Probleme des drahtlosen Fernmeldewesens halten wird. Professor Meißner ist als langjähriger Mitarbeiter der Telefunken-Gesellschaft an der Entwicklung der Funktechnik in den letzten zwei Jahrzehnten hervorragend beteiligt. Durch seine Erfindung des Rückkoppelungsprinzips hat er die Grundlage für den Bau der modernen Röhrensender und -empfänger geschaffen. Erst vom Boden der Meißnerschen Erfindungen aus konnte also die Rundfunktechnik ihren ungeahnten Siegeslauf beginnen. In der letzten Zeit beschäftigte sich Dr. Meißner vor allem mit den Problemen der kurzen Wellen, sowohl mit Antennen (horizontale Polarisation) als auch mit Kristallforschungen zur Konstanthaltung von Kurzwellen. Für seine außerordentlichen Verdienste um die Förderung des Funkwesens wurde er 1925 (dem Jahre der erstmaligen Verleihung) mit der goldenen Heinrich-Hertz-Medaille ausgezeichnet.

Jubiläum. — Herr Direktor Ludwig Uffel, Vorstandsmitglied der Telephonfabrik Berliner Aktiengesellschaft, feierte am 1. V. sein 25jähriges Zugehörigkeitsjubiläum zur Telephonfabrik Berliner. Herr Uffel ist gleichzeitig Vorstandsmitglied des Verbandes der Funkindustrie.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch der Physik. Herausg. v. H. Geiger u. K. Scheel, bearb. v. mehr. Fachgen. Bd. 13: Elektrizitätsbewegung in festen und flüssigen Körpern. Redig. von W. Westphal. Mit 222 Abb., VII u. 672 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 55,50 RM, geb. 58 RM.

Dieser Band schließt sich würdig den bis jetzt vorangegangenen dieses sehr viel benutzten Handbuches an. Den Herausgebern ist es gelungen, auch für diesen Band auf fast jedem der behandelten Gebiete führende Forscher als Bearbeiter zu gewinnen, so daß man stets das Gefühl hat, sich bewährter Führung anvertrauen zu können. Der vorliegende Teil zeigt die Vor- und Nachteile des Verfahrens, ein enger begrenztes Gebiet durch eine verhältnismäßig recht große Zahl von Bearbeitern behandeln zu lassen. Die in diesem Falle unter anderem auch kaum zu vermeidende Wiederholung verschiedener Abschnitte, die an mehreren Stellen auffällig hervortritt, hat doch anderseits den Vorteil, den Gegenstand von verschiedenen Seiten beleuchtet zu sehen, wenn dies auch der Einheitlichkeit des Ganzen und der Ökonomie einigen Abbruch tut. Dieser Nachteil wird aber durchwegs durch die Qualität der Behandlung ausgeglichen. Schon das 1. Kapitel (75 S.) bringt eine außerordentlich klare und übersichtliche Darstellung der metallischen Leitfähigkeit von E. Grüneisen, und es ist in hervorragender Weise gelungen, dieses so unübersichtliche und komplizierte Tatsachengebiet mit größter Klarheit und kritischer Strenge darzustellen. Größter Wert ist vor allem auf die kritische Sichtung des experimentellen Materials gelegt, das in vielen Tabellen und Kurven ausführlicher mitgeteilt wird. Im Anschluß daran werden die verschiedenen theoretischen Vorstellungen über die Metalleitung behandelt. Das 2. Kapitel (27 S.) gibt einen Ausschnitt aus dem Gebiet der Berechnung von elektrischen Strömungsfeldern von F. Noether, indem eine Anzahl charakteristischer, vor allem auch technisch wichtiger Aufgaben aus den verschiedenen Gebieten der Strömungslehre (wie z. B. Erdungen, Skineffekt, Erddrückleitungen) durchgeführt wird. Das 3. Kapitel (50 S.) gibt einen sehr schönen Überblick der lichtelektrischen Erscheinungen von B. Gudden, wobei auch besonders die lichtelektrische Wirkung in den Grenzschichten und im Innern der festen, flüssigen und gasförmigen Körper behandelt wird, in einer Darstellung, die auf das angenehmste die vollständige Beherrschung und Durchdringung dieses Stoffes erkennen läßt. A. Güntherschulze gibt im 4. Kapitel (29 S.) eine sehr vollständige Darstellung der Theorie des Austrittes von Elektronen und Ionen aus glühenden Körpern. Die experimentellen Ergebnisse des Verhaltens der Glühelektronen und der durch Glühen erzeugten Elektrizitätsträger finden sich erst im folgenden Band. Kapitel 5



(45 S.) ist der Thermoelektrizität (G. Laski) gewidmet, wobei sowohl die experimentellen Tatsachen als auch ihre theoretische Behandlung gewürdigt werden. Ausführlich wird auf den Zusammenhang der thermoelektrischen Eigenschaften mit der Konstitution der Körper eingegangen; eine Zusammenfassung über die praktischen Anwendungen bildet den Schluß dieses Kapitels. Die bereits im vorhergehenden zum Teil behandelten thermomagnetischen Effekte finden gemeinsam mit den galvanomagnetischen Effekten im folgenden Kapitel (34 Seiten) eine einheitliche Darstellung durch W. Gerlach. Es ist dem Verfasser in bemerkenswerter Weise gelungen, aus der außerordentlich großen und unübersichtlichen Literatur dieses Gegenstandes diejenigen Tatsachenkomplexe herauszukristallisieren, welche für das einheitliche Verständnis und vor allem für die Theorie dieses Gebietes, das wegen seiner unmittelbaren Beziehungen zur Elektronentheorie der elektrischen Leitung ganz besondere Bedeutung besitzt, grundlegend sein dürften. Auf die Theorie dieser Effekte wird entsprechend dem jetzigen Stande nicht eingegangen. Das folgende Kapitel (27 S.) bringt eine Darstellung der elektrolytischen Leitung in festen Körpern aus der Feder von G. v. Hevesy. Dieser Name bürgt schon für eine erstklassige Darstellung dieses Gebietes und die Durchführung, die überall vor allem auf die experimentellen Grundlagen zurückgeht, ist auch in jeder Hinsicht gelungen. In Kapitel 8 (40 S.), Pyro- und Piezoelektrizität (H. Falkenhagen), werden die theoretischen Überlegungen mehr in den Vordergrund gestellt. In einem besonderen Abschnitt finden die technischen Anwendungen Berücksichtigung. Das schwierige Gebiet der Berührungs- und Reibungselektrizität wird im 9. Kapitel (17 S.) von A. Coehn behandelt, und wohl nur einem so durchaus mit der Materie Vertrauten konnte es gelingen, auf so kleinem Raume eine so klare und stets auf die Erfahrungsgrundlagen zurückgehende Darstellung zu geben. Das folgende Kapitel (9 S.) desselben Verfassers ist — ohne auf nähere experimentelle Einzelheiten einzugehen — eine sehr lesenswerte Zusammenfassung der Kenntnisse über die Wasserfallelektrizität, dieses Effektes, der nicht nur für die Aufklärung der Struktur der Flüssigkeitsoberflächen, sondern auch für die Aufklärung der Gewittererscheinungen große Bedeutung erlangt hat. Das 11. Kapitel (18 S.) — Elektrokinetik von G. Ettisch — umfaßt den Komplex, der durch die Erscheinungen der Strömungströme, Elektroendosmose, Kataphorese charakterisiert ist, das 12. Kapitel (19 S.) von dem gleichen Verfasser die Elektrokapillarität. In beiden Kapiteln wird größeres Gewicht auf eine geschlossene Darstellung der theoretischen Anschauungen gelegt. Am umfangreichsten sind die beiden folgenden von E. Baars verfaßten Kapitel Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten und Theorie der elektrolytischen Dissoziation (109 S.) und Elektrolyse (110 S.). Ersteres gibt eine eingehende, mit sehr zahlreichen Literaturbelegen versehene, didaktisch sehr gute Darlegung der Erfahrungsgrundlagen und der Entwicklung der Anschauungen über die elektrolytische Dissoziation, wobei auch die älteren Vorstellungen stets in guter Verbindung mit den experimentellen Grundlagen aufgenommen sind. Das Kapitel über Elektrolyse gibt zunächst die Erfahrungsgrundlagen der Faradayschen Gesetze; die weiteren Abschnitte sind der Abscheidungspolarisation und Zersetzungsspannung, der Konzentrationspolarisation, sodann ein größerer Abschnitt der elektrolytischen Überspannung und ein Schlußteil den Passivitätserscheinungen gewidmet. Den Schluß des Bandes bildet das Kapitel Elemente von H. v. Steinwehr (38 S.), in welchem zunächst die thermodynamischen Grundlagen entwickelt und dann verschiedene Typen von praktisch ausgeführten Elementen im einzelnen betrachtet werden, wobei besonders die Normalelemente eine ausführliche Darstellung erfahren, woran sich die Schilderung der Akkumulatoren und ihrer Wirkungsweise anschließt. Im ganzen ein durchaus gelungenes und durch die Fülle des gebotenen Tatsachenmaterials unentbehrliches Werk.

R. Tomaschek.

Schaltungen für elektrische Beleuchtungs- und Verteilungsanlagen, Meßinstrumente und Motore. Von L. Lerch. Herausg. von Dipl.-Ing. H. Schütte. 6. Aufl. mit 211 Abb., XXII u. 162 S. in kl. 8°. Verlag von Schmorl und v. Seefeld Nachf., Hannover 1928. Preis geb. 3,50 RM.

Das Buch, eine Neubearbeitung der nunmehr in zwei Teilen herausgegebenen „Schaltungen" von Lerch, enthält als deren erster Band eine große Anzahl Schaltungen für Beleuchtungsanlagen mit Glühlampen und Bogenlampen, für Stromverteilungssysteme und Sicherungen, für Meßinstrumente, Zähler usw. sowie für Motoren und Überspannungsschutzapparate; der die Fortsetzung bildende zweite Band „177 Schaltbilder von Transformatoren, Generatoren, Akkumulatoren und Umformern" ist bereits zu früherer Zeit erschienen[1]. Wie im Vorwort betont wird, will das Taschenbuch ein Ratgeber für den praktischen Gebrauch sein; wenn auch die sauber gezeichneten Schaltungsbilder sowie die den einzelnen Schaltungen teilweise beigegebenen Erklärungen diesem Zwecke gerecht werden und das Buch für den bequemen Gebrauch der Installateure und Monteure, für die es wohl zuvörderst zugeschnitten sein dürfte, sowie für die erste Einführung junger Anfänger in die Praxis wenigstens nach dieser Richtung hin als geeignet erscheinen lassen, so ist dennoch das Buch mit einer gewissen Vorsicht zu gebrauchen, da es in der Hand dieser, wenn auch nicht gerade fachunkundigen, so doch immerhin zum großen Teil kritiklosen Kreise Unheil anzurichten imstande ist. Abgesehen von redaktionellen und sprachlichen Unrichtigkeiten, als deren störendste die konsequent falsche Pluralbildung des Wortes „Motor" hier erwähnt sei, stößt man leider bei der Durchsicht der Schaltungen auf mancherlei Schiefes und auch grundsätzlich Falsches, das trotz der Gewinnung eines neuen Bearbeiters so ziemlich unverändert aus den früheren Auflagen in die vorliegende übertragen wurde.

Um eine kleine Zusammenstellung dieser Fehler zu geben, sei daran erinnert, daß die Schaltung zur Betätigung einer Lampengruppe von zwei Stellen aus niemals nach dem Vorbild der unter dem Namen „Hamburger Schaltung" gehenden Wechselschaltung ausgeführt werden sollte, die, wie aus Abb. 9 ersichtlich, derart vorgenommen wird, daß an beide Wechselschalter die direkte Spannungzuführung gelegt ist, während die Lampengruppe an die Verbindungsleitung der beiden Schalter angeschlossen wird; seitens einer großen Anzahl von Elektrizitätswerken ist diese Art der Wechselschaltung mit Rücksicht auf die hierdurch häufig und leicht auftretenden Kurzschlüsse durch Federbruch, Funkenziehen oder dgl. geradezu verboten, so daß die Abnahme derartiger Installationen verweigert wird. Außerdem ist bei geerdetem Nulleiter die Schaltung aus dem anderen Grunde noch unzulässig, weil in einer der beiden Schalterstellungen die geerdete Leitung abgeschaltet ist und die volle Spannung gegen Erde an der Lampe liegt[2].

Unklar und, da aus dem Zusammenhang gerissen, leicht mißverständlich sind die Abb. 47 und 48, die Schaltungen mit Spartransformatoren zeigen; übrigens wäre in Abb. 48 die Bezeichnung Drosselspule eher am Platze. Bemerkt sei noch, daß die an jeder einzelnen Lampe vorhandene Klemmenspannung in hohem Maße abhängig ist von der Zahl der jeweils eingeschalteten Lampen, so daß man praktisch, um eine größere Unabhängigkeit von der Klemmenspannung und gleichzeitig eine leichtere Isolation der Beleuchtungskörper sowie ein gefahrloses Auswechseln bzw. Instandsetzen der Lampen während des Betriebes zu erreichen, anstatt der Drosselspule für jede Lampe oder für eine Gruppe von Lampen einen eigenen Transformator verwendet, ähnlich Abb. 50. Damit beim Erlöschen einer Lampe bzw. Lampengruppe der Transformator wegen zu großer Sättigung im Eisen nicht verbrennt, ist der Magnetisierungstrom durch entsprechende Luftschlitze im magnetischen Kreis genügend groß zu wählen. Diese Maßnahme dürfte sich mehr empfehlen als die dargestellte Kurzschließung der Sekundärwicklung (oder die Einschaltung eines entsprechenden Ersatzwiderstandes).

Abgesehen davon, daß für gewöhnlich in Gleichstromkreisen ein und derselbe Strommesser für verschiedene Meßkreise bzw. -stellen nicht in direkter Einschaltung unter Zuhilfenahme eines Umschalters ähnlich dem für die Leistungsmessung bei Drehstrom gebräuchlichen verwendet wird, wie es in Abb. 76 gezeigt ist, sondern mittels Nebenwiderstände angeschlossen wird, ist das Schaltungsbild prinzipiell deswegen unrichtig, weil in den Schaltstellungen 1 und 3 zwei an sich getrennte Stromkreissysteme über das Instrument kurzgeschlossen werden, was wohl kaum beabsichtigt sein dürfte.

Es scheint ferner bei der Neubearbeitung entgangen zu sein, daß Stromwandler (Abb. 79 und 80) sekundär niemals geöffnet sein dürfen mit Rücksicht einerseits auf die auftretende hohe Spannung, die zu einer Gefährdung des Bedienenden führt, und anderseits auf den Wandler selbst, der infolge der hohen Eisenverluste durch Übersättigung sich unzulässig erwärmt und schließlich verbrennt.

[1] Besprechung siehe ETZ 1927, S. 377.
[2] Vgl. § 16a, Abs. 3 der Errichtungsvorschriften.



Recht bedenklich erscheinen, da gleichfalls aus dem Zusammenhang gerissen und daher unvollständig, die dargestellten Synchronisierschaltungen in den Abb. 94 bis 100; im einzelnen darauf einzugehen, würde an dieser Stelle zu weit führen, wie ich mir aus diesem Grunde auch eine Besprechung sonstiger Abbildungen ersparen möchte.

Alles in allem möchte für eine weitere Neuauflage dem Verlag empfohlen werden, durch einen wirklich mit sämtlichen Einzelheiten des Stoffes vertrauten Bearbeiter alle die zur Beanstandung Anlaß gebenden Abbildungen auszumerzen und durch geeignetere aus der so großen Zahl der elektrotechnischen Schaltungen ersetzen zu lassen, ebenso wie die sonstige gründliche Durcharbeitung der einzelnen Abschnitte und ihre Anpassung an den heutigen Stand der Technik — ich denke im besonderen an die in nicht weniger als 24 Abbildungen behandelten Bogenlampenschaltungen, denen heute eine diesen Umfang rechtfertigende Bedeutung nicht mehr zukommt — angezeigt wäre. Auf diese Weise könnte auch das Rezeptmäßige des Aufbaues sowie im sonstigen die Gefahr vermieden werden, den Leser zu ermüden. Daß bei dieser Gelegenheit der angeregten Umarbeitung auch den Bestimmungen des VDE[8], namentlich dessen Arbeiten über Klemmenbezeichnungen, und dessen leider gar nicht beachteten Schaltbildern und Schaltzeichen gemäß den Normblättern DIN VDE 700 ... 720 Rechnung zu tragen sein dürfte, ist bei dem Zweck, den das Buch verfolgt, wohl oder übel eine conditio sine qua non.

O. Hammerer.

Electric Trains. Von R. E. Dickinson. Mit 138 Textabb., XII u. 292 S. in 8°. Verlag von Edward Arnold & Co., London 1927. Preis geb. 16 s.

Das Buch wendet sich vornehmlich an den praktischen Bahntechniker und den Studierenden. Es geht von den Grundvorstellungen aus und bringt bei Rechnungen die mathematischen Unterlagen in ihrer fertigen Form. Hauptsächlich werden die Fahrbetriebsmittel der Stadtschnell- und Vorortbahnen, Städtebahnen und Hauptbahnen behandelt. Als Ausgangspunkt dient das Fahrdiagramm, dessen Aufzeichnung und Formen samt den Bewegungswiderständen eingehend dargelegt werden. Die Regelungen einschl. Zugsteuerungen, Widerstände mit Berechnung und Motoren schließen sich daran an. Überall werden die praktischen Gesichtspunkte in den Vordergrund gestellt. Mit den Stromabnehmern werden zugleich die Stromzuführungen vorgenommen. Besondere Kapitel werden den Drehstrom- und Einphasenwechselstrom-Bahnen gewidmet, wobei indes lediglich deren Motoren und Regelung behandelt werden. Einige überlebte Systeme hätten hierbei übergangen werden können. Bei den Bremsungen werden auch die elektrischen mit und ohne Stromrückgewinn herangezogen. Die dann folgende Zusammenstellung und der Vergleich der verschiedenen Bahnstromarten bewegen sich in den üblichen Gleisen. Den Abschluß des Buches bilden Berechnungsbeispiele.

Die Darstellung läßt in praktischen Dingen überall den erfahrenen Techniker erkennen, was dem Buche sicherlich viele Freunde erwerben wird. Zehme.

Berechnung und Entwerfen von Turbinen- und Wasserkraftanlagen. Von P. Holl. Mit einer Anleitung zur Anwendung des Turbinenrechenschiebers. Neu bearbeitet von Dipl.-Ing. E. Glunk. 4. Aufl. Mit 41 Textabb., 6 Taf., VII u. 187 S. in 8°. Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin 1927. Preis geh. 8,80 RM, geb. 10,50 RM.

Die von Glunk, dem Mitarbeiter Oskar v. Millers, nach dem Tode Holls übernommene Weiterbearbeitung und Ergänzung der ursprünglich zum Turbinenrechenschieber gegebenen Anleitung ist ein recht brauchbares Hilfsmittel zum Projektieren von Wasserkraftanlagen geworden und gibt dem nicht ausschließlich auf diesem Gebiet Tätigen die erforderlichen Erfahrungswerte an die Hand. Die Benutzung des Turbinenrechenschiebers ist dabei nicht zur Voraussetzung gemacht. In einer Sammlung von durchgerechneten Beispielen wird die Anwendung der Formeln gezeigt. Das kurze Kapitel über Zentrifugalpumpen dürfte vielleicht mit Rücksicht auf die Bedeutung der hydraulischen Speicheranlagen künftig etwas zu erweitern sein.

Das mit guten Abbildungen ausgestattete Buch kann insbesondere auch dem mit der Projektierung von Wasserkraftzentralen sich befassenden Elektroingenieur bestens empfohlen werden. G. Birkmann.

[8] So sei z. B. auf § 48 der R.E.A./1928 verwiesen, wonach Läuferanlasser der Einphasen- und Drehstrommotoren die Läuferkreise nicht unterbrechen dürfen, eine Bestimmung, auf die in den entsprechenden Schaltungen des Buches keinerlei Rücksicht genommen ist.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im März 1928 ist der Wert der Einfuhr gegen den Vormonat (480 524 £) um 34 973 £ oder 7 % und im Vergleich zum März 1927 um 48 781 £ bzw. rd. 10 % gewachsen. Diese Erhöhung betraf hauptsächlich Maschinen, Leitungsmaterial und Apparate für Schwachstrom, elektrotechnische Kohlen sowie Glühlampen, während u. a. der Import von nicht mit Gummi isoliertem Leitungsmaterial für Starkstrom, Bogenlampen und Meßinstrumenten zurückgegangen ist. Die Ausfuhr zeigt gegen den Vormonat (1 482 202 £) eine Steigerung um 262 722 £ oder 18 % und gegen den gleichen Monat des Vorjahres um 207 533 £, d. h. nahezu 14 %. Zugenommen hat letzterem gegenüber besonders der Export von Maschinen, Leitungsmaterial und Apparaten für Schwachstrom sowie von Meßinstrumenten; dagegen ist die Ausfuhr von Unterseekabeln, elektrotechnischen Kohlen, Glüh- und Bogenlampen wertlich gefallen. Für das abgelaufene Vierteljahr ergibt sich nach der Zahlentafel gegen die gleiche Zeit des Vorjahres eine Steigerung der Einfuhr um 263 904 £ bzw. 20 % und eine Verringerung des Exports um 21 197 £. Dessen Überschuß über die Einfuhr betrug 3 205 042 £ (3 490 143 i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	1928	1927	1928	1927
	März			
Maschinen	157 772	138 728	644 432	577 604
Waren u. Apparate .	357 725	327 988	1 100 492	959 787
	515 497	466 716	1 744 924	1 537 391
	Januar/März			
Maschinen	446 244	366 757	1 735 700	1 773 210
Waren u. Apparate .	1 122 531	938 114	3 038 117	3 021 804
	1 568 775	1 304 871	4 773 817	4 795 014

Wachsende Kupfergewinnung in Kanada. — Der Leiter der Bergwerks- und Chemischen Abteilung des Dominion Bureau of Statistics, Ottawa, S. J. Cook, ist, wie er im Mining Journ.[2] schreibt, der Ansicht, daß Kanada, auf das heute erst ungefähr 5 % der Weltkupfergewinnung entfallen, 1937 nach den V. S. Amerika und Chile die dritte Stelle unter den Erzeugern einnehmen werde. Er begründet diese Erwartung mit der sehr starken Entwicklung der Kupferproduktion in Quebec (Rouyn district), bei Sudbury in Ontario und in Manitoba. Gegen 1926 würde sich die Jahresausbeute der V. S. Amerika in den 10 Jahren nur von rd. 796 500 auf 800 000 t, die Chiles aber von 202 300 auf 250 000 und die Gewinnung Kanadas sogar von 58 200 auf 230 000 t erhöhen, während die 1926 von Europa gelieferten rd. 123 000 Tonnen nach Cook auf 95 000 t zurückgehen sollen. Im ganzen hält der genannte Statistiker ein Anwachsen der Weltproduktion von rd. 1,5 Mill. t in 1926 auf 1,8 Mill. t in 1937 für wahrscheinlich, ebenso unter Hinweis auf die Fortschritte der Elektrisierung usw. eine Steigerung des Kupferverbrauchs, der in den V. S. Amerika je Einwohner 1913 8,22, 1926 aber schon 15,54 lbs (7 kg) betrug.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[3]. — Für den März 1928 zeigt die Zahlentafel innerhalb des Tarifunterabschnitts 18 B bei der Einfuhr gegen den Vormonat (9245 dz bzw. 4,545 Mill. RM) mengenmäßig eine leichte Steigerung um 154 dz, wertlich dagegen eine Abnahme um 0,94 Mill. RM oder 21 %. Die Ausfuhr ist, verglichen mit der des Februars (113 823 dz bzw. 41,279 Mill. RM) einschl. der Reparationssachlieferungen in Höhe von 2000 dz und 0,825 Mill. RM, um 571 dz und dem Wert nach um 2,092 Mill. Reichsmark oder 5 % gesunken. Für das erste Vierteljahr ergibt der Import gegen dieselbe Periode des Vorjahres einen Zuwachs um 11 975 dz oder 76 % und wertlich um 5,140 Mill. RM, d. h. nahezu 78 %. Im ganzen sind in diesem Zeitabschnitt 8504 Lichtmaschinen (2744 i. V.), 35 479 Dynamos, Elektromotoren usw. (15 382 i. V.), 366 Bogen- usw. Lampen (415 i. V.), 1,21 Mill. Metalldrahtlampen (1,61 i. V.) und 21 200 Kohlefaden- usw. Lampen (27 0000 i. V.) eingeführt worden. Die im Export enthaltenen Reparationssachlieferungen betrugen 8745 dz im Werte von 4,444 Mill. Reichsmark, nach deren Abzug sich für die Ausfuhr im Vergleich zum ersten Vierteljahr 1927 eine Erhöhung um 86 398 Doppelzentner oder 36 % und um 32,359 Mill. RM bzw. 40 % ergibt. Einschließlich der Reparationssachlieferungen sind im 1. Quartal 20 418 Lichtmaschinen (10 256 i. V.), 160 397 Dynamos, Elektromotoren usw. (127 674 i. V.), 6108 Bogen-

[1] Nach The Electrician Bd. 100, 1928, S. 444. Vgl. ETZ 1927, S. 672 1928, S. 594.
[2] Bd. 161, 1928, S. 278.
[3] Vgl. ETZ 1927, S. 671; 1928, S. 595.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz März 1928	Einfuhr in dz Januar/März 1928	Einfuhr in dz Januar/März 1927	Ausfuhr in dz März 1928	Ausfuhr in dz Januar/März 1928	Ausfuhr in dz Januar/März 1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren . . .	141	806	208	641*	1532*	604
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	3 353	12 409	7 161	28 270*	82 950*	47 94[illegible]
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	38	87	364	2 710*	8 908*	2 933
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	704	1 705	453	5 423*	12 438*	11 537
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	2 957	5 551	3 188	31 197*	91 832*	80 134
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	6	29	32	338	846	785
911 a	Metallfadenlampen	190	606	852	953*	3 014*	1 974
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	3	13	13	101	272	223
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	2	7	79	7	43	45
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon	67	123	239	1 523*	3 786*	3 265
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	189	991	552	3 570	11 163*	6 927
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	238	590	273	2 400*	7 114*	7 039
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	10	13	561	1 626	1 175
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	74	297	145	1 018*	3 066*	1 777
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	0	2	1	8	26	25
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	294	771	487	1 278*	3 773*	2 373
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	33	58	86	982*	2 385*	2 022
912 F 2	Vorrichtung für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	971	3 222	1 228	25 006*	74 949*	50 184
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgen. 912 D)	53	147	204	1 378*	4 312*	2 887
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	47	185	76	3 249	12 759	10 914
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a).	27	96	92	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	12	30	14	37	134*	113
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	2 602*	6 086*	2 995
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz .	9 399	27 735	15 760	113 252*	333 014*	237 871
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*3 605*	*11 682*	*6 542*	*39 187**	*117 765**	*80 962*
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	44	149	46	219	2 714	1 900
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	2	15	34	96	216	145
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	18	18	10	881	2 370	1 780
648 d	Elektroden	1 459	2 983	1 456	28 387	55 723	45 502
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	7	50	—	5 004	12 972*	13 304
740 a	Glühlampenkolben	24	40	39	880	2 595	2 228
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	121	495	208	[8]	[8]	[8]
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	49	243	81			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	147	448	669	10 156*	31 084*	23 580

usw. Lampen (5192 i. V.), 14,6 Mill. Metalldrahtlampen (9,5 i. V.) und 0,7 Mill. Kohlenfaden- usw. Lampen (0,7 i. V.) ins Ausland gesandt worden. Der Überschuß des Exports, einschl. der Reparationssachlieferungen, beläuft sich auf 305 279 dz im Wert von 106,083 Mill. RM (222 111 dz bzw. 74,420 Mill. RM ohne Reparationssachlieferungen i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 208: Wer baut den „Spintermeter“ (Apparat zur Bestimmung der Durchschlagsfestigkeit von Transformatorenöl)?

Frage 208: Welche Firma stellt Metallteile für Lüsterklemmen her?

Abschluß des Heftes: 5. Mai 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

). HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 17. MAI 1928
41—780)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang Berlin, 17. Mai 1928 Heft 20

Der neue Deutschland-Sender bei Königswusterhausen.

Von **Wilhelm Kummerer**, Berlin.

Übersicht. Es wird eine Beschreibung des neuen Deutschland-Senders bei Königswusterhausen gegeben. An Hand eines Prinzipschaltbildes wird der elektrische Aufbau der Anlage geschildert, die Modulationsmethode wird erläutert und eine Aufstellung über den Stromverbrauch der Anlage gegeben.

Am 20. XII. 1927 wurde der von der Firma Telefunken, Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, erbaute neue Deutschland-Sender bei Königswusterhausen dem Betrieb übergeben. Er besitzt eine Hochfrequenzleistung in der Antenne von 30 kW in unbesprochenem Zustand bei einer praktisch geradlinigen Aussteuerbarkeit von 70 %. Nach den Festsetzungen der Union Internationale de Radiophonie soll für Rundfunksender als Leistung die Primäraufnahme der letzten Hochfrequenzstufe angegeben werden, und in diesem Sinn trägt der Deutschland-Sender die offizielle Bezeichnung 75 kW. Seine Leistung beträgt damit das Sechsfache der Leistung des bisherigen Deutschland-Senders in Königswusterhausen; der Sender arbeitet wie der frühere auf Welle 1250 m (240 kHz).

Abb. 1. Vorderansicht des Stationsgebäudes.

Die Station steht in einem ebenen Waldgelände in der Gemarkung Zeesen, etwa 4 km südlich von der bekannten Hauptfunkstelle Königswusterhausen. Ein Flächenstück von rd. 750 m Länge und 300 m Breite ist abgeholzt zur Unterbringung des Erdnetzes, der Masten mit ihren Abspannungen und des Stationsgebäudes (Abb. 1). Als Antenne dient eine T-Antenne, welche von zwei isoliert aufgestellten eisernen Gittermasten getragen wird. Genau in der Mitte zwischen den beiden Masten ist das Stationsgebäude errichtet, so daß die Niederführung der Antenne fast senkrecht verläuft. Abb. 2 zeigt schematisch die Vorderansicht der Station. Die Höhe der Masten beträgt 210 m, ihr Eigengewicht je rd. 65 t bei einem Spitzenzug von maximal 6 t. Jeder Mast ist symmetrisch nach drei Richtungen durch je vier in verschiedener Höhe angreifende Seile abgespannt. Der Abstand der Masten beträgt 450 m. Die Dachfläche der T-Antenne ist 280 m lang und 12 m breit, sie besteht aus fünf in einem Abstand von je 3 m gespannten Bronzeseilen von 7 mm Dmr. Für die dreidrähtige Niederführung ist Bronzeseil von 5,5 mm Durchmesser gewählt. Die statische Kapazität der Antenne gegen Erde beträgt rd. 4000 cm ($4{,}45 \cdot 10^{-3}$ µF), ihre Eigenwelle ist 2100 m. Als Erde dient ein Erdnetz, das aus vom Hauptgebäude strahlenförmig nach allen Richtungen verlaufenden Bronzedrähten besteht, welche unmittelbar am Gebäude, an der Peripherie und etwa in der Mitte zwischen Gebäude und Peripherie durch Ringleitungen verbunden sind. Zur Verbesserung der Erde sind an der dem Gebäude am nächsten liegenden Ringleitung eine größere Anzahl von Metallröhren bis zum Grundwasser in die Erde getrieben und mit der Ringleitung metallisch verbunden. Alle Verbindungen am Erdnetz sind Klemmverbindungen. Das in Abb. 3 dargestellte Erdnetz liegt etwa 30 cm tief im Erdboden; zur Herstellung wurden etwa 15 000 m Bronzedraht von 3 mm Durchmesser benötigt. Unter dem Sender ist zur Erzielung eines gleichmäßigen Erdpotentials ein Kupferdrahtnetz verlegt, das mit der Sendererde leitend verbunden ist. Ferner ist das Hallendach zwecks Abschirmung gegen die Einwirkung der Antenne mit einer Kupferbekleidung versehen, die leitend an die Sender- und die Stationserde angeschlossen ist.

Die Baulichkeiten der Station (Abb. 1 und 4) bestehen aus einem Haupt- und einem Nebengebäude; das letztere wurde errichtet, da eine Unterkellerung des Hauptgebäudes wegen des hohen Grundwasserspiegels mit großen Kosten verbunden gewesen wäre. Das Hauptgebäude hat eine Grundfläche von etwa 1060 m². Es besteht aus einem Hallen- und einem Kopfbau. In dem ersteren befinden sich die Hochspannungsschaltanlagen, der Gleichrichter-, der Sender-, sowie der Maschinenraum, während der Kopfbau Besuchszimmer, Büroräume und Dienstwohnungen enthält. Das Nebengebäude paßt sich in seiner Bauweise

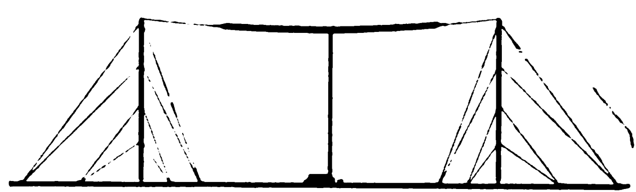


Abb. 2. Schematische Vorderansicht der Station.

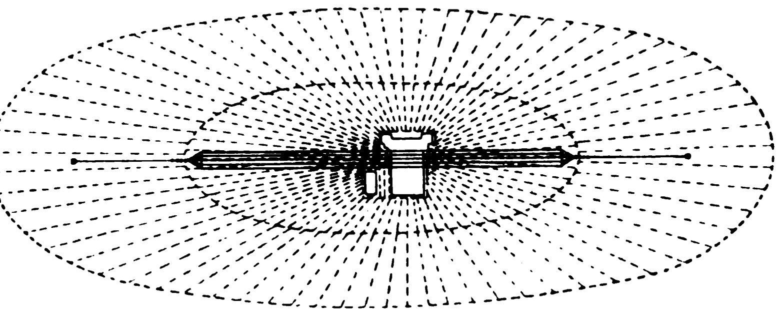


Abb. 3. Erdnetz.

dem Hauptgebäude an; es enthält in der Hauptsache die Wasserrückkühlanlage.

Hochfrequenzteil des Senders.

Der Sender ist ein Röhrensender mit drei Hochfrequenzstufen von 2,5 kW, 20 kW und 120 kW nomineller Röhrenleistung (siehe Prinzipschaltbild Abb. 5 und Grundriß Abb. 6). Sämtliche drei Stufen werden mit der nämlichen Anodengleichspannung von maximal 12 kV betrieben, welche durch einen Sechsphasengleichrichter mit Hochvakuumventilen erzeugt wird. Die Röhren der beiden ersten Stufen werden mit Gleichstrom, die Röhren der dritten Stufe mit Wechselstrom (50 Hz) geheizt, wobei die sechs Röhren gleichmäßig auf die drei Phasen des Drehstromnetzes verteilt sind.

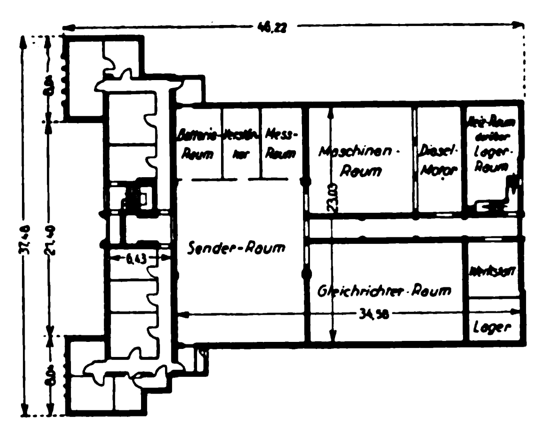


Abb. 4. Grundriß des Erdgeschosses.

Abb. 5. Grundschaltung.

Abb. 7. Charakteristik der Röhre RS 53.

Die erste Stufe schwingt in Eigenerregung und bestimmt die Wellenlänge des Senders. Sie ist ausgerüstet mit einer 2,5 kW-Röhre Type RS 53; die Abb. 7 zeigt die Kennlinie der Röhre. Der Schwingkreis ist aufgebaut aus einem Dubilier-Glimmer-Kondensator und zwei parallel geschalteten Spulen, von denen die eine als Variometer ausgebildet ist und zur Einstellung der Senderwelle benutzt wird, während die andere als Koppelungsspule für die Rückkoppelung und für die Gitterwechselspannung der nächstfolgenden Stufe dient. Die beiden Schwingkreisspulen stehen dicht nebeneinander und sind so geschaltet, daß sich der magnetische Kraftlinienfluß schließt; hierdurch werden die Nebenkoppelungen mit den folgenden Senderstufen erheblich vermindert. Die Schwingkreis-Stromstärke beträgt rd. 16 A bei einer Anodenwechselspannung von 8 kVeff. Die zweite Stufe ist ausgerüstet mit einer 20 kW-Wasserkühlröhre Type RS 225g (Abb. 8 u. 9). Die Röhre arbeitet auf einen Schwingkreis, der wie der Schwingkreis der ersten Stufe aus einem Dubilier-Kondensator und zwei parallel geschalteten Spulen besteht. An diesen Kreis ist ein ungefähr auf die Betriebswelle abgestimmter und durch einen wassergekühlten Belastungswiderstand gedämpfter Kreis angekoppelt, welcher die Gitterspannung für die dritte Senderstufe liefert. Zur Vermeidung der nachteiligen Rückwirkung auf die vorhergehende Stufe, welche sich durch die innere Röhrenkapazität ergibt, ist Gitterneutralisation-Schaltung angewandt.

Die Modulation des Senders erfolgt in dieser Stufe nach der Gittergleichstrom-Methode. Die Gitterwechselspannung, welche der erste Steuersender liefert, bleibt hierbei konstant, während die Gittervorspannung moduliert wird. Zu diesem Zweck wird der Gittergleichstrom der Schwingröhre (in diesem Fall der 20 kW-Röhre) durch die sog. Modulationsröhren geleitet, deren Widerstand durch Verändern ihrer Gittervorspannung im musikfrequenten Rhythmus beeinflußt wird. Als Modulationsröhren dienen drei parallel geschaltete Röhren RV 230, deren Charakteristik Abb. 10 zeigt. Die Heizung der Modulationsröhren geschieht mit Wechselstrom, die negative Vorspannung für deren Gitter wird durch Gleichrichten von Hochfrequenz, welche der unmoduliert durchschwingenden ersten Stufe entnommen wird, gewonnen.

Die dritte Stufe enthält sechs Stück 20 kW-Röhren Type RS 225g, von denen je drei parallel und die beiden Gruppen in Gegentakt geschaltet sind. Zur Neutralisation sind zwei einstellbare Kondensatoren vorhanden. Die Teilung der Gitter- und der Anodenspannung geschieht kapazitiv, wodurch sich ein besonders symmetrischer Zusammenbau, eine günstige Leitungsführung und eine sehr geringe Neigung des Senders zu Störschwingungen ergeben. Die Zuführung des Gitter- bzw. des Anodengleichstromes geschieht durch Hochfrequenzdrosseln. Die Röhren erhalten eine negative Gittervorspannung von rd. 700 V mit Hilfe einer besonderen Maschine.

Zur weitgehenden Unterdrückung der Oberwellen in der Antenne ist der Antennenkreis nicht unmittelbar an den Röhrenkreis gekoppelt, sondern es ist noch der ebenfalls auf die Betriebswelle abgestimmte Sekundärkreis dazwischengeschaltet. Dieser ist induktiv mittels einer schwenkbaren Spule an den Röhrenkreis angekoppelt, während die Ankoppelung der Antenne betriebsmäßig invariabel ist und kapazitiv erfolgt. Durch den Sekundärkreis wird der Oberwellenstrom in der Antenne auf den k-ten Teil des Wertes geschwächt, den der gleiche Sender ohne Zwischenschaltung des Sekundärkreises in die Antenne liefern würde. Für k ergibt sich der Ausdruck $k = \frac{S}{N}(n^2 - 1)$, wobei S die Scheinleistung im Sekundärkreis, N die Durchgangswirkleistung, n die Gradzahl der Harmonischen bedeuten. Bei dem vorliegenden Sender ist $S = 300$ kVA, $N = 30$ kW, und man erhält damit folgende Zahlenwerte:

n	λ	k
n = 2	λ = 625 m	k = 30
3	417	80
4	313	150
5	250	240
6	208	350

Außerdem ist durch Anwendung der Gegentaktschaltung erreicht, daß sämtliche geradzahligen Harmonischen nahezu fehlen; ein geringer Restbetrag verbleibt nur durch das nicht völlig gleichmäßige Arbeiten der beiden Röhrengruppen.

Der Antennenkreis besteht aus einem Koppelungskondensator, einem Variometer und der Verkürzungskapazität. Die Betriebswelle von 1250 m ist das 0,6fache der Eigenwelle der Antenne, welche 2100 m beträgt. Die Antenne verhält sich in diesem Fall induktiv, d. h. es muß eine Verkürzungskapazität in die Antennenzuleitung gelegt werden, damit das Gebilde ohmisch wird. Der Strombauch liegt erheblich über der Erde, so daß an der Koppe-

lungstelle die Stromstärke verhältnismäßig klein ist. Die Kurven Abb. 11 geben für diese Antenne für einen Wellenbereich von 1000 ... 2800 m den Wirk- und den Blindwiderstand. Für die Betriebswelle ergibt sich hieraus $R = 70\ \Omega$, $X = 380\ \Omega$ induktiv. Die Antennenleistung folgt durch Multiplikation des Wirkwiderstandes mit dem Quadrat des an der Koppelungsstelle (nicht im Strombauch) gemessenen Stromes, während der Blindwiderstand durch die Abstimmittel kompensiert wird. Die Verwendung der stark verkürzten Antenne hat sich zur Erzielung einer großen Reichweite als besonders vorteilhaft erwiesen.

1 Stufe 2 Stufe 3 Stufe Sekundärkreis Antennenkreis Schaltpult

Abb. 6. Grundriß des Senders.

Die Modulation des Senders geschieht in der zweiten Stufe, da man hierdurch mit weniger Modulationsröhren auskommt als bei der Modulation der Endstufe. Ferner erhält man eine fast geradlinige Modulationskurve; der Sender läßt sich infolgedessen bis zu einem höheren Betrag verzerrungsfrei aussteuern als ein unmittelbar nach der Gittergleichstrom-Methode modulierter Sender. Dies ist auf die Verwendung der negativen Vorspannung in der Endstufe zurückzuführen. An Hand der Abb. 12 sei dies erläutert. Die Kurve *I* zeigt die Abhängigkeit des Schwingkreisstromes der Endstufe (Antennenstrom) von der hochfrequenten Gitterwechselspannung, welche nicht in Volt eff., sondern als Scheitelspannung aufgetragen ist. Der Antennenstrom ist in Prozenten, bezogen auf den Ruhestrom, bezeichnet. Die Gittergleichspannung beträgt — 700 V. Da bei 12 kV Anodengleichspannung nach der Röhrencharakteristik Abb. 9 der Anodenstrom bei — 200 V Gitterspannung völlig gesperrt ist, ist die Schwingkreisstromstärke gleich Null, solange die Gitterwechselspannung kleiner als 500 V ist. Steigert man die Gitterwechselspannung, so wächst der Schwingkreisstrom und erreicht ein Maximum bei einer Gitterwechselspannung von etwa 1500 V, d. h. bei einer positiven Scheitelspannung von rd. 800 V. Bei weiterer Erhöhung der Gitterspannung beginnt der Schwingkreisstrom langsam abzunehmen, da nun zu viel Elektronen auf das Gitter gehen und dadurch der Anodenstrom wieder sinkt. Die Kurve *II*, welche um 90° gedreht gezeichnet ist, zeigt die Modulationskurve der zweiten Senderstufe, welche unmittelbar durch Gittergleichstrom-Modulation gewonnen wird. Als Abszisse ist die Gittervorspannung der Modulationsröhren $E_{g\,mod.}$ aufgetragen, während die Ordinate die dem Schwingkreisstrom dieser Stufe proportionale Gitterwechselspannung der dritten Senderstufe gibt. Durch geeignete Ankoppelung des Gitterkreises der dritten Stufe an die zweite läßt sich erreichen, daß die größte Schwingkreisstromstärke der zweiten Stufe gerade die für den maximalen Antennenstrom erforderliche Gitterwechselspannung der Endstufe liefert. Die Kurve *III*, welche sich leicht aus den beiden Kurven *I* und *II* ableiten läßt, zeigt die Abhängigkeit des Antennenstromes von der Modulationsröhren-Vorspannung, d. h. die eigentliche Modulationskurve des Senders; sie läßt erkennen, daß sich der Sender praktisch verzerrungsfrei um 70 % des Ruhestromwertes modulieren läßt.

Die Besprechung des Senders erfolgt von Berlin über die Hauptfunkstelle in Königswusterhausen. Die Gesamtlänge des Kabels Berlin-Zeesen beträgt etwa 35 km. Die

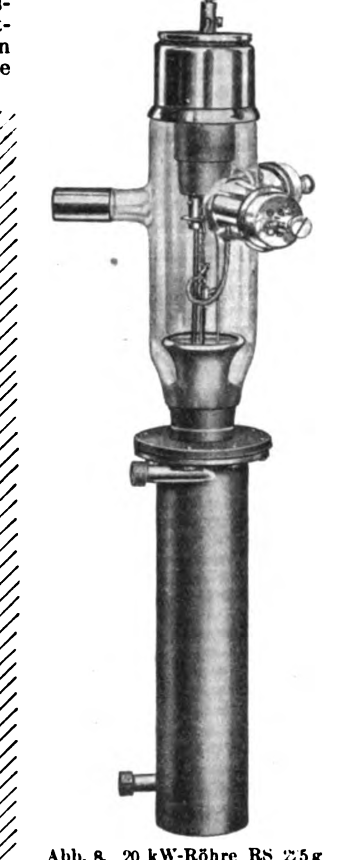


Abb. 8. 20 kW-Röhre RS 225 g

über das Kabel ankommende tonfrequente Spannung von 1 ... 2 V wird durch einen einstufigen Gegentaktverstärker auf die für die Modulation erforderliche Spannung von rd. 30 V Spitzenwert verstärkt. Der Verstärker enthält 2 Röhren Type RV 24 mit 14 V, 4 A Heizleistung und 600 V Anodenspannung. Ein Schwächungswiderstand im Verstärker

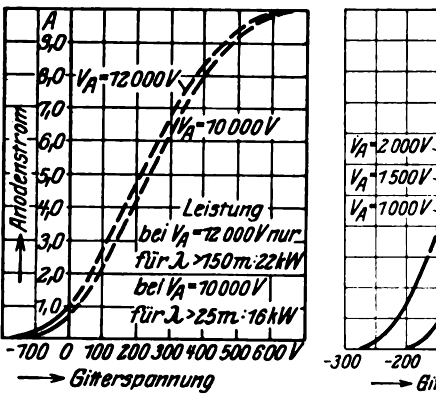


Abb. 9. Charakteristik der Röhre RS 225 g.

Abb. 10. Charakteristik der Röhre RV 230.

gestattet die richtige Einstellung des Verstärkungsgrades, die jedoch nur einmalig erfolgt, während die Regelung bei den Darbietungen im Aufnahmeraum in Berlin stattfindet. Zwischen Endverstärker und Kabel sind Hochfrequenzsperren eingebaut, welche das Eintreten von Hochfrequenz in die Kabelleitungen verhindern. Zur Ermittlung des Aussteuerungsgrades bei der Modulation dient ein besonderes Aussteuerungs-Meßgerät. Außerdem ist eine Abhörvorrichtung vorgesehen, welche eine Kontrolle der Musik unmittel-

bar hinter dem ankommenden Kabel, hinter dem Endverstärker und hinter dem Sender gestattet.

Der Aufbau des Senders ist freistehend und übersichtlich, wie die Abb. 13 und 14 erkennen lassen. Für die Bedienung ist ein Schaltpult vorgesehen, auf dem sich die Meßinstrumente der Starkstromanlage und der Hilfsmaschinen sowie die Druckknöpfe für die Fernbetätigung der einzelnen Apparate befinden. Die Inbetriebsetzung der Anlage kann durch einen einzigen Hauptdruckknopf oder durch Einzelschaltung erfolgen. Geeignete Blockierungen verhindern eine Betätigung der Druckknöpfe in falscher Reihenfolge. Bei der Benutzung des Hauptdruckknopfes sorgen Zeitrelais normaler Bauart für die nötige Verzögerung zwischen den einzelnen Schaltvorgängen.

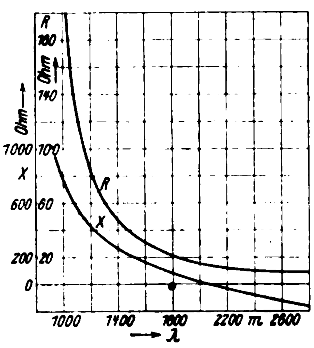
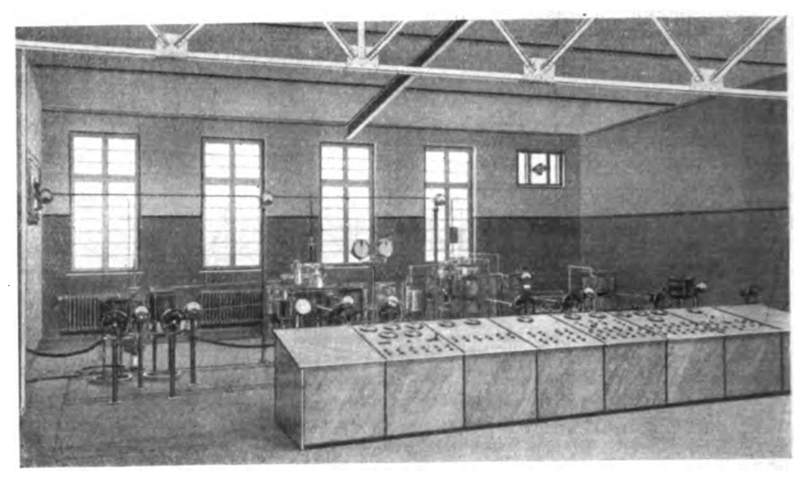


Abb. 11. Wirk- und Blindwiderstand der Antenne.


Abb. 13. Ansicht des Senders.

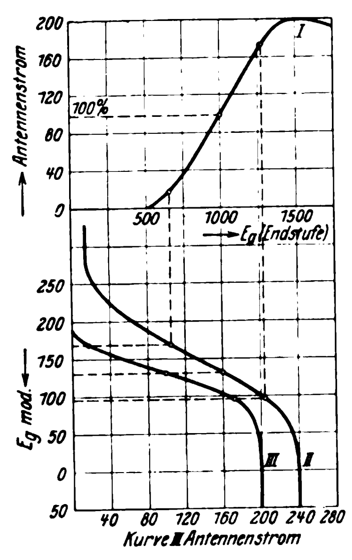
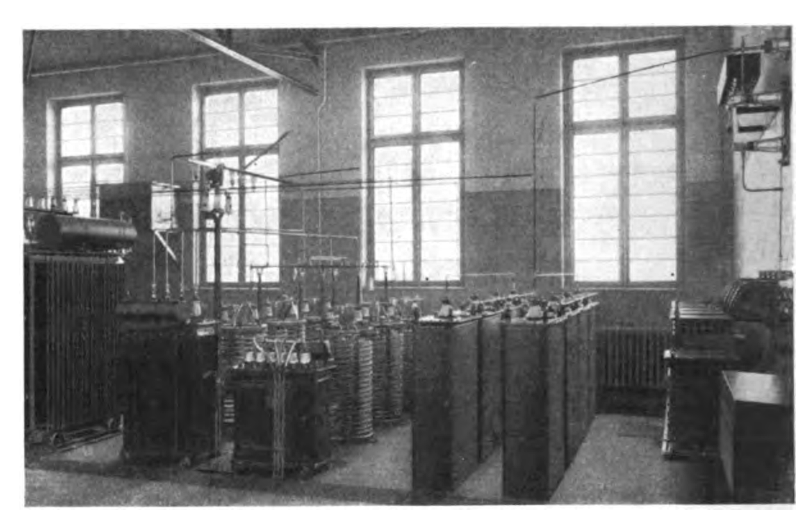


Abb. 12. Modulationskurve.


Abb. 14. Ansicht des Gleichrichters.

Starkstromanlage.

Der Sender erhält seinen Strom aus dem Netz der Berliner Städtische Elektricitätswerke A.-G. in Form von Drehstrom, 6 kV, 400 kVA Anschlußwert. Über einen Hauptölschalter und die üblichen Überspannung-Schutzanordnungen werden Sammelschienen gespeist, an denen ein Lichttransformator für 380/220 V, 30 kVA, ein Krafttransformator für die Hilfsbetriebe für 380 V, 100 kVA und der Betriebstransformator für die Erzeugung des Anodengleichstromes des Senders hängen. Der Betriebstransformator dient zum Betriebe einer Sechsphasen-Gleichrichteranlage mit Hochvakuum-Gleichrichtern; er ist Stern-Sechsphasen-Zickzack geschaltet und hat auf seiner Primärseite (6 kV-Seite) Abzweige, welche durch einen Nullpunktschalter eine Änderung des Übersetzungsverhältnisses ermöglichen. Der Schalter ist ähnlich einem Zellenschalter gebaut und gestattet die Veränderung der erzeugten Gleichspannung in 7 Stufen von 6 ... 12 kV ohne Stromunterbrechung. Eine Charakteristik der benutzten Hochvakuum-Gleichrichter Type RG 221 zeigt Abb. 15. Die Gleichrichter entsprechen in ihrem Aufbau den 20 kW-Schwingröhren (Abb. 8), besitzen wie diese eine wassergekühlte Anode und unterscheiden sich im wesentlichen durch das Fehlen des Gitters. Der Wirkungsgrad des Gleichrichters einschl. Transformator beträgt bei einer Gleichspannung von 12 kV und 15 A Gleichstrom bei Verwendung von 6 Gleichrichtern rd. 83 %, wobei der Aufwand für die Heizung der Glühkathoden (10,5 kW) nicht eingerechnet ist. Der Spannungsabfall ist innerhalb der zulässigen Belastung fast genau proportional dem Strom und entspricht bei konstanter Primärspannung am Transformator etwa einem inneren Widerstand der Stromquelle von 170 Ω. Zur Beseitigung der durch die Gleichrichtung sich ergebenden Pulsation sind zwei Kondensatorgruppen von 20 μF vorgesehen, zwischen die eine Drossel von 3 H geschaltet ist. Die Kondensatoren enthalten als Dielektrikum Hartpapier; sie sind in Einheiten von je 5 μF in eiserne Kästen eingebaut. Die Drossel besitzt einen Eisenkern mit Luftspalten, welche so eingestellt sind, daß bei dem maximalen Gleichstrom eine Sättigung des Eisens von 10 000 Gauß nicht überschritten wird.

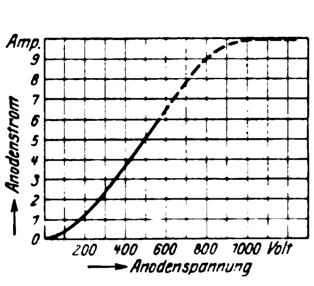


Abb. 15. Charakteristik des Gleichrichters RG 221.

Die Heizung der Ventile erfolgt aus Drehstrom, 380 V, welcher dem erwähnten Krafttransformator entnommen wird. Um die Spannungschwankungen des Netzes ausgleichen zu können, ist gemeinsam für die Gleichrichter und die Schwingröhren der dritten Stufe ein Drehtransformator vorhanden, welcher die Netzspannung um 10 % zu verändern gestattet. Ein Spannungsrelais ermöglicht auch die

selbsttätige Einstellung der Heizspannung auf den richtigen Wert. Da der Widerstand des kalten Wolframfadens nur ein Bruchteil des Widerstandes des weißglühenden Fadens ist, wird zur Vermeidung eines zu großen Einschalt-Stromstoßes die Heizung der Röhren und der Gleichrichter über einen Stufenwiderstand allmählich vorgenommen.

Die Wasserkühlung der Röhren und der Ventile erfolgt nach dem Umlaufprinzip. Das Wasser wird einem Behälter von rd. 15 m³ entnommen, der mit destilliertem Wasser (Regenwasser) gefüllt ist; es wird durch eine Pumpe durch die Röhren gedrückt und gelangt über einen Kühler zurück zu dem Behälter. Die stündlich umlaufende Wassermenge beträgt etwa 15 m³. Der Kühler ist ein Rippenrohrkühler mit rd. 300 m² Kühlfläche, durch den ein Exhaustor stündlich rd. 50 000 m³ Luft saugt. Während der kalten Jahreszeit ist es nur in gewissen Zeitabständen nötig, den Exhaustor laufen zu lassen, um die Temperatur des Wassers unter 50° zu halten. Das Kühlwasser wird den Anoden der Schwingröhren und der Gleichrichter zugeführt.

Stromverbrauch der Anlage.

Die Schwingröhren der dritten Senderstufe sind so bemessen, daß sie bei richtiger Auskoppelung eine Leistung von 120 kW abzugeben vermögen. Da diese Leistung bei Telegraphiesendern sich bei gedrückter Taste des Senders einstellt, wird sie als Oberstrich bezeichnet. Der Wirkungsgrad der Röhren beträgt bei dieser Belastungsart rd. 80 %. Für Telephoniebetrieb wird durch Verminderung der Gitterwechselspannung bei ungeänderter Ankoppelung der Antenne und konstant gehaltener Anodengleichspannung der Antennenstrom auf den halben Wert eingestellt. Die abgegebene Röhrenleistung sinkt hierdurch auf den vierten Teil, also rund 30 kW, während die Gleichstromaufnahme der Röhre auf die Hälfte zurückgeht. Hieraus ergibt sich für Telephonie-Ruhestrombelastung ein Wirkungsgrad von 40 % und als Gleichstromaufnahme der Endstufe der Betrag von 75 kW, welcher nach der internationalen Festsetzung als Leistung des Senders gilt. Man erhält dann folgende Leistungstafel für die gesamte Anlage:

Abgegebene Röhrenleistung der 3. Senderstufe	30 kW	
Aufgenommene Röhrenleistung der 3. Senderstufe bei einem Wirkungsgrad von 40%	75 kW	
Stromaufnahme der 2. Stufe bei Telephonie-Ruhestrom 0,8 A		
Stromaufnahme der 1. Stufe 0,2 A		
Leistungsaufnahme der 1. und 2. Stufe bei 12 kV Gleichspannung	12 kW	
Gesamt-Gleichstromaufnahme der Schwingröhren . . .	87 kW	
Der Wirkungsgrad des Gleichrichters bei 12 kV Gleichspannung, 7,75 A, beträgt 83%		
Primärstrombedarf des Gleichrichters		105 kW
Heizleistung der Ventile, 6×50 A, 35 V, einschl. der Verluste im Drehtransformator und Heiztransformator		12 kW
Heizung der Schwingröhren der 3. Senderstufe 6×50 A, 35 V, einschl. der Transformator-Verluste		12 kW
Heizung der Modulationsröhren		1 kW
Hilfsmaschinen		
a) Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für 220 V für Hilfsbetrieb		2 kW
b) Heizmaschine für die Schwingröhren der 1. und 2. Senderstufe		4 kW
c) Gittervorspann-Maschine 750 V		0,5 kW
d) Anodenspannungsmaschine für den Endverstärker 600 V . .		0,5 kW
e) Wasserpumpe für die Kühlung der Röhren		3 kW
		140 kW.

Hierzu kommt je nach Bedarf der Exhaustor für die Rückkühlung des Wassers mit rd. 20 kW Strombedarf.

Die Elektrotechnik auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1928 außerhalb des HDE.

Von Dipl.-Ing. **W. Kraska**, Berlin.

(Schluß von S. 714.)

IV. Installation.

Die bei Gerätesteckern auftretenden Kurzschlüsse lassen sich in der Hauptsache auf drei Ursachen zurückführen:

1. Die beiden Leiter der Zuleitung werden den Anschlußstellen im Stecker ohne Trennung durch hitzebeständiges Material zugeführt und mitunter zum Zweck der Zugentlastung sogar kreuzweise gelegt.
2. Durch die Erschütterungen, denen Stecker oft ausgesetzt sind, lockern sich mit der Zeit die zum Anschluß der Leitungen im Inneren des Steckergehäuses liegenden Schräubchen. Dies führt zur Funkenbildung und infolge der starken Ionisierung der im Steckerkörper gebundenen Luft zu Kurzschluß.
3. Infolge der hohen Erwärmung des Steckers im Betriebe wird vorzugsweise die Zuleitung als Handhabe zum Herausziehen des Steckers benutzt. Solchen Beanspruchungen sind die meisten Zugentlastungsvorrichtungen um so weniger gewachsen, als sich die Stecker häufig am heißen Gerät festfressen; das Zerreißen der feinen Litzendrähte ist dann nur eine Frage der Zeit.

Wie man diesen Mängeln zu begegnen sucht, läßt die in Abb. 9 dargestellte Ausführung erkennen. Das Kabel mit seiner gemeinsamen Umhüllung ist nur bis an die der Lüftung zugängliche Oberfläche des Steckerkörpers geführt, während von da die vom äußeren Mantel befreiten Leitungen in getrennten Kanälen an die Anschlußstellen gebracht werden, so daß die gegenseitige Isolation durch das hitzebeständige Material des Steckers und nicht durch die Gummihülle erreicht wird. Das zwischen Kabelschuh und dem federnden Lappen der Hülsen liegende Leitungsstück wird auf seine ganze Länge von 10 mm geklemmt. Eine Verlötung der Litzendrähte ist nicht nötig, es kann also auf ein Hilfsmittel verzichtet werden, das sich beim Schraubkontakt als notwendig, im übrigen aber beim Gerätestecker, weil hier das Lot bei den vorkommenden Steckertemperaturen zum Schmelzen kommt, als nachteilig erwiesen hat. Die Konizität des keilförmigen Kabelschuhs ist so gewählt, daß er, einmal zwischen die federnden Lappen gedrückt, von selbst festsitzt. Die Zugentlastung ist so angeordnet, daß sie zwangläufig mit dem Zusammenschrauben des Steckers in Tätigkeit tritt, also aus Nachlässigkeit nicht mehr umgangen werden kann. Der Stelle, wo der gemeinsame Schlauch von den beiden Leitern gelöst wird, und die naturgemäß gegen Stoß, Zug und Biegung empfindlich ist, wurde besondere Beachtung geschenkt. Da die Schraubenschutzfeder an ihrem unteren Ende starr ausgeführt ist, und ihre Elastizität erst an einer Stelle beginnt,

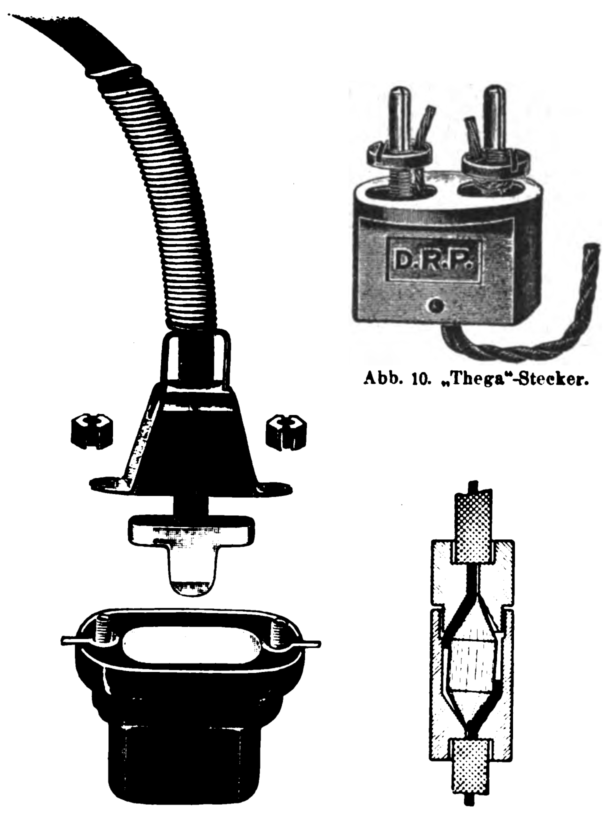


Abb. 10. „Thega"-Stecker.

Abb. 9. „Fafner"-Gerätestecker.

Abb. 11 Schraubenlose Klemme.

wo eine schädliche Erwärmung des Kabels und ein Austrocknen der Gummiisolation nicht mehr zu befürchten sind, wird das häufig beobachtete Bröckeligwerden der Gummiisolation durch das Hin- und Herbiegen des Kabels vermieden. Bei dem von derselben Firma, der Thega-Kontakt G. m. b. H., Berlin, ausgeführten Thega-Stecker (Abb. 10) ist die Montage verblüffend einfach. Mit der Einführung der Leitungsenden in die Fassung und dem Anziehen je einer Klemmscheibe ist die Montage beendet. Die durch eine exzentrische Bohrung der Klemmscheiben geführten Leitungsenden legen sich selbsttätig in Schleifenform um die Steckerstifte herum. Die Stifte sind ohne Kitt, mittels eines auf rein metallischer Grundlage beruhenden Verfahrens in den Porzellankörper eingelassen. — Die Abzweigdose „Esco" der Firma Stahl u. Co., Berlin, gestattet eine gleichzeitige Verwendung von Rohrdraht und Isolierrohr und ist mit einem Momentdeckelverschluß versehen. — Da bei der bisher allgemein gebräuchlichen Lüsterklemme die kleinen Schräubchen häufig herausfallen, leicht überdreht werden können und auch das Schlitzsuchen mit dem Schraubenzieher unbequem ist, hat die Firma Karl Rückwied u. Co., Schramberg, eine Klemme konstruiert (Abb. 11), die ohne Schraubenzieher angebracht werden kann. Die beiden blankgemachten Drähte werden in die beiden Öffnungen der Klemme hineingeschoben. Mit einer Drehung nach rechts werden die beiden zwischen einem innenliegenden Konus hineingesteckten Drähte ihrer ganzen Länge nach festgeklemmt. Die Klemme, die für eine Drahtstärke von 0,1 bis 1,5 mm hergestellt wird, eignet sich besonders auch für Radiozwecke und zum Einbau in elektrotechnische Apparate.

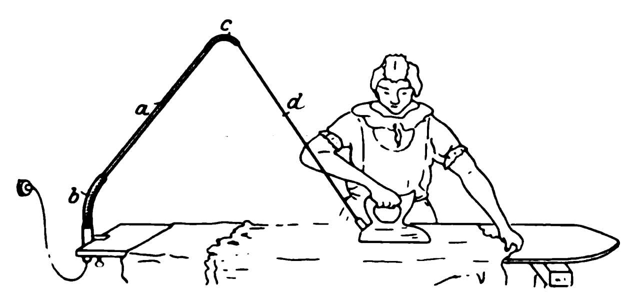
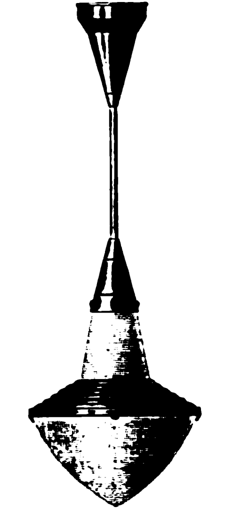


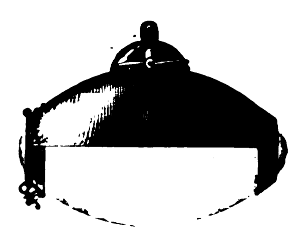
Abb. 12. Schnurhalter für Bügeleisen.

Die von Wilhelm Lenze, Minden, gezeigten Schalenhalter und Kaschierungen haben einen über den Fassungsnippel greifenden Ansatz mit Schlitz, durch den die Madenschraube am Fassungsnippel bequem durchgeführt und auf dem Klemm-Eier-Reduzier-Ringnippel usw. angezogen werden kann. Dadurch wird ein fester Sitz der Fassung bei einfacher Montage ermöglicht. — Für das Blankmachen und Abbinden von Leitungen hat die Firma Hans Gieseler, Magdeburg, eine kleine, mit der Hand gedrehte Maschine konstruiert; das Anbinden geschieht rasch und sauber durch einen sogenannten Klebfaden. — Bei Verwendung des elektrischen Bügeleisens ist die Schnur hinderlich; sie reißt häufig ab und beschmutzt auch die Wäsche. Der Hobra-Schnurspanner von Ernst Hoberg, Braunschweig, ist eine ausziehbare Spiralfeder, die mit dem einen Ende am Bügeleisen und mit dem anderen an einer Holzbüchse befestigt ist; die letztere wird von einem Ständer getragen, der am Plättbrett angebracht wird; beim Plätten zieht sich die Spiralfeder auseinander und die Schnur gleitet durch die Holzbüchse nach, während sich beim Zurückziehen des Bügeleisens die Feder zusammenzieht und dadurch die Schnur um einen gewissen Betrag durch die Holzbüchse zurückschiebt. Eine andere Vorrichtung wurde auf dem Stande von Carl Ernst, Berlin, gezeigt (Abb. 12). Hierbei gleitet die Schnur nicht, sie wird vielmehr gespannt gehalten durch ein Metallrohr, das an den Enden die Spiralen *c* und *b* besitzt; dadurch sind zwei Gelenke geschaffen, von denen das am Tisch befestigte *b* bestrebt ist, das Rohr vertikal zu stellen und somit die Schnur zu spannen.

V. Beleuchtung.

Die neuzeitliche Beleuchtungstechnik arbeitet darauf hin, nicht nur wirtschaftlich und lichttechnisch einwandfreie Beleuchtung zu schaffen, sondern auch die ästhetischen Ansprüche hiermit in Einklang zu bringen. Zur Beleuchtung von Zimmerräumen zeigt die Firma Zeiß Ikon A. G., Goerz-Werk Berlin, eine neue Pendellampe für 75/100/300 W (Abb. 13). Die außerordentlich schlanke Bauart paßt sich in ihrer Geradlinigkeit den heutigen Formen der Innenarchitektur gut an. Es ist Oberlicht zur Aufhellung der Decken und Wände vorgesehen, ferner ist die Blendung, die sonst bei Verwendung von Spiegellicht unangenehm empfunden wurde, hier so gut wie beseitigt. Bei den neuen Stufenspiegellampen für Krankensäle usw. bestehen die Armaturen nur aus Glas und einem emaillierten Deckenbaldachin, um Staubablagerung zu verhindern. Unter den Außenleuchten fällt eine eiförmige Straßenleuchte (Abb. 14) auf. Die Konstruktion bezweckt, das Licht in der Längsrichtung der Straße mit großer Streuung auszustrahlen zu lassen, das Lichtbündel in der Straßenquerrichtung dagegen stark zusammenzudrängen. Dadurch wird unter Vermeidung jedes Lichtverlustes infolge seitlicher Streuung eine bisher nicht erreichte Gleichmäßigkeit in der Straßenbeleuchtung erreicht. Für die Anstrahlung von Fassaden wurden zwei Lampen ausgebildet,


Abb. 13. Stufenspiegellampe.


Abb. 14. Oval-Glockenspiegellampe.

von denen die eine Parabol-, die andere Glockenspiegel besitzt. Das Gehäuse ist auf einem Bügelträger allseitig schwenkbar angeordnet. — Eine interessante Reflektorverstellung war bei der Ideallampe der Firma W. Zwingmann G. m. b. H., Kiel, zu beobachten. Abb. 15 stellt die Lampe in zwei



Abb. 15. Lampe mit verstellbarem Reflektor.

verschiedenen Stellungen dar: der doppelwandige Reflektor, der an einer zwischen beiden Wandungen hindurchgezogenen Kette ohne Ende aufgehängt ist, folgt leicht dem Zug der Hand, ohne daß eine Feststellvorrichtung erforderlich ist. — Zur Vernichtung von Fliegen und Moskitos dient die Lampe von Anton Bott, Frankfurt a. M. Wie die Abb. 16 erkennen läßt, hat der Unterteil der Lampe eine nach innen gebogene Einflugöffnung, welche durch Verstellen der Glühbirne beliebig verändert werden kann. Durch den bei Betrieb der Lampe entstehenden Luftzug werden die Insekten eingefangen und fallen in die im Unterteil befindliche Flüssigkeit. Dieser untere Teil kann leicht abgenommen und gereinigt werden.

Eine unter Wasser brennende H a n d l a m p e zeigt die Firma Ernst Rademacher, Düsseldorf. Der Handgriff besteht aus Weichgummi und hat einen schlauchartigen Fortsatz, dessen Bohrung an einer Stelle etwas verengt ist, um hier das eingeführte Gummikabel abzudichten. Das Schutzglas wird durch einen an der Spitze angebrachten Gummipuffer gehalten, der das Glas gegen den Handgriff preßt. Die Lampe besitzt daher auch einen hohen Grad von Bruchfestigkeit.

Auf dem Gebiete der R e k l a m e - u n d S c h a u f e n s t e r b e l e u c h t u n g bilden die Electronos-Leuchtröhren der Electronos-G. m. b. H., Berlin, einen Ersatz für Neonröhren. In einer Glasröhre sind zehn kleine Rohrlämpchen hintereinander gereiht. Jedes Lämpchen besitzt an beiden Enden einen Kontakt, so daß unter dem Druck von Federn eine Serienschaltung erfolgt und die ganze Serie ohne Transformator an 110 bzw. 220 V angeschlossen werden kann. Die Röhren geben reinweißes oder farbiges Licht, je nach der Farbe des Glases. Sie sind billiger als Soffittenlampen und können beim Durchbrennen eines Einzellämpchens immer wieder erneuert werden. Jedes Lämpchen ist mit einer besonderen Durchbrennsicherung versehen, so daß nur das durchgebrannte Lämpchen und nicht etwa die ganze Röhre dunkel wird. — Die Firma Ernst Neumärker, Westig, zwingt durch das Zahlbrett „Jupiter" den zahlenden Kunden dazu, eine Lichtreklame in Tätigkeit zu setzen. Dadurch, daß das Zahlbrett durch Auflegen des Geldstückes oder mit der Hand berührt wird, erscheint die auf drei Seiten des als Kasten ausgebildeten Zahlbrettes eingerichtete Lichtreklame und wird zum Erlöschen gebracht, wenn die Hand bzw. das Geld weggenommen wird.

Abb. 16. Lampe für Insektenfang.

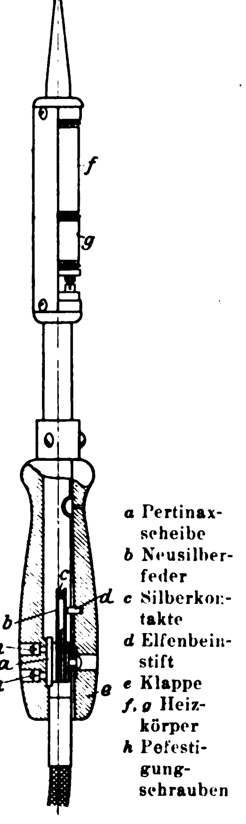


Abb. 17. Elektrischer Lötkolben.

VI. Heizung.

Bei der Ausbildung elektrischer Heizgeräte, seien es nun Bügeleisen, Kochapparate oder Heißwasserspender, geht fast allgemein das Bestreben dahin, die selbsttätige Abschaltung zu vervollkommnen. Der im B ü g e l e i s e n - U n t e r s a t z der Firma Julius Umrath, Feuerbach/Stuttgart, untergebrachte Schalter hatte besonders bei Gleichstrom den Anforderungen nicht voll entsprochen; in dem auf der Messe gezeigten Apparat ist daher das Schaltorgan verbessert worden, so daß der Apparat nun unbedenklich auch an Gleichstrom angeschlossen werden kann. Die K o c h p l a t t e von Ernst Neumärker, Westig, verhindert die Beheizung leerer Töpfe, das gänzliche Auskochen gefüllter und das Durchbrennen leerer Gefäße durch einen eingebauten Schalter, der ähnlich wie beim Bügeleisen-Untersatz mittels eines aus der Platte ragenden Stiftes durch das Gewicht des Topfinhalts betätigt wird. Eine Wärmeplatte aus Holz zeigt die Stuwa-Industrie für stumpfe Wärme G. m. b. H., Berlin. Hier wird je nach Art und Verwendung eine gleichmäßige Wärme von 50 bis 70 ° erzeugt; auch dies Gerät kann beliebig lange angeschlossen sein, ohne daß Gefahr der Überhitzung zu befürchten ist. Von H e i ß w a s s e r s p e n d e r n sei die Konstruktion der Firma Elektrotherm-Apparatebau Dr. Theodor Stiebel, Dipl.-Ing., Berlin, mit einer zwangläufigen Vereinigung von Wasserregelung und Stromschaltung erwähnt. Bei dem ebenfalls zwischen Wasserleitung und Hahn eingebauten Thermator der Firma F. Garelly & Co., Berlin-Charlottenburg, wird die Wasertemperatur durch die Betätigung des Hahnes geregelt. Eine ungehinderte Kaltwasserentnahme ist möglich und Sicherung gegen Überhitzung bei vergessenem Ausschalten vorhanden. Der Apparat von W. u. W. Schott, Langenhagen (Hannover), wird an die Ausflußöffnung des Wasserhahns angeschlossen und erhitzt in 1 h 40 l Wasser von 15 ° auf 30 °, 10 l auf 80 ° bei 750 W Energieverbrauch. Für 110 V wird auch ein kleineres Modell zu 600 W gebaut.

Die Erfahrung, daß während achtstündiger Arbeitszeit ein eingeschalteter L ö t k o l b e n nur 2 . . . 2¼ h für die Lötungen selbst, während der übrigen Zeit aber zur Vorbereitung der Lötstellen gebraucht wird, hat die Firma Technische Werkstätten Willy Hausmann, Berlin, dazu geführt, zwei Heizkörper einzubauen (Abb. 17), so daß der Kolben während der Arbeitspause immer gut zinnheiß bleibt, aber nur rd. 75 W verbraucht. Im Augenblick des Wiederbeginns der Lötungen wird die zweite Spule durch die von der Klappe *e* des Griffes betätigten Kontakte *c* kurz geschlossen, und die zur Erreichung einer gleichmäßig fließenden Arbeit notwendige Wärme hergestellt (110 W Stromverbrauch). Der E i e r k o c h e r von Ing. F. Hoyer, Leipzig, arbeitet ohne Wasserfüllung, so daß der Verlust durch das Anwärmen des Wassers vermieden wird; außerdem regelt er durch Einstellen eines Uhrzeigers genau die Kochzeit und stellt selbsttätig jede gewünschte Härte der Eier her. Endlich verdient noch der „Thermo-Alarm" (Abb. 18) der Firma Kaiser & Schmidt,

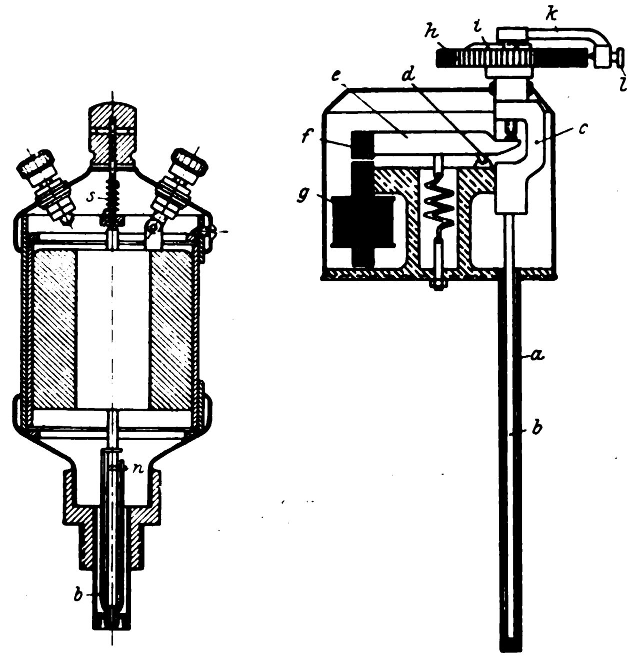


Abb. 18. Temperaturregler.

Abb. 19. Fühlrelais.

Berlin, Erwähnung, der zur T e m p e r a t u r k o n t r o l l e von Lagern, von Ölkesseln, Öfen, Kühlwasserleitungen, Ölschalterzellen, Öltransformatoren Verwendung finden kann. Auf der Messe war der Apparat auf einem Lagerdeckel aufgebaut. In einem zylindrischen Gehäuse, das drei um 120 ° versetzte Fenster besitzt, befindet sich eine leichte Aluminiumglocke drehbar gelagert, deren Umfang in drei weiße und drei rote Felder eingeteilt ist. Auf der Achse des drehbaren Teils sitzt ein Nocken *n*, der in eine Öffnung der Bimetall-Lamelle *b* eingreift. Sobald die Temperatur den kritischen Wert erreicht hat, entfernt sich der eine Schenkel der Bimetall-Lamelle von der Achse und gibt den Nocken frei. Unter dem Einfluß der Spiralfeder *s* dreht sich dann die Trommel so weit, bis ihre roten Felder vor den Fenstern des Gerätes erscheinen. Um Warnungszeichen auch in beliebiger Entfernung von der

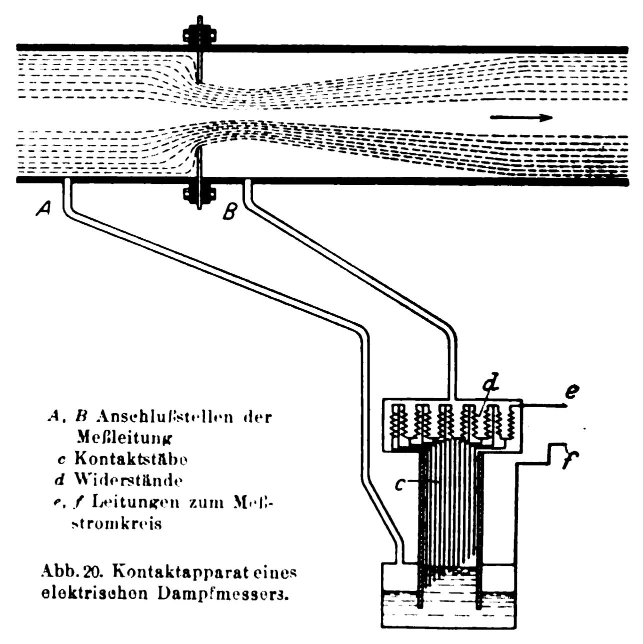
Kontrollstelle zu betätigen, ist der Apparat mit einem Kontakt versehen, welcher in der Alarmstellung einen an beide Klemmen angeschlossenen Signalstromkreis schließt.

VII. Meßgeräte.

Die für die Wirtschaftlichkeit oder Sicherheit eines Betriebes ausschlaggebenden Meßgrößen werden in neuzeitlichen Betrieben stets an besonders auffallenden und zweckentsprechenden Stellen groß und deutlich zur Anzeige gebracht. Die hierzu bisher verwendeten dosen- und sektorförmigen Meßgeräte mit Beleuchtungskala sind den heutigen Anforderungen nicht mehr gewachsen. Massezeiger von 40 ... 50 cm Länge bilden eine zu große Belastung für das Meßwerk und gefährden damit Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Angaben. Die durch die Form der Meßgeräte gegebene Anordnung wirkt unübersichtlich und erschwert das Ablesen. In größeren Hallen ist aus einiger Entfernung eine sichere Ablesung nicht mehr möglich. Bei der Ausbildung großer Meßgeräte mit Massezeiger ist die Grenze erreicht. Dagegen werden die Abmessungen der Maschinensäle und Kesselhäuser immer größer und das Verlangen nach sicheren übersichtlichen Großanzeigegeräten aus der Praxis wird lauter. Den hohen Anforderungen können nur Großanzeigegeräte mit gewichtslosen, also Lichtzeigern gerecht werden, wie sie z. B. in dem Großanzeigegerät Cellalux von Hartmann & Braun, Frankfurt a. M., verkörpert sind. Das ausgestellte, mit einer 3 m-Skala versehene Gerät besteht aus einer größeren Anzahl unter sich getrennter Leuchtkammern. Jede Kammer wird durch Aufleuchten einer darin montierten Glühlampe sichtbar gemacht und entspricht einem bestimmten Meßwert. Das Gerät muß in so viele Kammern unterteilt werden, daß die entstehende Unterteilung, die den Skalenteilen gleichkommt, für den praktischen Betrieb ausreicht. Durch das Aufleuchten einer Kammer wird also ein bestimmter Meßwert angezeigt. Die Betätigung der einzelnen Lampen besorgt über eine Anzahl Relais eine Schaltwalze, die unmittelbar vom Meßwerk gesteuert wird. Während das von derselben Firma gebaute Profilux-Gerät einen stetig wandernden Zeiger besitzt, also ein eigentliches Meßgerät ist, muß das Cellalux-Gerät eher als ein zweckentsprechend ausgebildetes Signalgerät bezeichnet werden. Der Zeiger springt von einem Wert zum anderen, zeigt also nur bestimmte aber keine Zwischenwerte an. Durch einfache Mittel ist es möglich, das Cellalux-Gerät mehr- oder selbst allseitig ablesbar einzurichten.

Zu beachten ist auch ein Mehrfachfarbenschreiber derselben Firma, der als Zwei- bis Zwölffachschreiber eine Aufzeichnung bis zu 6 Farben ermöglicht. Nach jeder Aufzeichnung eines Farbpunktes verschwindet das Farbbandgestell vollkommen, so daß die sämtlichen Kurven stets bis zu ihrem Anfangspunkt sichtbar sind. Endlich sei ein Ringwage-Vakuummesser der Firma erwähnt, der das zu messende Vakuum als absoluten Druck zu bestimmen gestattet und sowohl in Prozent-Vakuum als auch in mm Wassersäule geeicht ist. Der Apparat hat gegenüber dem Membrangeräten den Vorzug der Unabhängigkeit vom Barometerstand.

Ein von S & H aufgestelltes Leuchtbild veranschaulichte den Wärmestrom in einem Kraftwerk, wobei die einzelnen Meßstellen für Gasanalyse, Mengen, Temperaturen usw. angedeutet waren. Dieselbe Firma hatte ein neuzeitliches Kesselschild mit Mehrfach-Profilinstrumenten für Temperatur- und Mengenmessungen sowie einem Instrument für Dampf- und Speisewasser-Messung ausgerüstet. Ein Dampfmesser mit Alarmgeber schaltet beim Über- und Unterschreiten einer bestimmten Durchflußmenge ein Lichtsignal ein. Um sichtbar zu machen, in welchem Maße die zugeführte Speisewassermenge der entnommenen Dampfmenge entspricht, hat die Firma einen Doppelströmungsmesser für Dampf- und Speisewasser mit zwei Skalen und Zeigern konstruiert, deren Stellung zueinander dem fraglichen Verhältnis entspricht. Ein Manometer mit Ringrohr gestattet, die Manometerangaben auf beliebige Entfernung und auch an mehrere Stellen gleichzeitig zu übertragen. Außer dem selbsttätigen Temperaturregler der genannten Firma für Gas- oder elektrisch beheizte Öfen sei der Regler der Firma Dr.-Ing. Ernst Kieback & Peter, Berlin, erwähnt. Der Apparat arbeitet mit einem Fühlrelais, das den Meßstrom auf rein induktivem Wege steuert; die Steuerung ist also kontaktlos. Das Fühlrelais besteht gemäß Abb. 19 aus dem die Steuereinrichtung enthaltenden gekapselten Kopf und dem Fühlorgan. Dieses setzt sich aus einem sich unter Wärmeeinwirkung stark ausdehnenden Rohr *a* und einem sich wenig ausdehnenden Fühlstab *b* zusammen, die im Boden fest miteinander verbunden sind. Die Differenzausdehnung von Rohr und Stab wird durch die Laterne *c* mittels Druckfinger auf den in Schneiden *d* gelagerten Doppelhebel *e* übertragen, der den mit ihm verbundenen Anker *f* vor den Polen des Wechselstrommagneten *g* bewegt. Hierdurch wird der die Magnetspulen durchfließende Meßstrom induktiv derart beeinflußt, daß bei Anliegen des Ankers an den Magnetpolen der Strom fast völlig gedrosselt wird, bei geringer Entfernung aber sehr stark zunimmt. Die Temperatureinstellung geschieht auf der mit *c* verbundenen Skalenscheibe *h*, auf der sich der Finger *i* in einer Spiralnute bewegt und durch den Hebel *k* auf die gewünschte Regeltemperatur eingestellt wird. Nach erfolgter Verstellung wird der Stellhebel *k* durch die Schraube *l* arretiert. Der Fernschalter besteht aus einem Wechselstrommagneten, dem Drehsystem einschließlich Drehanker und der Schaltröhre. Ein am Drehsystem befindliches Gegengewicht hält bei geringer Strombeaufschlagung der Magnetspulen die Schaltröhre in der Einschaltstellung in bezug auf den Heizstromkreis; mit zunehmendem Meßstrom dreht der Drehanker die Röhre gegen das Gegengewicht und schaltet den Heizstrom aus. Bei Anfahren des Ofens erwärmt sich das im Heizraum befindliche Fühlorgan des Temperaturfühlrelais und dehnt sich aus. Hierdurch wird *c* nach unten bewegt und läßt kurz vor Erreichen der eingestellten Regeltemperatur den Druckfinger *c* auf *e* aufsetzen, was sich als leichtes Brummen kennzeichnet. Danach dreht sich infolge weiterer Erwärmung des Fühlorganes *e* um *d* und entfernt dadurch *f* von *g*. Durch den stark anwachsenden Meßstrom erhalten die Magnetspulen des Fernschalters, die mit denen des Fühlrelais in Serie geschaltet sind, ebenfalls starken Strom und drehen den Anker hinein. Die Schaltröhre wird gekippt und schaltet so den Heizstrom aus. Infolge Fortfalles der Heizung sinkt die Heizraumtemperatur, und das Fühlorgan verkürzt sich etwas. Dies ergibt eine Verschiebung von *c* nach oben, wodurch *e* gegen den Uhrzeigersinn gedreht wird und sich der Luftspalt vermindert. Der Meßstrom wird hierdurch gedrosselt und schwächt die Zugkraft des im Fernschalter befindlichen Magneten, so daß das Gegengewicht die Schaltröhre zurückdreht und der Heizstrom eingeschaltet wird. Nunmehr beginnt das Arbeitspiel von neuem. Der Apparat spricht auf Temperaturänderungen ± 1 ° an und kann für Temperaturen bis rd. 1400 ° verwendet werden. — Die Firma Elektroflo, Berlin, hatte einen Apparat für Dampf-, Gas- und Flüssigkeitsmessungen ausgestellt, bei welchem der durch eine in die Rohrleitung eingebaute dünne Stauscheibe erzeugte Differentialdruck auf die Schenkel einer mit Quecksilber gefüllten U-Röhre wirkt. Der Quecksilberspiegel berührt beim Steigen oder Fallen mehrere in der Länge abgestufte Kontaktstäbe *c* einer Widerstandserie (Abb. 20) bzw. gibt sie frei; dadurch



A, B Anschlußstellen der Meßleitung
c Kontaktstäbe
d Widerstände
e, f Leitungen zum Meßstromkreis

Abb. 20. Kontaktapparat eines elektrischen Dampfmessers.

werden die dazugehörigen Widerstände kurz geschlossen bzw. in den Instrumentenkreis eingeschaltet. Als Stromquelle wird das Netz benutzt, und dadurch, daß die Zählerdämpfung mit einem Elektromagneten anstatt mit einem permanenten Magneten erfolgt, eine genügende Unabhängigkeit der Messung von Spannungschwankungen erreicht.

VIII. Radiotechnik.

Neuerungen in der Radiotechnik waren kaum zu verzeichnen; es handelte sich im allgemeinen nur um Verbesserungen der Einzelteile. Die Mehrfachröhre, die mehrere Systeme in einer einzigen Röhre vereinigt, und dadurch gegenüber der früheren Kombination von Niederfrequenzverstärker mit dem Empfangsender zum Dreiröhrengerät wesentliche Vorzüge bietet, hat sich einen guten Platz erobert. Bei der Ausbildung von Netzanschlußgeräten schenkte man den Netzgeräuschen besondere Beachtung und ist bestrebt, mittels Siebketten einen einwandfreien Fernempfang zu ermöglichen. Eine wirklich einwandfreie Lösung des Gleichstrom-Netzanschlusses liegt noch nicht vor. Auf dem Gebiet der Lautsprecher sind zweifellos in der Tonwiedergabe Fortschritte gemacht. Beim Apparat der Gebrüder Beyer G. m. b. H., Berlin, konnte man z. B. beobachten, daß die allertiefsten Bässe in natürlicher Tonfülle wiedergegeben wurden, ohne daß die hohen Schwingungen beeinträchtigt waren. Auch Elektro-Schalldosen zur elektrischen Schallplattenwiedergabe wurden angeboten. Während die Loewe-Radio G. m. b. H., Berlin-Steglitz, als Schallplattenverstärker ihre 3-NF-Röhre empfiehlt, haben andere Firmen besondere Kraftverstärker entwickelt. Was die elektrische Schallplattenwiedergabe bei richtigem Aufbau der Verstärker usw. in der Tat zu erreichen vermag, wurde durch eine Vorführung der Polyfar-Apparate (Deutsches Grammophon-Polyphon-Konzern, Berlin) im Leipziger Operetten-Theater bewiesen.

Der „Rheolett" der Radio-Werkstätten Hans Vielehr, Berlin, ist ein Schalter mit vorgeschaltetem Widerstand, der das Auftreten von Heizstromstößen bei Inbetriebsetzen des Empfängers verhindert und so die Lebensdauer der Röhren erhöhen soll. Der Heizwiderstand Universal (Abb. 20) der Firma Bellmann & Puttmann,

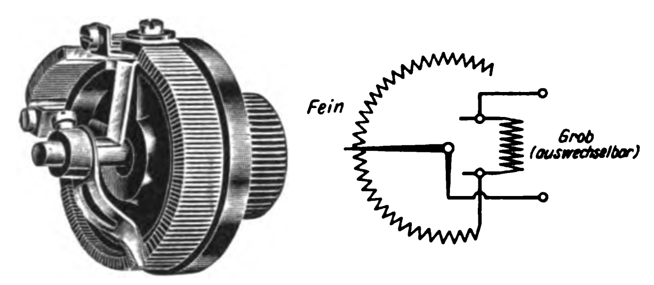


Abb 21. Heizwiderstand.

Berlin, enthält alle erforderlichen Ohmzahlen in einem Apparat, er ist daher vielseitig verwendbar. Die Veränderung des Gesamtwiderstandes ist mit einem Griff möglich, und das Ummontieren des Widerstandes bei Verwendung anderer Lampen oder anderer Stromquellen entfällt. Allgemein konnte man das Bestreben feststellen, die Umschaltung von hohen auf niedere Wellen zu vereinfachen. Der „Allwellenspulensatz" Cage-Coil (Abb. 22) von Dr.-Ing. Curt Ellon, Berlin, verfügt über drei Wellenbereiche: 180 ... 700 m, 600 ... 1600 m, 1100 ... 3000 m. Der Übergang von einem Bereich zum anderen erfolgt durch Drehen eines am Spulenkörper fest angebauten Walzenschalters, der von außen bedienbar ist, ohne daß die Lautstärke durch offene Spulenenden usw. vermindert wird. Die Wicklung liegt in Zylinderform auf einem aus hochwertigem Isolierstoff hergestellten käfigartigen Körper und hat von 320 mm² Oberfläche nur 20 cm² Auflage auf der Isolation. Daß immer noch nach einem Ersatz der Hochantenne gesucht wird, beweisen die Innenantennen von Ing. E. Motz, Leipzig, eine Hartkupferband-Antenne, die einer Hochantenne von 40 ... 60 m Länge entspricht, und die in Silber oder Neusilber ausgeführte Spiralantenne der Radio-Fabrik Pfiffikus, Berlin. Die letztgenannte Ausführung ist wegen ihrer geringen Drahtstärke und der weißen Oberfläche nach ihrer Anbringung kaum sichtbar.

Der Umstand, daß sich Heizakkumulatoren rasch erschöpfen und oft gerade dann entladen sind, wenn man hören will, ferner die störenden Dämpfe, haben die Firma Dr.-Ing. Strauß und Berliner, Berlin, zur Konstruktion ihrer thermoelektrischen Batterie geführt. Eine Reihe von Thermoelementen sind hintereinander geschaltet, die durch den Strom des Lichtnetzes mittels eingebauter Heizwiderstände geheizt werden, 40 ... 60 s nach Einschaltung steht Gleichstrom von 2 ... 4 V zur Verfügung. Die Batterie hat den Vorzug, daß sie sich nicht erschöpft und keine Aufladung und Wartung benötigt. Wichtig ist auch, daß die Heizung nicht wie bei Verwendung von Akkumulatoren plötzlich, sondern allmählich erfolgt, so daß die Lebensdauer der Röhren erhöht wird. Der Energieverbrauch für 2 V und 0,4 A beträgt rd. 100 W. Einen praktischen Akkumulatorenprüfer, System Burstyn, zeigt J. Feldmann, Berlin: einen Stab, der ein Glühlämpchen und zwei Widerstände enthält, u. zw. in solcher Schaltung, daß der eine Widerstand dem Akkumulator Belastungstrom entnimmt, während der andere mit der Glühlampe zusammen ein empfindliches Voltmeter bildet.

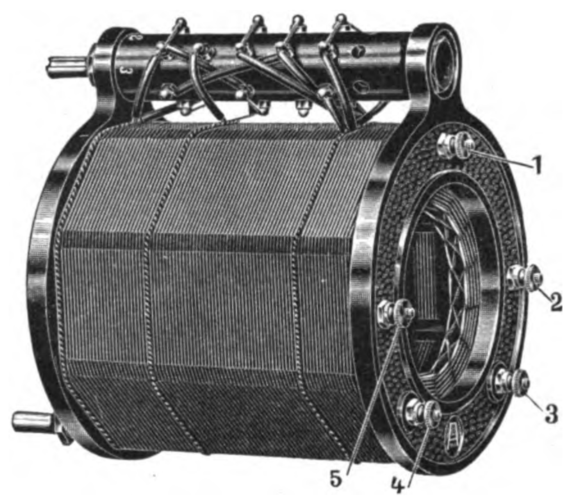


Abb. 22. Allwellenspulensatz.

Zum Schluß möge noch die Benutzung der Funkenstrecke auf einem anderen Gebiet erwähnt werden. Nach dem Dollinger-Verfahren der Brabender Elektromaschinen G. m. b. H., Duisburg, wird der aus der Atmosphäre entnommene und im elektrischen Lichtbogen einer Funkenstrecke besonderer Konstruktion verbrannte Sauerstoff der Luft dazu verwendet, um in chemisch gebundener Form zusammen mit dem Luftstickstoff auf Mehl einzuwirken. Durch die gewonnene Mischung von Stickstoffoxyden und Ozon wird das im Getreidefett enthaltene Carotin in farbloses Carotinoxyd verwandelt: außer dieser Bleichung wird hierdurch das Mehl im Interesse guter Backfähigkeit einem künstlichen Alterungsprozeß unterworfen, ohne daß eine mehrwöchige Lagerung erforderlich ist.

Der Besuch der Messe ließ nichts zu wünschen übrig, und man muß anerkennen, daß die Messeleitung sich redliche Mühe gegeben hatte, einen derartig starken Verkehr durch Anlegung bequemer Straßen auf dem Gelände der technischen Messe überhaupt zu ermöglichen. Ein besonderer Anziehungspunkt war auch die neu erbaute Automobilhalle, die trotz der gewaltigen Spannweite von 100 m keine Innenpfeiler aufzuweisen hatte, was der Übersichtlichkeit und guten Lichtverteilung sehr zu statten kommt. Wenn man nun noch der Belüftung der Hallen insbesondere dort, wo Verbrennungsmotoren laufen, mehr Beachtung schenkt — auch in Halle 9 war die Luft für einen längeren Aufenthalt unerträglich — so dürften die Voraussetzungen für eine hemmungslose Fortentwicklung der technischen Messe gegeben sein.

Erweiterung der Meßschrittformeln auf unsymmetrische Wellenwicklungen.

(Zur Messung des Widerstandes von Gleichstromankerwicklungen.)

Von Dr.-Ing. **Heinrich Sequenz**, Wien.

Übersicht. **Die zur Messung der Widerstände von Gleichstromankerwicklungen verwendeten Meßschrittformeln, die zum ersten Male von Ing. A. Wettler, Riga, abgeleitet wurden, gelten nur für symmetrische Wicklungen. In dem folgenden Aufsatze wird versucht werden, Meßschrittformeln auch für unsymmetrische Wellenwicklungen (das sind Wicklungen mit blinden Spulen und künstlich geschlossene Wellenwicklungen) aufzustellen.**

Einleitung.

Bei Wellenwicklungen muß man manchmal darauf verzichten, sie symmetrisch auszubilden. Um sie überhaupt ausführen zu können, läßt man entweder einige Spulenseiten weg (Wicklungen mit „blinden Spulen") oder schließt die Wicklung, die bei den vorhandenen Spulenseiten offen bleiben würde, durch eine äußere Verbindungsleitung (künstlich geschlossene Wicklungen)[1].

Will man nun den Widerstand solcher unsymmetrischen Wicklungen in der Weise messen, daß man alle Bürsten vom Stromwender abhebt und den Widerstand ermittelt zwischen zwei Stromwenderstegen, die die Wicklung in zwei gleiche Teile teilen, so wird man die zur Errechnung jener beiden Stege angegebenen Meßschrittformeln[2] nicht benutzen dürfen. Denn diese Meßschrittformeln wurden nur für die symmetrischen Wicklungen aufgestellt und lassen sich, wie gezeigt werden wird, nicht ohne weiteres auf unsymmetrische Wicklungen übertragen.

In diesem Aufsatze sollen nun Meßschrittformeln für unsymmetrische Wellenwicklungen abgeleitet werden.

I. Wellenwicklungen mit blinden Spulen.

In Abb. 1 ist eine vierpolige Reihenwicklung mit $K = 19$ Stromwenderstegen, $N = 20$ Nuten und einer blinden Spule gezeichnet[3]. Läßt man nun bei der Bezifferung

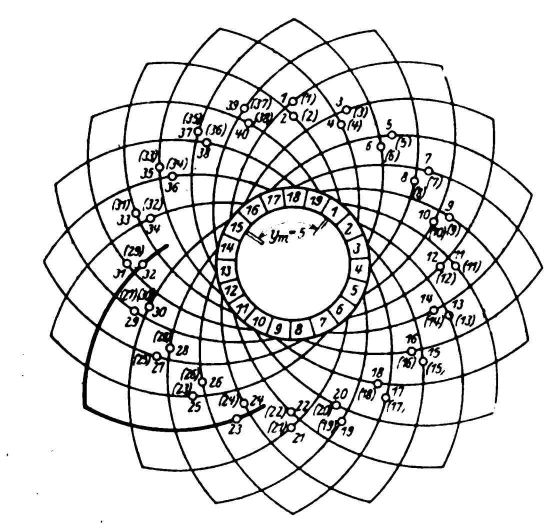


Abb. 1.

der Spulenseiten die blinden Spulenseiten aus (die eingeklammerten Zahlen in Abb. 1), so sieht man, daß diese Wellenwicklung mit blinden Spulen eine ganz gewöhnliche Wellenwicklung ist mit dem resultierenden Wicklungsschritt

$$y = 18$$

und den beiden Teilschritten

$$y_1 = 9 \text{ und } y_2 = 9.$$

Dies ist ja auch selbstverständlich, denn die Wicklungsformel

$$y = \frac{s - 2a}{p} = \frac{38 - 2}{2} = 18$$

ist erfüllt.

Für die angenommene Wicklung wird der Meßschritt

$$y_m = \frac{K - y_k}{2} = \frac{19 - 9}{2} = 5.$$

Für $y_k = \frac{y}{2} = \frac{y_1 + y_2}{2}$ ist natürlich der aus der Wicklungsformel berechnete Stegschritt (in unserem Falle $y_k = 9$) einzusetzen und nicht vielleicht der bei dem Entwurfe der Wicklung verwendete, um 1 vermehrte Schritt.

Wie man aus Abb. 1 sieht, wird die Ankerwicklung wirklich durch zwei Stege, die um den Meßschritt auseinanderliegen (z. B. Steg 15 und Steg 1) in zwei gleiche Hälften geteilt. (Da in unserem Beispiel die Spulenzahl $K = 19$ ungerade ist, so enthalten die zwei Hälften nicht genau gleich viele Spulen, sondern eine Hälfte um eine Spule mehr als die andere: nämlich 9 und 10.)

Man kann daher die von Ing. A. Wettler aufgestellten Meßschrittformeln ungeändert auf die Wellenwicklungen mit blinden Spulen anwenden, wenn für den Stegschritt jener eingesetzt wird, der sich aus der Wicklungsformel ergibt, und für die Stegzahl die tatsächlich vorhandene.

II. Künstlich geschlossene Wellenwicklungen.

Es sollen hier nur die eingängigen künstlich geschlossenen Wellenwicklungen ($2a = 2$) untersucht werden. Die mehrgängigen Wicklungen ($2a > 2$) werden selten angewendet, weil man mit Rücksicht auf funkenfreien Gang mehrgängige Wellenwicklungen gewöhnlich nur vollkommen symmetrisch ausführt. Bezüglich der Ausführung von künstlich geschlossenen Wellenwicklungen sei ebenfalls auf das Richtersche Buch „Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen" hingewiesen, wo auf den Seiten 98 ... 101 der Entwurf solcher Wicklungen erläutert ist.

1. Ungültigkeit der gebräuchlichen Meßschrittformeln für künstlich geschlossene Wicklungen.

Würde man die Wettlerschen Meßschrittformeln ungeändert auf eine künstlich geschlossene Wellenwicklung anwenden, so käme man zu falschen Ergebnissen, wie ein Beispiel zeigen soll.

Für eine Reihenwicklung mit ungerader Stegzahl ($K = 21$ in Abb. 2) kommen die beiden Meßschrittformeln

$$y_m = K - \frac{y_1 + y_2}{4} \quad \text{oder} \quad y_m = \frac{y_1 + y_2}{4}$$

und

$$y_m = \frac{K}{2} - \frac{y_1 + y_2}{4}$$

in Betracht; je nachdem ob der Stegschritt $y_k = \frac{y_1 + y_2}{2}$ gerade oder ungerade ist. Nun führen wir aber diese Wicklung mit verschiedenen Stegschritten aus; denn $(p - 1)$ resultierende Schritte werden mit dem Stegschritt

$$y_k = \frac{(K + 1) - a}{p}$$

und immer ein Schritt mit $(y_k - 1)$ Stegen gemacht. Es läßt sich also nicht ohne weiteres entscheiden, ob für die Berechnung des Meßschrittes der eine Stegschritt ($y_k = 7$ in Abb. 2) oder der verkürzte ($y_k = 6$) zu nehmen ist.

Rechne ich den Meßschritt mit dem unverkürzten resultierenden Schritte aus, so erhalte ich

$$y_m = \frac{K}{2} - \frac{y_1 + y_2}{4} = \frac{21 - 7}{2} = 7.$$

---

[1] Arnold-la Cour, Die Gleichstrommaschine, Bd. 1, S. 60, Verlag Julius Springer, Berlin 1919 (unv. Neudr. 1923). — R. Richter, Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen, S. 95. Verlag Julius Springer, Berlin 1920 (ber. Neudr. 1922).

[2] A. Wettler, ETZ 1902, S. 8. — Arnold-la Cour, Die Gleichstrommaschine, Bd. 1, S. 647. — A. Linker, Elektrotechnische Meßkunde, S. 265. 3. Aufl. Verlag Julius Springer, Berlin 1920 (unv. Neudr. 1923). — G. Jahn, Messungen an elektr. Maschinen, S. 126. Verlag Julius Springer, Berlin 1925. — F. Niethammer, Elektrotechn. Praktikum, S. 267. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1902.

[3] Über die Ausführung solcher Wicklungen siehe Richter, Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen, S. 96.

Dieser Meßschritt gibt mir aber zwei Stege an, die die Ankerwicklung keinesfalls in zwei gleiche Teile zerlegen, wie aus Abb. 2 zu ersehen ist.

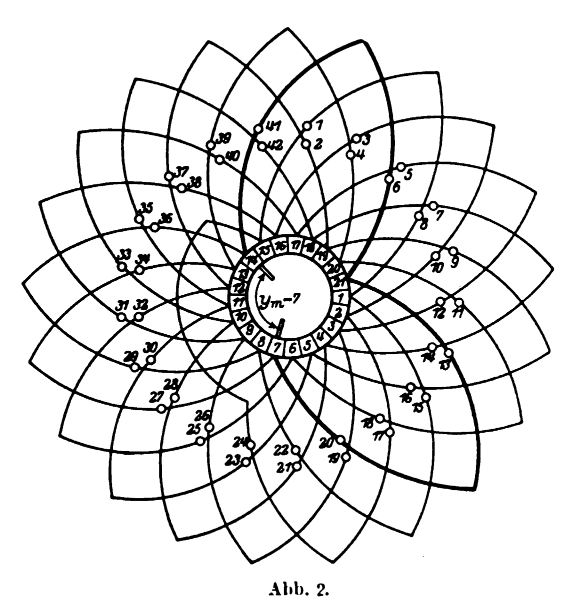


Abb. 2.

Bestimme ich aber den Meßschritt mit dem verkürzten Stegschritte ($y_k = 6$), so erhält er den Wert

$$y_m = \frac{y_1 + y_2}{4} = \frac{6}{2} = 3 .$$

Auch dieser Wert gibt unrichtige Ergebnisse, wie man aus dem nachstehenden Wicklungsbilde erkennen kann. Denn zwei Stege, die um drei Stege auseinanderliegen, teilen die Wicklung in zwei Teile, von denen der eine Teil 9 Spulen und der zweite Teil 12 Spulen enthält.

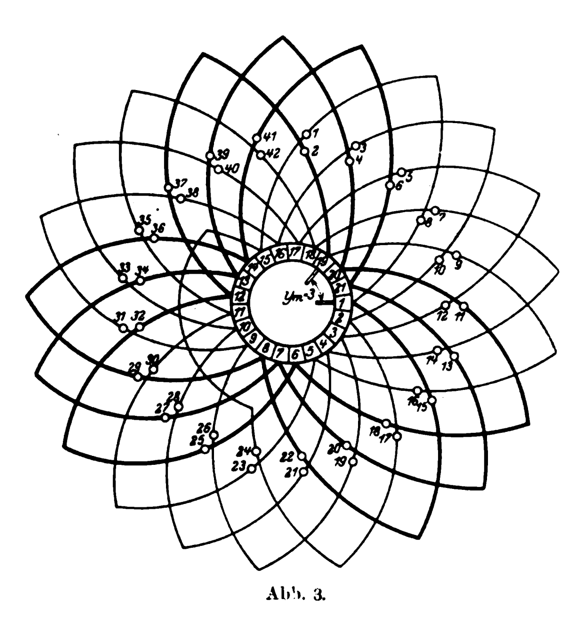


Abb. 3.

Man sieht also schon an diesem einen Beispiel, daß die gebräuchlichen Meßschrittformeln keinesfalls für die künstlich geschlossenen Wellenwicklungen verwendet werden dürfen.

2. Veränderlichkeit des Ankerwiderstandes mit der Zeit.

Der Ankerwiderstand bleibt für diese künstlich geschlossenen, unsymmetrischen Wellenwicklungen nicht gleich wie bei den symmetrischen Wicklungen, sondern ändert sich mit der Zeit. In dem nachstehenden Wicklungsbilde wurde die Lage der Bürsten bestimmt; und zwar stehen die Bürsten um 3½ Stege auseinander.

Nehme ich nicht darauf Rücksicht, daß von den Bürsten zu bestimmten Zeiten stets $(p - 1)$ oder p Spulen kurzgeschlossen werden, so zeigt der Ankerwiderstand bei einer Umdrehung die in Abb. 5 dargestellten Veränderungen.

Dabei bedeutet r_1 den Widerstand einer Ankerspule. Der Mittelwert des Ankerwiderstandes beträgt

$$\frac{107 . 14}{21} \, r_1 \text{ Ohm.}$$

Das Bild der Veränderungen des Ankerwiderstandes während einer Umdrehung ist selbstverständlich stark verzerrt gezeichnet. In Abb. 5 bedeuten die Ziffern auf der wagerechten Achse die Stege, auf denen die Bürsten liegen. Z. B. bedeutet die Bezeichnung *8—11*, daß während der Zeit, die für den Vorbeigang eines Stromwendersteges unter einer Bürste notwendig ist, die negative Bürste auf dem Stege *11* und die andere Bürste auf dem Stege *8* liegt. Außerdem ist, wie schon erwähnt wurde, nicht Rücksicht genommen worden auf die Tatsache, daß durch die Bürsten doch auch Spulen kurzgeschlossen werden. Es werden sehr schmale Bürsten vorausgesetzt, so daß die Zeiten dieser Spulenkurzschlüsse sehr klein werden.

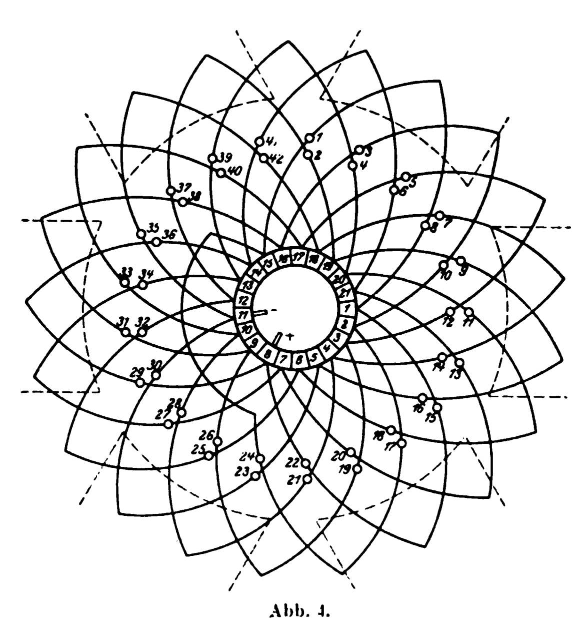


Abb. 4.

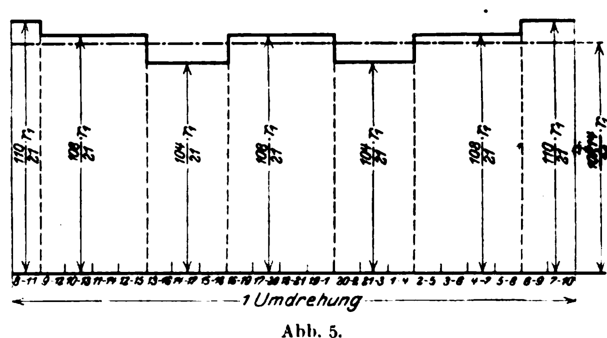


Abb. 5.

Die Berechnung der Werte des Ankerwiderstandes, die in der Abb. 5 eingetragen sind, dürfte ohne weiteres klar sein. Für den in Abb. 4 eingezeichneten Bürstenstand z. B. errechnet sich der Ankerwiderstand aus der Gleichung

$$\frac{1}{r_a} = \frac{1}{11 \, r_1} + \frac{1}{10 \, r_1} ,$$

die für r_a den Wert

$$r_a = \frac{110}{21} \, r_1$$

gibt; denn es sind 11 Spulen vom Widerstande $11 \cdot r_1$ neben 10 ebensolche Spulen geschaltet. Der Widerstand der Verbindungsleitung wird als vernachlässigbar klein angenommen.

Für die Aufgabe, Meßschrittformeln für diese künstlich geschlossenen Wicklungen abzuleiten, kann nun zusammenfassend gesagt werden: die gebräuchlichen Meßschrittformeln können nicht verwendet werden. Sie würden, wie wir gesehen haben, falsche Ergebnisse liefern. Außerdem ist aber der Widerstand dieser künstlich geschlossenen Wicklungen nicht gleichbleibend, sondern schwankt während einer Umdrehung. Es werden nun zwei Fragen auftauchen. Wie groß ist der Mittelwert des Widerstandes und wie groß ist der Höchstwert?

Die aufzusuchenden Meßschrittformeln sollen also einerseits den Mittelwert des Ankerwiderstandes zu ermitteln ermöglichen, anderseits aber auch den Höchstwert zu messen erlauben.

3. **Aufstellung von Meßschrittformeln für künstlich geschlossene Wellenwicklungen.**

Um nun Meßschrittformeln zu finden, die auf künstlich geschlossene Wellenwicklungen angewendet werden können, gehe ich von folgender Überlegung aus. Man kann sich eine solche Wicklung aus einer gewöhnlichen Wellenwicklung entstanden denken, die um eine Spule mehr enthält als die zu entwerfende Wicklung. In dieser gewöhnlichen Wellenwicklung läßt man dann diese überzählige Spule weg und ersetzt sie durch eine Verbindungsleitung. Berechne ich nun den Meßschritt für die Wellenwicklung, aus der die künstlich geschlossene Wicklung entstanden ist, also für eine Spulen- oder Stegzahl $(K+1)$ und für den für diese Wellenwicklung geltenden resultierenden Wicklungschritt

$$y = \frac{2(K+1) \mp 2a}{p},$$

so werden dadurch drei Stromwenderstege bestimmt, nämlich der Ausgangsteg und noch zwei Stege, die von diesem Ausgangsteg um den Meßschritt entfernt sind und zu denen ich gelange, je nachdem ich den Meßschritt im Uhrzeigersinne oder entgegengesetzt dem Uhrzeigersinne auf dem Stromwender ausführe. Denn der auf diese Weise errechnete Meßschritt gilt nur für die ursprüngliche Wellenwicklung, die alle $(K+1)$ Spulen oder Stege enthält. In diesem Falle ist es gleichgültig, in welchem Sinne um den Stromwender herum ich den Meßschritt gehe. Wende ich aber diesen Meßschritt auch auf die aus dieser Wellenwicklung durch Weglassen einer Spule entstandene und künstlich geschlossene Wicklung an, so werden, da ja ein Steg weniger ist, durch diesen Meßschritt, je nachdem in welcher Richtung er gegangen wird, mit dem Ausgangsteg drei Stege bezeichnet. **Zwischen dem Ausgangsteg und dem einen Steg** werden nun zwei Teile der Wicklung liegen, die einander gleich sind oder sich um eine Spule unterscheiden. Denn wenn die Stegzahl $(K+1)$ der ursprünglichen Wellenwicklung ungerade war, so enthielt von den zwei Wicklungszweigen, in die die Wicklung durch die durch den Meßschritt angegebenen Stege zerlegt wurde, der eine eine Spule mehr als der andere. Diese eine Spule ist aber beim Übergang zur künstlich geschlossenen Wicklung ausgefallen, so daß jetzt jeder Wicklungszweig genau gleich viele Spulen aufweist. — War aber die Stegzahl $(K+1)$ der ursprünglichen Wellenwicklung gerade, so wurde sie durch die zwei um den Meßschritt auseinanderliegenden Stege in zwei genau gleiche Teile zerlegt. In der aus ihr entstandenen künstlich geschlossenen Wicklung wird nun der eine Zweig eine um die ausgefallene Spule kleinere Spulenzahl aufweisen als der andere, was aber nicht ins Gewicht fällt. **Der Widerstand zwischen diesen beiden Stegen ist also der Höchstwiderstand der Wicklung.**

Zwischen dem Ausgangssteg und dem anderen Steg, der durch den jetzt in entgegengesetzter Richtung ausgeführten Meßschritt bezeichnet ist, wird nun bei der künstlich geschlossenen Wicklung ein Steg, nämlich der ausgefallene Steg, zu wenig liegen, so daß zwischen diesen Stegen nicht mehr zwei Wicklungshälften sein werden, die einander gleich sind oder sich nur um eine Spule unterscheiden: **Der Widerstand zwischen diesen beiden Stegen wird daher kleiner als der Höchstwiderstand der Wicklung sein.**

Die nachstehende Abb. 6 wird das Gesagte deutlicher machen.

Führe ich den Meßschritt

$$y_m = \frac{(K+1)}{2} = \frac{22}{2} = 11$$

im Uhrzeigersinne aus, so komme ich z. B. vom Steg *10* zum Steg *21* (in der Abb. 6 mit *22* bezeichnet); durchschreite ich ihn entgegengesetzt dem Uhrzeigersinne, so treffe ich auf Steg *20* (in der Abb. 6 mit *21* bezeichnet). Zwischen Steg *10* und Steg *21* (*22* in Abb. 6) liegen zwei Wicklungshälften mit 10 und 11 Spulen; zwischen dem Steg *10* und dem Steg *20* (*21* in Abb. 6) liegen Wicklungsteile mit 8 und 13 Spulen. Der Ankerwiderstand zwischen den Stegen *10* und *21* (*22* in Abb. 6) folgt mithin aus der Gleichung

$$\frac{1}{r_a} = \frac{1}{10\,r_1} + \frac{1}{11\,r_1},$$

ist also

$$r_a = \frac{110}{21} r_1 \text{ Ohm},$$

wenn r_1 der Widerstand einer Spule ist.

Der Ankerwiderstand zwischen den Stegen *10* und *20* (*21* in Abb. 6) folgt aus der Gleichung

$$\frac{1}{r_a} = \frac{1}{8\,r_1} + \frac{1}{13\,r_1},$$

ist also

$$r_a = \frac{104}{21} r_1 \text{ Ohm}.$$

Der Mittelwert aus beiden Ankerwiderständen beträgt

$$r_{am} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{110}{21} r_1 + \frac{104}{21} r_1\right) = \frac{107}{21} r_1.$$

Dieser Mittelwert unterscheidet sich vom tatsächlichen Mittelwert des Ankerwiderstandes, der im vorigen Abschnitt zu $\frac{107.14}{21} r_1$ Ohm ermittelt wurde, nur um 0,131 %.

Es liegt nun nahe, zu vermuten, daß man nach dem angeführten Verfahren nur diese zwei Widerstandsmessungen auszuführen hat, deren Mittelwert dann mit ziemlich großer Genauigkeit dem wirklichen Mittelwert des Ankerwiderstandes gleichkommt. Führt man nun in der Tat die beiden Widerstandsmessungen, die das beschriebene Verfahren erfordert, **mit verschiedenen Ausgangstegen** aus und errechnet die Mittelwerte, so erhält man

$$\frac{104}{21} r_1 \text{ und } \frac{107}{21} r_1 \text{ Ohm}.$$

Der eine Mittelwert weicht vom wirklichen Mittelwert des Ankerwiderstandes um 2,84 % ab, der andere um 0,131 %. Man kann also den Mittelwert aus den beiden Messungen als Mittelwert des Ankerwiderstandes ansehen.

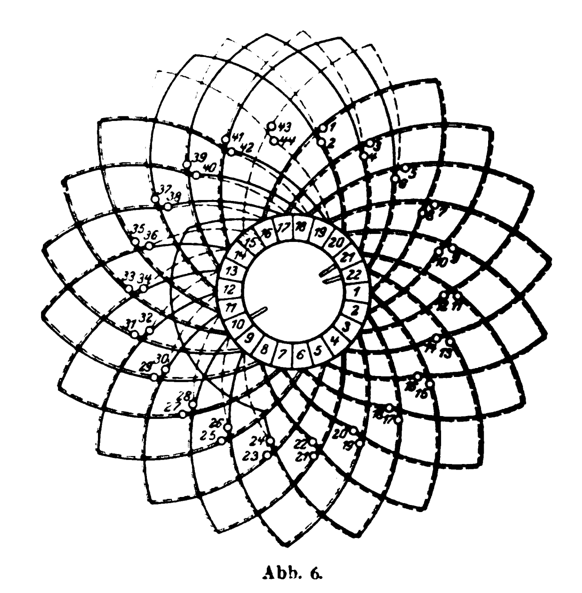


Abb. 6.

Wird aber nach dem Höchstwerte des Ankerwiderstandes gefragt, so läßt sich diese Frage leicht aus den beiden vorgenommenen Messungen beantworten. Wir haben ja erkannt, daß einer der beiden gemessenen Widerstände stets gleich ist dem Höchstwerte des Ankerwiderstandes. Damit ist nun ein ungemein einfaches Verfahren für die Messung des Widerstandes dieser künstlich geschlossenen Wicklungen gefunden.

Man errechnet sich für diejenige Wellenwicklung mit $(K+1)$ Spulen, aus der die künstlich geschlossene Wellenwicklung durch Weglassen einer Spule entstanden ist, den Meßschritt aus den gebräuchlichen Meßschrittformeln aus. Dann führt man von einem beliebigen Ausgangstege diesen Meßschritt im Uhrzeigersinne und im Gegensinne durch und bekommt dadurch zwei bestimmte Stege, die von dem Ausgangstege beide um den Meßschritt entfernt sind. Jetzt mißt man die Widerstände zwischen dem Ausgangstege und je einem dieser gefundenen Stege. Der größere von beiden gibt den Höchstwert des Ankerwiderstandes an; der Mittelwert aus beiden aber kommt dem Mittelwert des Ankerwiderstandes sehr nahe.

4. Ergebnisse.

Der Meßschritt für künstlich geschlossene Reihenwicklungen ($a = 1$) kann aus den Formeln der folgenden Zahlentafel berechnet werden.

Wicklungsart	Stegzahl K	Stegschritt $y_k = \frac{(K+1) \mp 1}{p}$	Meßschritt y_m
Reihenwicklung	gerade	gerade	$\pm \frac{y_k}{2}$
		ungerade	$\frac{(K+1) \pm y_k}{2}$
	ungerade	gerade oder ungerade	$\frac{K+1}{2}$

Man zählt jene zwei Stromwenderstege aus, die von einem beliebig gewählten Ausgangstege um den Meßschritt entfernt liegen, wenn dieser Meßschritt einmal im Uhrzeigersinn, das andere Mal im Gegensinn angenommen wird. Darauf mißt man die Wicklungswiderstände zwischen dem Ausgangstege und je einem dieser soeben gefundenen Stege. Der größere Wert ist der Höchstwiderstand der Ankerwicklung. Endlich bildet man das Mittel aus den beiden Messungen und hat damit mit sehr großer Annäherung den Mittelwert des bei dieser Wicklungsart veränderlichen Ankerwiderstandes gefunden.

Sollten beide Messungen einen gleichen Wert ergeben, so sind sie für die Ermittlung des Mittelwertes des Ankerwiderstandes wohl verwendbar, doch geben sie nicht den Höchstwiderstand an. Für die Ermittlung des letzteren sind die Messungen mit einem anderen Ausgangstege zu wiederholen.

Aus Kittlers erster Zeit.

Von **C. Feldmann**, Delft.

Die im Jahre 1836 als höhere Gewerbeschule zu Darmstadt gegründete Unterrichtsanstalt war 1864 ... 1869 Technische Schule, 1869 ... 1877 Polytechnische Schule und wurde 1877 Technische Hochschule. „Diese Umänderung des Namens war durch die Verhandlungen angeregt worden, welche unter den polytechnischen Anstalten Deutschlands gepflogen waren, um eine einheitliche Bezeichnung anzubahnen."

„Die Zahl der Abteilungen wurde um eine sechste, die elektrotechnische Schule, vermehrt. Durch die epochemachenden Entdeckungen der neuesten Zeit auf dem Gebiete der Elektrizität und die Nutzbarmachung des dynamo-elektrischen Prinzips hatte die Elektrotechnik einen ungeahnten Aufschwung genommen; die elektrische Beleuchtung und die elektrische Kraftübertragung standen im Vordergrunde des Interesses bei Technikern und Laien. In richtiger Würdigung dieses jüngsten Zweiges technischer Tätigkeit beschloß die Großherzogliche Staatsregierung im Sommer 1882 die Errichtung einer Professur für Elektrotechnik und die Einrichtung eines elektrotechnischen Institutes an der Technischen Hochschule. Das Entgegenkommen städtischer Behörden machte es möglich, bereits im Januar 1883 mit den Vorlesungen über Elektrotechnik zu beginnen."

So meldet die von mir aus meiner Studentenzeit sorgfältig bewahrte Festschrift zu der Jubelfeier des 50jährigen Bestehens der Großherzoglich Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Der Lehrstuhl für Elektrotechnik wurde am 1. XI. 1882 besetzt durch die Berufung von Dr. Erasmus Kittler, der damals etwa 30 Jahre alt war. Sie dürfte hauptsächlich Dr. Ernst Dorn zu danken sein, der auf der Münchener Ausstellung des Jahres 1881 Kittler als Assistent von Prof. Beetz kennen und schätzen gelernt hatte und im September 1881 zum Professor der Physik in Darmstadt ernannt worden war. Sein Vorgänger war H. Herwig (1875 ... 85), dessen Vorgänger Friedrich Kohlrausch (1871 ... 75).

Als ich, 18jährig, im Herbst 1885, an der Technischen Hochschule zu Darmstadt das Studium der Elektrotechnik begann, waren verschiedene Männer, die schon in der Praxis tätig waren, zu diesem ersten Lehrstuhle der Elektrotechnik geeilt, darunter der Telegrapheningenieur Sivert Rasmussen, später Generaldirektor der norwegischen Telegraphie, und zwei Doktoren der Philosophie, Dr. Oswald Gusinde, später Direktor des Elektrizitätswerkes Hannover und Dr. Gotthold Stern, später Direktor der Wiener Elektrizitätswerke. Im ganzen waren am 15. V. 1886 an der Technischen Hochschule 213 Studierende und Hospitanten, wovon 41 in der Elektrotechnischen Schule.

Ich hatte, bevor ich nach Darmstadt ging, die Kgl. Bayerische Industrieschule zu Nürnberg absolviert, die auf Grund der bereits erwähnten „Verhandlungen unter den polytechnischen Anstalten" aus einer polytechnischen zu einer Mittelschule rückgebildet worden war. Und ich hatte dort in der Maschinenbauschule mehr an Mathematik, Physik und Maschinenbau gelernt — und zwar mit Schulzwang, Hausaufgaben und Exerzitien — als in den ersten zwei Semestern auf der Hochschule gefordert wurde. Kittler, der als geborener Bayer mit den Verhältnissen bekannt war, unterstützte mein Gesuch an das Ministerium, schon nach einem Jahr das Vorexamen ablegen zu dürfen, und ich habe das dann auch getan.

Kittlers erster Assistent war der nachmals sehr bekannt gewordene Deutsch-Amerikaner Carl Hering (April bis Juni 1884), dessen Nachfolger war Michael von Dolivo-Dobrowolsky.

Was wir damals in Kittlers Kolleg lernten, waren hauptsächlich die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik. In meinem Testatbuch finden sich außer diesem zweistündigen Kolleg auch noch zwei Stunden elektrische Maschinen und Arbeitsübertragung, zwei Stunden elektrische Beleuchtung, zwei Stunden Elemente der Elektrotechnik und drei Stunden spezielle Elektrotechnik II, über meine drei Studienjahre verteilt. Außerdem wurde von allen Studierenden sehr eifrig teilgenommen an den elektrotechnischen Übungen im Laboratorium, wobei anfänglich Dolivo-Dobrowolsky, nach dessen Weggang 1886/87 Oskar von Göben uns behilflich war. Von Göben war später Chefkonstrukteur von Garbe-Lahmeyer in Aachen und Schuckert in Nürnberg.

Kittlers Vorlesungen zeichneten sich aus durch Klarheit der Darstellung und durch eine mitreißende Lebhaftigkeit. Er begann mit dem Elektromagnetismus, gab dann das absolute Maßsystem, die Einheiten, Grundgesetze, Meßmethoden und kam schließlich zu den Maschinen und Anwendungen.

Von den Maschinen wurden hauptsächlich besprochen die Eigenschaften der drei Typen von Gleichstrommaschinen und die durch Marcel Deprez kurz zuvor graphisch behandelten Charakteristiken. Diese Dinge waren damals neu. 1879 hatte J. Hopkinson zum ersten Male die Abhängigkeit der EMK einer dynamoelektrischen Maschine von der Stromstärke im äußeren Stromkreise bei gleichbleibender Drehzahl dargestellt und Deprez hatte 1881 hierfür zum ersten Male den Namen Charakteristik gebraucht. Kittlers Handbuch der Elektrotechnik, wovon er selbst den 1. Band 1886 während meiner Studienzeit erscheinen ließ, zeugt von einer außergewöhnlichen Belesenheit und einer hervorragenden Kunst der einfachen Darstellung verwickelter Vorgänge. Es ist für die damalige Zeit ganz ausgezeichnet geschrieben. Ich habe 1887 allerlei Abbildungen für den 2. Teil gezeichnet; es war auch etwas von diesem schon geschrieben. Aber er ist nie fertig geworden, bis W. Petersen die 2. Auflage bearbeitet hat.

Das ist recht schade. Denn Kittler hätte Ende der achtziger Jahre allerlei erzählen können. Er kam nicht dazu, zum Teil wohl wegen seiner ausgebreiteten Tätigkeit als Gutachter. Damals wurde kaum ein Elektrizitätswerk gebaut, ohne daß er bei den vorbereitenden Unternehmungen oder den Abnahmeprüfungen hinzugezogen worden wäre[1]. Das kam allerdings uns Studenten zum Teil

[1] Auch in der Berechnung der Leitungsnetze, für die Kittlers damalige Methode sehr geschätzt wurde, war er ein fast unentbehrlicher Berater der Stadtgemeinden und Privatunternehmungen.

zugute: es erweiterte seinen Blick auf praktische Probleme, wir hörten auch manches darüber, über Kraftwerke, über eine Zugbeleuchtung der Maschinenfabrik Esslingen und andere Dinge. Aber es brachte ihn auch dazu, manche Vorlesung abzusagen. Und davon waren wir weniger erbaut.

Dobrowolsky, wie wir ihn damals nannten, leitete meine ersten Schritte im Maschinenlaboratorium, nachdem ich bei E. Dorn das physikalische Praktikum im ersten Semester erledigt hatte. Dorn, selbst ein vorzüglicher Beobachter, war darauf erpicht, uns genau messen zu lehren. Meine letzte Messung bei ihm war eine Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus, wobei ich allein die Kehrpunkte der schwingenden Magnetnadel beobachten, aufschreiben und die Schwingungszeiten zählen mußte. Ich war tief unglücklich, als ich statt $H = 0{,}19$ den Wert 0,20 gefunden hatte und erzählte das Dorns Nachfolger, Eilhard Wiedemann, der darüber weit weniger entrüstet war, als Dorn es gewesen wäre. Er blieb nur ein Semester, und mit ihm kam und ging sein Assistent H. Ebert, später Professor in München. Examen in der Physik legte ich bei F. Himstedt ab, so daß ich in zwei Jahren drei verschiedene Professoren in der Physik hatte. Bei Himstedt hörte man auch Bestimmung des Ohm, mechanische Wärmetheorie und mathematische Elektrizitätslehre. Von ihm und Dorn gingen die nachhaltigsten Wirkungen auf unsere physikalischen Anschauungen aus.

Noch tiefer war der Einfluß Dobrowolskys. Er selbst hatte einen Lehrauftrag für — — Elektrochemie und gab darüber ein dreistündiges Kolleg, das mich so sehr entzückte, daß ich damals Elektrochemiker werden wollte. Die Geheimnisse der Polarisation bei galvanischen Elementen, der Galvanostegie und Galvanoplastik, der Raffinierung von Kupfer wußte er in seiner kernigen, überaus klaren und bildhaften Anschauungsweise so lebendig vorzustellen, daß wir ihm gespannt folgten. Ich habe damals 1886/87 auch vier Nachmittage im chemischen Laboratorium gearbeitet. Für manche wird es eine Überraschung sein zu hören, daß der nachmalige Mitbegründer der Drehstromtechnik, der die Namen Drehstrom, Wattstrom und wattloser Strom prägte, von Haus aus Chemiker war. Er war dann in Frankfurt a. M. bei Möhring gewesen und von dort aus als Assistent zu Kittler gekommen. Als er uns Ende 1886 verließ, ging er zu der elektrochemischen Fabrik Elektron in Griesheim und von dort aus nach Berlin zur Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Von dort aus schrieb er mir im Dezember 1888 auf eine Anfrage allerlei Einzelheiten über das Hermitesche Bleichverfahren.

Von Dobrowolsky wurde auch das elektrotechnische Seminar geleitet. In diesem wurden allerlei Fragen besprochen, häufig mit mehr Eifer als Einsicht. So hatte Kittler die Frage aufgeworfen, wie man die Stromverteilung in einem geschlossenen Leiter mit einem Speisepunkt ermitteln könne. Als Beispiel war die Beleuchtung eines kreisförmigen (Zirkus-) Gebäudes gewählt. Alle sprachen; alle wollten die Leitung aufschneiden; aber niemand wußte recht Bescheid, wo und wie man sich die Leitung durchgeschnitten denken müsse. Zuletzt entstand ein fast homerischer Streit darüber, was die zwei aufeinander zufließenden Ströme an der Schnittstelle tun würden, „wenn sie aufeinanderstoßen".

Die Vorstellung der aufgeschnittenen Leitung lag schon damals, etwa 1887, in der Luft, vielleicht aus Analogie mit der Graphostatik. Aber niemand wußte etwas Genaueres. Dieses Problem ist erst endgültig 1890 durch meinen Freund Josef Herzog, in Zusammenarbeit mit Leopold Stark, in meiner „Bude" im Ofener Viertel von Budapest gelöst und als „Schnittmethode" veröffentlicht worden.

Vermutlich war Kittler auf das Problem in seiner praktischen Tätigkeit gestoßen. Damals wurde aber noch allerlei „aus dem Gefühl" heraus gemacht. Man wußte — unterbewußt — wie man etwas machen könne. Um das Warum kümmerte man sich weniger. Man baute Leitungsnetze, Maschinen, Kraftwerke aus dem Gefühl, betrieb sie ohne Meßinstrumente, indem man die Spannung nach dem Aussehen der Lampen regelte. Darüber haben Friedrich Roß und Josef Herzog allerlei Lustiges erzählt in der Festschrift des Elektrotechnischen Vereins Wien. Als die Budapester Hofburg etwa 1885 zum ersten Male festlich mit elektrischen Glühlampen beleuchtet wurde, verwendete man zur Installation gewachste Klingeldrähte. Niemand dachte daran, daß sie auch warm werden könnten, obwohl E. Dorn 1881 darüber bei der Münchener Ausstellung Studien veröffentlicht hatte. Als sie aber doch warm wurden und eine Exzellenz einen Tropfen auf den kahlen Schädel bekam, sprach sie erstaunt: „Ötz dös hob i nit gewußt, daß dö Elektrizität aa trapft."

Von dem ernsten und vornehmen Prof. Dorn wurde mir 1885 erzählt, daß er ein paar Jahre zuvor die erste Edison-A-Lampe für 20 Mark bestellte. Sie kam und war zerbrochen. Ebenso eine zweite. Als aber die dritte kam und brannte, stürzte er in die Senatsitzung und rief: „Ich habe eine Edisonlampe und sie brennt sogar." Worauf der ganze Senat mitkam, um dies Wunder zu bestaunen.

Jede Maschine war ein Individuum für sich und meistens auch etwas anders ausgeführt als die übrigen. Es war dann auch mehr oder weniger ein Glücksfall, wenn sie wirklich die Spannung gab, die man von ihr erwartete. Tat sie es nicht, dann versuchte man den Luftspalt zu verkleinern (oder zu vergrößern?), irgendwo noch etwas Eisen zum Gestell zu geben (oder etwas davon wegzunehmen?). Kurzum man tastete und tappte im Blinden. Was v. Dolivo-Dobrowolsky etwa 1886 über die Berechnung von Dynamos wußte, hat er uns kurz vor seiner Abreise in einer Seminarstunde erzählt und wir haben diese kostbare Weisheit sorgfältig aufgeschrieben: „Man entwirft nach dem Gefühl und an Hand ausgeführter Maschinen das Eisengestell des Ankers und der Magnete, berechnet dann, wieviel Drähte des für die gewünschte Stromstärke und -dichte erforderlichen Querschnittes auf den glatten Ring- oder Trommelanker aufgebracht werden können, wobei auf isolierende Dorne oder Mitnehmer zu achten ist. Daraus ergibt sich dann die Zahl der Kommutatorlamellen. Der so bewickelte Anker wird in das mit Hilfsspulen ausgerüstete Magnetgestell eingelegt und auf die gewünschte Tourenzahl gebracht. Man kann dann messen, wieviel Amperewindungen die Hilfsspulen verbrauchen und kann daraus leicht die erforderliche Nebenschluß- oder Hauptschlußwicklung der endgültigen Magnetspulen berechnen."

In Kittlers Handbuch aus dem Jahre 1886 steht S. 123, daß die von den Induktionsapparaten gelieferten Stromimpulse zunächst Wechselströme sind, die aber durch den Kommutator für den äußeren Stromkreis gleichgerichtet werden können. Auf S. 327 steht, daß in Maschinen mit separat erregten Feldmagneten der zur Erregung verwendete elektrische Effekt mit in Rechnung zu bringen sei bei Ermittlung des Wirkungsgrades. Dann folgt: Siehe den Abschnitt „Wechselstrommaschinen". Das war aber unmöglich. Denn er ist nie erschienen. Und viel mehr hatte ich kaum über Wechselstrom gehört, als Kittler 1887 die Preisfrage stellte nach einer „kritischen Untersuchung der zur Messung von Wechselströmen vorgeschlagenen Methoden".

Kittler hatte damals, gerade durch seine Berührung mit der Praxis, geahnt, daß der Wechselstrom nicht mehr als vernachlässigbare Größe angesehen werden dürfe. Mehr konnte man damals nicht erwarten. Der große Streit zwischen Gleichstrom und Wechselstrom sollte erst noch kommen. Als aber Bláthy 1888 Versuche über die Parallelschaltung von Einphasenmaschinen in Tivoli bei Rom unternahm, war Kittler dabei, und kurz nachher begann er auch regelmäßige Vorlesungen über Wechselstrom.

Für mich war die genannte Preisaufgabe Schicksal. Ich wollte sie lösen, mußte dazu die Quellen studieren, von Joubert 1881 an und dabei kam mir auch John Hopkinsons klassische Untersuchung „On dynamoelectric machinery" von 1885 in den Transactions of the Royal Society of London in die Hände. Diese Arbeit, die seither erweitert, aber niemals übertroffen wurde, und die sogar die Streuung und die Armaturrückwirkung bei Gleichstrommaschinen behandelte, ist der eigentliche Grundstein der Dynamoberechnung. Sie erhellte mit einem Male blitzartig die nebelhaften Vorstellungen der damaligen Zeit. Maxwells Treatise war erst 1873 erschienen und noch keineswegs Allgemeingut geworden. Noch im Jahre 1884 schrieb Silv. P. Thompson in der ersten Auflage seiner „Dynamo-electric machinery": „Über die Gesetze der Induktion von Magnetismus in Kreisen, welche zum Teil aus Eisen, zum Teil aus Luft oder Kupferdraht bestehen, wissen wir trotz der Untersuchungen von Rowland, Stoletow, Stroubal, Ewing und Hughes tatsächlich recht wenig. Wir brauchten einen neuen Philosophen, um für den magnetischen Kreis zu tun, was Dr. Ohm vor 50 Jahren für den elektrischen Kreis tat."

Diese Riesenleistung vollbrachte John Hopkinson. Er war 1882 Berater der neu geformten Edison Company geworden und brachte es 1883 fertig, an Hand wissenschaftlicher Untersuchungen an kleinen Modellen die Leistung auf 165 W je kg Ankerkupfer zu bringen, während Edi-

sons „Jumbo-dynamo" nur 35 W je kg Ankerkupfer lieferte. Das Resultat selbst ist heute um das 10- bis 20fache überholt. Der Weg aber, längs dessen dieses Resultat erzielt wurde, hat noch immer die kristallene Klarheit und Schönheit des Vollendeten.

Ich mußte dies hier erwähnen. Es gehört zum Verständnis der Zeit, worin man häufig kräftige Leistung, die man kaum zu messen wußte, mit lebhaftem Kollektorfeuer verwechselte. Die Siemens-Schuckertwerke erzählen in ihrer Festschrift zur 75jährigen Feier, daß man häufig lobend meldete: „Maschine funkt gut". Mir selbst ist ein ähnlicher Bericht eines Schuckert-Monteurs bekannt, der die Bürsten zu weit verschoben hatte: „Maschine hat wohl Strom, aber sie gibt keinen".

In diese Zeit fallen Kittlers erste Jahre und auch meine ersten Studienjahre. Er kam aus der Physik, wie damals jeder, der sich der Elektrotechnik zuwandte, aus einer anderen Studienrichtung kommen mußte. Denn Kittler gehört das unstreitige Verdienst, die ersten „richtiggehenden" elektrotechnischen Ingenieure ausgebildet und abgeliefert zu haben. Und zu einer der ersten Lieferungen gehört auch der Berichterstatter.

Ich habe die Preisaufgabe gelöst und sie 1889 im Uppenbornschen „Centralblatt für Elektrotechnik" veröffentlicht. Dann habe ich am 18. X. 1888 mein Diplom erhalten und bin als Nachfolger von O. von Göben Assistent bei Kittler geworden, aber schon im April 1889 zu Ganz Co. in Budapest übergegangen.

Die Zahl der Studierenden war inzwischen etwas gestiegen, so daß kurz nach mir auch Fritz Dettmar als Assistent angestellt wurde. Wir teilten uns zu zweien in das Maschinenlaboratorium, das damals noch im Keller des Gebäudes am Kapellplatz war, und wo alle Messungen, von der Eichung von Amperemetern mit Kupfervoltameter bis zur Bestimmung des Wirkungsgrades von Dynamomaschinen und Akkumulatoren ausgeführt wurden. Dettmar war ein begabter Mann, der leider ganz jung auf der Frankfurter Ausstellung des Jahres 1891 verunglückte.

Unter den Studenten, die ich 1885 traf, waren Anton Asch, später Ingenieur bei Hartmann & Braun und Erfinder der Hitzdrahtinstrumente und Carl Wilkens, in der Maschinenbau-Abteilung auch C. Friedmann, jetzt Prof. des Maschinenbaues in Braunschweig.

Während des Studiums kamen dann noch Julius Moellinger, Erasmus Caemmerer, Joachim Teichmüller, die 1890, Robert M. Friese und Adolf Sengel, die 1891 das Endexamen ablegten, ferner Dr. C. Wirtz und Dr. Passavant, die damals Assistenten der Physik bei Prof. Schering waren, nach meinem Weggang Assistenten bei Kittler wurden, ebenso wie später Friese und Sengel.

Bei der gesetzlichen Festlegung des Titels eines Diplomingenieurs im Jahre 1900 wurde den früheren Prüflingen das Recht auf diesen Titel bis zum Jahre 1889 verliehen. Moellinger war dann auch der erste Dr.-Ing. der elektrotechnischen Abteilung in Darmstadt.

Mein Lebensweg hat den Kittlers noch einmal gekreuzt, als ich mich 1902 als Privatdozent in Darmstadt habilitierte. Aber die Erinnerung daran ist weniger lebhaft und auch weniger interessant als die aus der Studentenzeit, obwohl die Hochschule damals etwa 2400 Hörer hatte, worunter auch Waldemar Petersen war.

Zwischen 1885 und 1888 bestand ein außerordentlich intensives geistiges Leben an der Technischen Hochschule zu Darmstadt. Die Elektrotechnik war jung und ihre Dozenten, Propheten und Ingenieure waren auch jung. Wenn ich meine übrigen Professoren nicht nenne und über die Zeit nach meinem Weggang schweige, so geschieht dies nicht aus Mangel an Dankbarkeit oder an Interesse. Ich will hier nur über persönliche Eindrücke berichten und habe darum, mehr als mir lieb ist, auch über mich selbst sprechen müssen.

Kittler ist im Juli 1927 75 Jahre alt geworden und noch recht rüstig. Er kann mit Genugtuung auf sein Lebenswerk zurücksehen. In den kritischen neunziger Jahren hat er einen überragenden Einfluß auf die Entwicklung der Kraftwerke und anderen Anwendungen der Elektrotechnik in Deutschland ausgeübt und anfänglich allein, später mit seinen Kollegen Dr. C. Wirtz und A. Sengel eine große Schar von tüchtigen Elektrotechnikern herangebildet.

Über die Leistungsfaktorbestimmung in ungleichmäßig belasteten, symmetrischen Dreileiter-Drehstromsystemen.

Von **G. Hauffe**, Dresden.

Übersicht. **Es wird gezeigt, wie man in symmetrischen, ungleichmäßig belasteten Drehstromsystemen ohne Nulleiter mit Hilfe der beiden nach Behn-Eschenburg und Aron geschalteten Wirkleistungsmesser den Leistungsfaktor bestimmen kann, indem man eine einfache Umschaltung der Spannungskreise vornimmt. Sonderfälle und die Bedeutung des Verfahrens für Drehstromzähler-Eichschaltungen werden besprochen.**

Unter einem symmetrischen Drehstromsystem verstehen wir ein solches, bei dem die Linienspannungen untereinander gleich sind und gleiche Phasenverschiebung gegeneinander besitzen. Bei ungleichmäßiger Belastung besteht für die Linienströme nur die Bedingung, daß ihre Summe Null sein muß. Der Leistungsfaktor in einem solchen Netz ist definiert durch die beiden Gleichungen

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{N_{b_{ges}}}{N_{w_{ges}}}, \quad \cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi}}.$$

$N_{b_{ges}}$ = gesamte Blindleistung, $N_{w_{ges}}$ = gesamte Wirkleistung.

Sind die beiden Wirkleistungsmesser in der Schaltung nach Behn-Eschenburg und Aron von den Strömen J_1 und J_3 durchflossen, so zeigen die Instrumente an (Abb. 1):

$$N_1 = P_{12} J_1 \cos \sphericalangle (P_{12} J_1); \quad N_2 = P_{32} J_3 \cos \sphericalangle (P_{32} J_3),$$

und es ist

$$N_{w_{ges}} = N_1 + N_2.$$

Gelänge es nun, auch noch die Werte

$$N_1' = P_{12} J_1 \sin \sphericalangle (P_{12} J_1), \quad N_2' = P_{32} J_3 \sin \sphericalangle (P_{32} J_3)$$

zu bestimmen, so wäre

$$N_{b_{ges}} = N_1' - N_2'$$

und damit die Ermittlung des Leistungsfaktors sehr einfach. Indessen ist die Messung der Blindleistungen N_1' und N_2' mit gewöhnlichen Wirkleistungsmessern nicht möglich. Kombiniert man jedoch die Ströme J_1 und J_3 mit

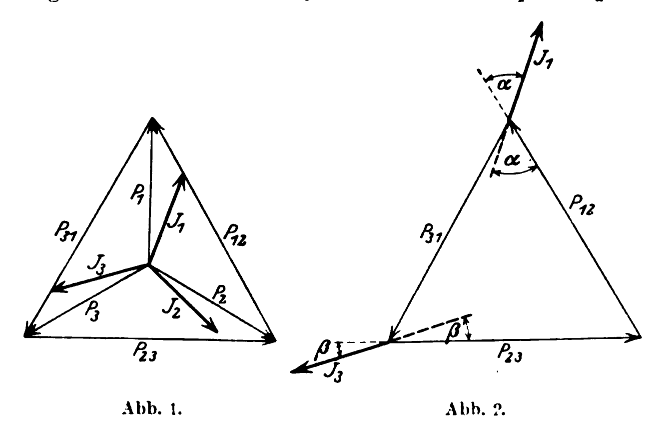


Abb. 1. Abb. 2.

anderen Spannungen, nämlich J_1 mit P_{13} und J_3 mit P_{31}, so lassen sich die obigen Blindleistungen berechnen. Man erhält also folgende vier Wattmeterangaben (Abb. 2):

$$N_1 = P_{12} J_1 \cos \sphericalangle (P_{12} J_1) = P J_1 \cos\alpha = c\,a_1 \quad . \quad . \quad (1)$$

$$N_2 = P_{32} J_3 \cos \sphericalangle (P_{32} J_3) = P J_3 \cos\beta = c\,a_2 \quad . \quad . \quad (2)$$

$$N_3 = P_{13} J_1 \cos [60° - \sphericalangle (P_{12} J_1)] = P J_1 \cos (60° - \alpha) = c\, a_3 \quad (3)$$
$$N_4 = P_{31} J_3 \cos [60° - \sphericalangle (P_{32} J_3)] = P J_3 \cos (60° - \beta) = c\, a_4, \quad (4)$$

wobei zur Abkürzung $\sphericalangle(P_{12} J_1) = \alpha$ und $\sphericalangle(P_{32} J_3) = \beta$ gesetzt ist und weiter vorausgesetzt wurde, daß die Konstanten c in Watt/Skalenteil für beide Instrumente gleich sind. Außerdem ist wegen der vorausgesetzten Spannungssymmetrie $P_{12} = P_{23} = P_{31} = P$ gesetzt worden.

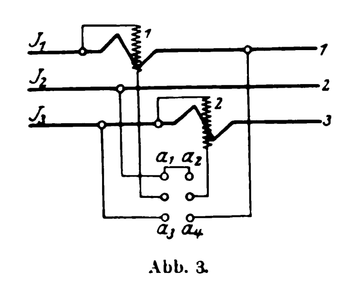


Abb. 3.

Bildet man jetzt (3):(1), so erhält man daraus

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2 a_3 - a_1}{a_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Bildet man weiterhin (1)+(3), so findet man mit (5)

$$N_1' = P_{12} J_1 \sin \sphericalangle (P_{12} J_1) = P J_1 \sin \alpha = \frac{c\,(2 a_3 - a_1)}{\sqrt{3}}$$

und analog

$$N_2' = P_{32} J_3 \sin \sphericalangle (P_{32} J_3) = P J_3 \sin \beta = \frac{c\,(2 a_4 - a_2)}{\sqrt{3}}.$$

Damit ist also die gesamte Blindleistung ausdrückbar durch die Ausschläge a_1 bis a_4:

$$N_{b_{ges}} = N_1' - N_2' = \frac{c}{\sqrt{3}} \,(2 a_3 - a_1 - 2 a_4 + a_2),$$

während die gesamte Wirkleistung wird

$$N_{w_{ges}} = N_1 + N_2 = c\,(a_1 + a_2).$$

So ergibt sich also

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{N_{b_{ges}}}{N_{w_{ges}}} = \frac{2 a_3 - a_1 - 2 a_4 + a_2}{\sqrt{3}\,(a_1 + a_2)}.$$

Als Sonderfall ist zu betrachten, daß außer Spannungssymmetrie auch noch Stromsymmetrie besteht, daß also

$$J_1 = J_2 = J_3 = J$$

und

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi.$$

In diesem Falle wird

$$c\, a_1 = P J \cos (30° + \varphi)$$
$$c\, a_2 = P J \cos (30° - \varphi)$$
$$c\, a_3 = P J \cos (30° - \varphi)$$
$$c\, a_4 = P J \cos (30° + \varphi)$$
$$a_1 = a_4, \qquad a_2 = a_3.$$
$$\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{3}\, \frac{a_2 - a_1}{a_2 + a_1}.$$

Das ist aber die bekannte Gleichung von **B r e i t f e l d**[1]. Abb. 3 zeigt, wie man mit Hilfe eines einfachen zweipoligen Umschalters die geforderten Ausschläge erzielen kann. Wird einer derselben negativ, so kann er durch Umpolung eines Strom- oder Spannungskreises positiv gemacht werden, er ist aber negativ in die Tangensformel einzusetzen.

Aus dem eben beschriebenen Sonderfall gleichmäßiger Last bei symmetrischen Spannungen kann also als Kriterium hierfür hergeleitet werden, daß das Umlegen des in Abb. 3 gezeichneten Schalters bewirkt, daß die beiden Leistungsmesser ihre Ausschläge miteinander vertauschen. Besonders brauchbar scheint diese Probe bei Drehstrom-Zählereichschaltungen mit Doppelgeneratoren. Wie nachgewiesen wurde[2], ist die Herstellung von ± 60 ° Phasenverschiebung erforderlich, um bei symmetrischen Spannungen auch symmetrische Stromverhältnisse zu erkennen. Diese immerhin etwas zeitraubende Einstellung kann nun dadurch ersetzt werden, daß man einen derartigen Spannungskreis-Umschalter einbaut und an der Vertauschung der Wattmeterausschläge erkennt, daß die gewünschten symmetrischen Verhältnisse erreicht sind.

[1] ETZ 1899, S. 120.
[2] ETZ 1926, S. 1284.

Die Elektrizitätswirtschaft der Vereinigten Staaten von Amerika im Jahre 1927[1].

Von Dr. **Gerhard Dehne**, Berlin.

Das Jahr 1927 hat der Elektrizitätswirtschaft der V. S. Amerika eine weitere starke Aufwärtsentwicklung gebracht. Bei einer 17mal so großen Fläche, aber einer nur 1,7mal so starken Bevölkerung wie Deutschland erreichte die S t r o m e r z e u g u n g ihrer öffentlichen Elektrizitätswerke mit 75,1 Milliarden kWh etwa den sechsfachen Betrag der von den deutschen öffentlichen Elektrizitätswerken produzierten Menge.

Bei diesem gewaltigen, die Produktion aller anderen Länder der Erde weit in den Schatten stellenden Betrag ergibt sich die Frage, welche Teile der Union hauptsächlich an der Stromerzeugung beteiligt waren. Sie wird durch Abb. 1 anschaulich beantwortet. Danach liegt der Schwerpunkt im Nordosten. Hier erzeugen die dicht bevölkerten atlantischen und Nordstaaten allein 75 % der gesamten Elektrizitätsmenge. An erster Stelle stehen die mittelatlantischen Staaten, unter denen besonders die Wasserkräfte des Staates New York einen erheblichen Anteil ausmachen. Diese werden in der Hauptsache von der Buffalo, Niagara und Eastern Power Corp., dem größten Krafterzeugungsunternehmen des Kontinents, aus den Niagarafällen gewonnen. Der starke Anteil der Kohle erklärt sich einmal aus deren Vorräten in den pennsylvanischen Ausläufern des appalachischen Kohlenfeldes, sodann aber daraus, daß die Großstädte an der atlantischen Küste infolge sehr weiter Entfernung von Kohlenlagern und Wasserkräften fast ganz auf örtliche Erzeugung in Steinkohlenkraftwerken eingestellt sind.

An zweiter Stelle stehen die mittleren Nordoststaaten mit dem Erzeugungschwerpunkt Chicago, welcher sich auf die zentralen, zwischen Chicago und St. Louis gelegenen Kohlenfelder stützt. An dritter Stelle folgen die Staaten an der pazifischen Küste, deren Elektrizitätserzeugung im wesentlichen auf den dortigen Wasserkräften aufgebaut ist. Diese Staaten verfügen weder über Kohlenlager noch Ölvorkommen, besitzen jedoch in den zum Stillen Ozean abfallenden Hängen des Küstengebirges ausgiebige Wasserkräfte. Während hier bisher fast 2,1 Mill. kW ausgebaut sind, von denen allein über 1,4 Mill. kW auf Kalifornien entfallen, harren weitere 5 Mill. kW der Erschließung. Die mittleren Teile der Union im Zuge der Felsengebirge und der Prärien weisen entsprechend ihrer dünnen Besiedlung eine verhältnismäßig geringere Stromerzeugung auf.

Ungefähr dasselbe Bild ergibt sich, wenn wir die Produktion der einzelnen Staaten je Kopf der Bevölkerung betrachten. Aus Abb. 2 ist ersichtlich, daß die an Wasserkräften reichsten Staaten in dieser Beziehung auch die größte Elektrizitätserzeugung haben. An der Spitze steht Montana mit 2020 kWh, gefolgt von Kalifornien mit 1685 kWh. Dies rührt in erster Linie daher, daß die pazifischen Staaten in der Stromversorgung der Farmen weiter vorgeschritten sind als irgendein anderes Agrarland der Union. Insbesondere werden für die Bewässerung enorme Energiemengen verbraucht: rund 80 % der installierten

[1] Vgl. auch El. World Bd. 91, 1928, S. 17 ff., der die Abb. 2 bis 7 entnommen sind.



Elektromotorenleistung dienen zum Antrieb von Bewässerungspumpen. So ergeben sich hauptsächlich zwei Gegenden mit sehr intensiver Krafterzeugung je Kopf der Bevölkerung, der Westen (Montana, Kalifornien, Idaho, Washington, Oregon) und der Nordosten (Westvirginien, New York, Illinois, District Columbia, Michigan, Ohio, Maine, Connecticut). Im Südosten ist noch Alabama zu erwähnen, wo besonders die Wasserkräfte des Tennessee die Elektrizitätserzeugung steigern (Muscle Shoals).

Hinsichtlich der nutzbaren Energievorräte sind die Vereinigten Staaten äußerst günstig gestellt. Während die gesamten Kohlenschätze Europas 13,8 % der Weltvorräte ausmachen, verfügt die Union allein über 48,6 % (2,7 Bill. t). Die sehr guten Abbaubedingungen der amerikanischen Steinkohle, deren in der Regel etwa 2 m mächtige Flöze dicht unter der Oberfläche in fast ebener Lage ruhen, ferner die Erfolge der Wärmetechnik machen den Wasserkraftwerken starke Konkurrenz. Schon seit mehreren Jahren wurden über 60 % der gesamten elektrischen Arbeit in Wärmezentralen erzeugt. Dieser Prozentsatz wird sich in Zukunft wahrscheinlich noch erhöhen, weil die wirtschaftlichen, politischen und technischen Hemmungen im Wasserkraftausbau von Jahr zu Jahr größer werden. Infolgedessen wird es immer schwieriger, eine wirtschaftliche Berechtigung für große Wasserkraftwerke zu finden, die weit von den Belastungsschwerpunkten entfernt liegen und sehr lange Übertragungsleitungen benötigen.

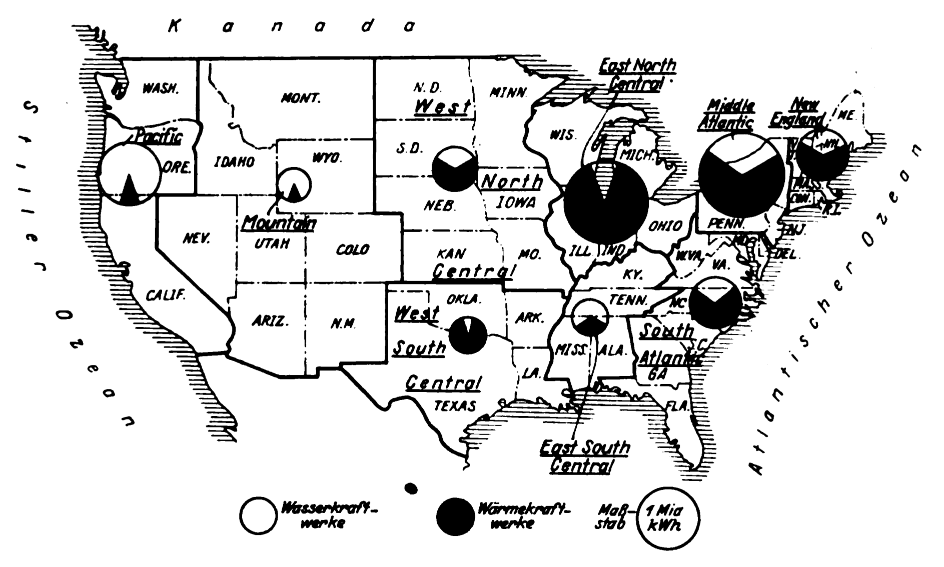


Abb. 1. Das Verhältnis der Stromerzeugung aus Wärme und Wasserkraft innerhalb der einzelnen Staatengruppen der V. S. Amerika 1927.

Während der letzten Jahre gestaltete sich die Stromerzeugung aus Wärme- und Wasserkraftwerken wie folgt (s. Abb. 3):

Jahr	Gesamterzeugung Milliarden kWh	Davon aus Wärmekraftwerken %	Aus Wasserkraftwerken %
1924	54,4	63,9	36,1
1925	61,2	64,1	35,9
1926	69,2	62,6	37,4
1927	75,1	61,3	38,7

Die Vereinigten Staaten sind ja bekanntlich sehr reich mit Wasserkräften bedacht, deren Leistungsfähigkeit während $^{9}/_{10}$ des Jahres auf 25 Mill. kW, während der Hälfte des Jahres auf 41 Mill. kW veranschlagt wird. Ihr Ausbau innerhalb der einzelnen Staatengruppen entwickelte sich in nachstehender Weise:

Staaten	Anfang 1921 Mill. kW	Ende 1927 Mill. kW
Pacific	1,32	2,07
Middle-Atlantic	1,09	1,51
South Atlantic	0,79	1,35
Mountain	0,61	1,28
New England	0,96	1,13
East North Central	0,54	0,74
East South „	0,18	0,64
West North „	0,32	0,39
West South „	0,01	0,02
zusammen	5,82	9,13

Trotzdem mit Genehmigung der Federal Water Power Commission 1928 Wasserkraftzentralen von 0,5 Mill. kW Leistung gegenüber 67 000 kW im Jahre 1927 in Betrieb kommen sollen, machten schon im abgelaufenen Jahre die Wärmekraftwerke den Wasserkräften sogar in deren eigenen Gebieten (besonders in Kalifornien und im Südosten) starke Konkurrenz. Überall dort ist man dabei, größere kalorische Zentralen zu errichten.

1927 wurden in den öffentlichen Elektrizitätswerken über 37 Mill. t Kohle verbraucht bei einer Gesamtjahresförderung der Union von 700 Mill. t. Seit längerer Zeit hat der Kohlenverbrauch sich jährlich etwa um 1 Mill. t vermehrt. Diese Zunahme ist konstant geblieben, trotz der verhältnismäßig stark gestiegenen Elektrizitätserzeugung, weil man den Brennstoffkonsum je erzeugte Kilowattstunde besser auszunutzen lernte. Der Kohlenverbrauch sank beispielsweise seit 1919 von 1,45 auf 0,833 kg/kWh (s. Abb. 3). Im Jahre 1927 wurde auf diese Weise eine Ersparnis gegenüber 1913 erzielt, die dem Gesamtkohlenverbrauch im Jahre 1913 gleichkam. Innerhalb der letzten 8 Jahre hat man rd. 140 Mill. t Kohle erspart. Die Benutzungsstundendauer ist von 2000 im Jahre 1913 auf 3000 im Jahre 1927 angewachsen. Der Anstieg fand jedoch nicht plötzlich statt, vielmehr waren bereits 1919 etwa 2900 h erreicht, die in den beiden folgenden Jahren etwas absanken, um dann seit 1922 zu dem für 1927 genannten bisher höchsten Betrag zu gelangen.

Ende 1927 gab es in den Vereinigten Staaten 4409 öffentliche Elektrizitätsversorgungsunternehmungen mit 4157 Kraftwerken, deren Erzeugung sich seit 1921 jährlich um etwa 7 Milliarden kWh vermehrt hat. Hierzu war in jedem Jahr eine Erhöhung der Maschinenleistung um 2,5 bis 3 Mill. kW erforderlich. Im ganzen ist die installierte Leistung von 6,45 Mill. kVA im Jahre 1912 auf 28,99 Mill. kVA im Jahre 1927 gestiegen.

Neubauten und Erweiterungen von Wärmekraftwerken sind überall im Lande zu beobachten. Betreffs der Anlagen von Muscle Shoals[1] und Boulder Dam wurde viel debattiert, ohne daß wesentliche Fortschritte zu verzeichnen gewesen wären. Gegenüber diesen rein staatlichen Projekten ist mit Interesse die Initiative der Privatindustrie zu beobachten. Aus dem südwestlich von Philadelphia liegenden Conowingo-Werk am Susquehanna (250 000 kW) wird wahrscheinlich schon 1928 mit der Stromlieferung begonnen werden. Auch in Süd-Carolina, an den Ohiofällen in Kentucky, in Alabama, im Staate Washington und in Kalifornien sind große Privatwasserkraftwerke in schnellem Entstehen begriffen. New York erörterte das St. Lorenz-Projekt weiterhin, ohne jedoch nennenswert vorwärts zu kommen. Texas mit seiner fortwährend steigenden Ölproduktion war das Feld andauernder Neubauten mittlerer und kleinerer an den Hauptpunkten großer Versorgungsnetze gelegener Kraftwerke.

Infolge der Ausdehnung der Leitungsysteme und der fortschreitenden Verkupplung der Netze wurden weiterhin viele kleine und unbedeutende Stationen stillgelegt oder nur noch zur Spitzendeckung gebraucht. Die Grundlast wird fast allgemein den größeren und leistungsfähigen Kraftwerken übertragen.

Neben der Fertigstellung von Kupplungsleitungen in Nord-Carolina, Tennessee und Virginia wurde eine ununterbrochene Verbindung von Chicago südwärts bis nach Mobile und Pensacola am Mexikanischen Golf geschaffen. Nach Osten bestanden schon vorher Verbindungsleitungen bis nach Boston am Atlantischen Ozean. Der Parallelbetrieb dieser beiden rechtwinklig zueinander liegenden Systeme wurde trotz der gewaltigen Ausdehnungen erfolgreich durchgeführt. Die große 220 kV-Kupplung der Public Service Electric & Gas Co. of New Jersey, der Philadelphia Electric Co. und der Pennsylvania Power & Light Co.[2] ist das bedeutendste augenblicklich in Ausführung begriffene Projekt an der nördlichen atlantischen Küste.

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 378; 1928, S. 483.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1820.

Längs der pazifischen Küste sind sämtliche Hochspannungsnetze von Mexiko im Süden bis nach Kanada im Norden (Luftlinie etwa 2700 km) bereits seit geraumer Zeit untereinander und mit den östlichen Nachbarstaaten fest verbunden. In diesem Zusammenhang wird die Entwicklung der Höchstspannungskabel immer bedeutungsvoller, da auch dicht besiedelte Gebiete, in denen der Bau von Freileitungen nicht möglich ist, mit anderen Zentralen verkuppelt werden müssen. Sowohl in New York als auch in Chicago haben sich die in Betrieb genommenen 132 kV-Kabel vom Pirelli-Typ gut bewährt. Die Fabrikation von 220 kV-Kabeln wird bereits seitens der elektrotechnischen Industrie erwogen. Die Zunahme der Verkupplungen kommt auch in dem steigenden Elektrizitätsaustausch zwischen den einzelnen Kraftwerken zum Ausdruck, welcher ein Fünftel der Gesamterzeugung ausmacht und sich innerhalb von 4 Jahren verdoppelt hat. 1923 waren es 7,4, 1927 bereits 14,7 Milliarden kWh.

In Verbindung mit der Verbesserung der Kohlenausnutzung, der Ergänzung von Wasser- und Wärmekraftwerken und der Ausdehnung der Hochspannungsleitungen ermöglichten die Kupplungen der Netze einen äußerst vorteilhaften Belastungsausgleich innerhalb weiter Gebiete.

Das Ansteigen der Stromerzeugung und die S t r o m a b g a b e an die einzelnen Verbrauchergruppen zeigt Abb. 4. Seit 1913 hat sich danach die gesamte in Elektrizitätswerken erzeugte elektrische Arbeit und der Lichtstromverbrauch versechsfacht, die Lieferung von Kraftstrom sogar verachtfacht, der Verbrauch der elektrischen Bahnen jedoch nicht ganz verdoppelt. Während dieser Zeit sind aber auch die Übertragungsverluste um das Fünffache gewachsen. Die Bruttoeinnahmen aus den innerhalb der einzelnen Abnehmerkategorien verkauften Kilowattstunden zeigt Abb. 5. Im Vergleich mit Abb. 4 ergibt sich die bekannte Tatsache, daß die Lichtstromverbraucher, obwohl sie in der Gesamtstrommenge von den Kraftstromkonsumenten bedeutend übertroffen werden, den Hauptteil der Einnahmen der Elektrizitätswerke aufbringen. Deren Bruttoeinnahmen betrugen im Jahre 1927 1,783 Milliarden $. Davon zahlten die Lichtstromabnehmer 1 Milliarde, die Kraftstromverbraucher 500 Mill. $ und die Bahnen 60 Mill. $. Durch Stromverkäufe zwischen den einzelnen Elektrizitätswerken wurden 129 Mill. $ erzielt.

Während die Zahl der Stromabnehmer 1907 nur 1,9 Millionen betrug, waren es Ende 1927 21,7 Millionen; hiervon entfielen 17,6 auf Haushaltungen, 3,2 auf Geschäfte und Bureaus und 0,9 Millionen auf industrielle Abnehmer. Die jährliche Zunahme betrug während der letzten Jahre durchschnittlich 1,5 Mill. Stromabnehmer, 1927 waren das 7,5 %. Die meisten Zugänge hatten im letzten Jahre die atlantischen Staaten mit 9,4 % aufzuweisen, New York zählte 10 %, in New Jersey war diese Ziffer sogar noch etwas höher. Wie in den Vorjahren machte sich der Einfluß der Großstädte hier wiederum sehr stark geltend. Der durchschnittliche Preis für die Licht-kWh sank von nicht ganz 9 cts im Jahre 1913 in ständigem Abbau auf etwas über 7 cts in 1927. Im vergangenen Jahre wurden u. a. beträchtliche Fortschritte bezüglich der Elektrisierung der Landwirtschaft gemacht.

Die amerikanischen Haushaltungen verbrauchen durchschnittlich 1 kWh/Tag und zahlen dafür im Monat 2,50 $. Während man bisher größtenteils bestrebt war, neue Maschinen und Apparate zu erfinden, geht die Entwicklung nunmehr dahin, neue Prozesse und Anwendungen für den Gebrauch der Apparate herauszubringen und den Stromkonsum als solchen intensiver zu gestalten. In Kalifornien rechnet man damit, daß in den modernen 6 Zimmer-Wohnhäusern eine Familie mit einem Einkommen von 3000 bis 5000 $ etwa 2500 bis 3500 kWh im Jahre verbrauchen kann. Großer Wert wird auch auf die Angestellten und Arbeiter der Werke als die wichtigsten Pioniere für den Verbrauch elektrischer Arbeit gelegt. Der Prozentsatz der in der Union an öffentliche Elektrizitätswerke angeschlossenen Haushaltungen — Ende des Jahres waren es im ganzen 17,6 Millionen — ist wie folgt gewachsen:

1882	0 %	1917	24 %
1907	8 „	1922	40 „
1912	16 „	1927	63 „

Außerhalb der Reichweite von Hochspannungsleitungen lagen nur noch etwa 29 % der Haushaltungen. Hierin eingeschlossen sind allerdings auch jene vielen isolierten Kraftstationen, die als öffentliche Werke nicht anzusprechen sind; z. B. wird die Anzahl der selbständigen Farmzentralen allein auf etwa 350 000 geschätzt.

In 87 % aller Haushaltungen wurden Bügeleisen verwandt. Mit Staubsaugern waren 38,8 %, mit Waschmaschi-

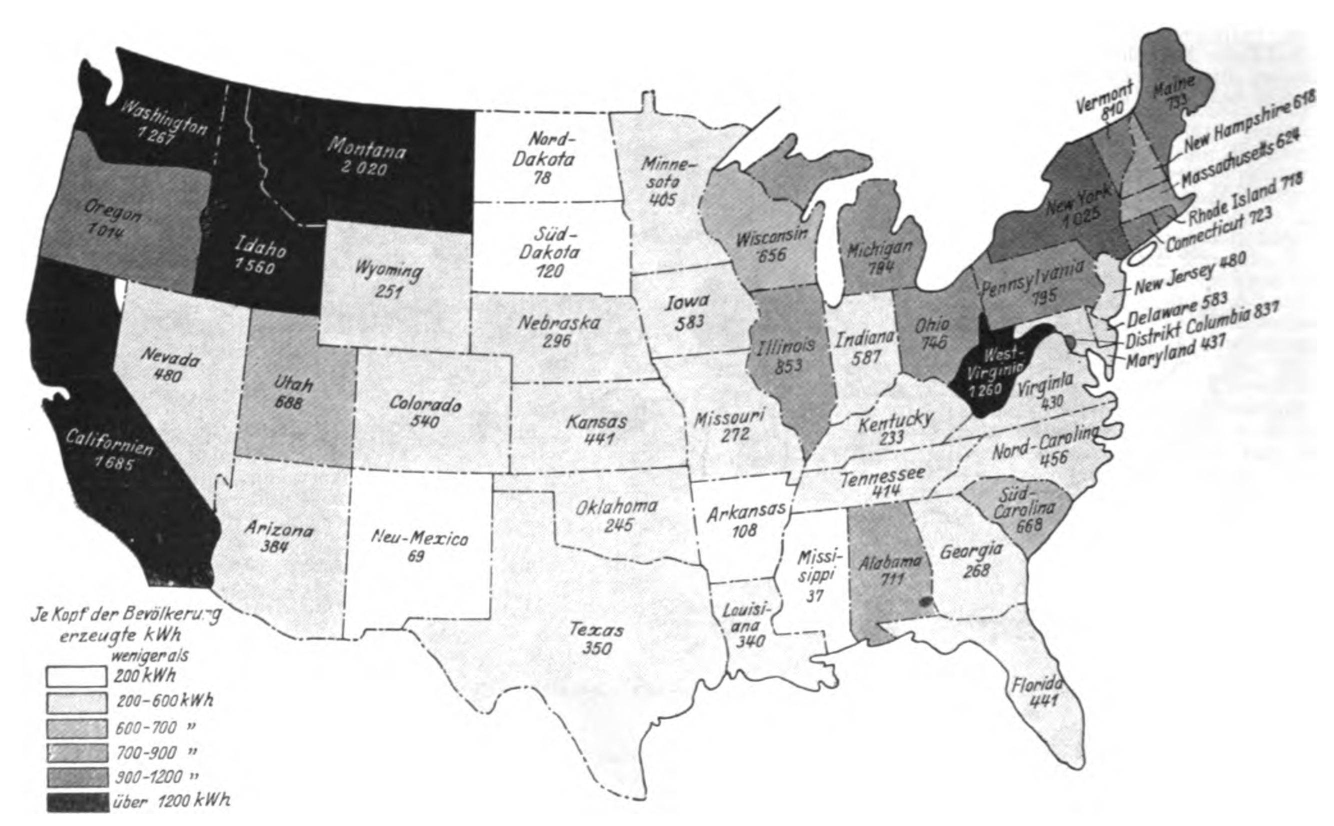


Abb. 2. Die 1927 in den einzelnen Staaten der nordamerikanischen Union je Kopf der Bevölkerung erzeugten Kilowattstunden.

nen 28,4 % versehen. Elektrische Heizgeräte standen in 14,8 %, elektrische Kühlschränke in 4,3 %, elektrische Kochherde in 3,35 % der Haushaltungen zur Verfügung.

Während des Jahres 1927 sind 538 Mill. Glühlampen zum Kleinverkaufswerte von 160 Mill. $ verkauft worden; auch das ist eine höhere Mengenzahl gegenüber den 500 Mill. Lampen im Werte von 170 Mill. $ des Jahres 1926. Der niedrigere Wert von 1927 findet seine Erklärung in einer

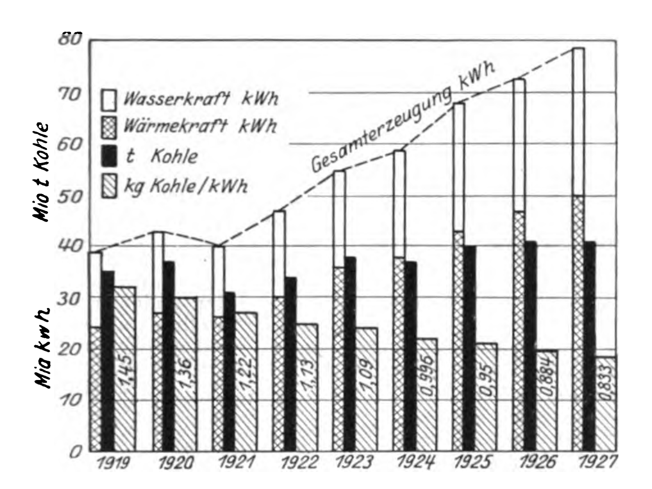


Abb. 3. Stromerzeugung und Kohlenverbrauch der öffentlichen Elektrizitätswerke Nordamerikas 1919/1927.

allgemeinen Reduktion der Verkaufspreise. An Staubsaugern wurden im Berichtsjahr 1,028 Mill. Stück im Werte von 49,3 Mill. $, an Waschmaschinen 790 000 im Werte von 118,5 Mill. $ und an Kühlschränken 365 000 Stück im Werte von 82,1 Mill. $ abgesetzt. Bei letzteren ist der Fortschritt gegen das Vorjahr (248 000 Stück im Werte von 65,2 Mill. Dollar) ganz erheblich.

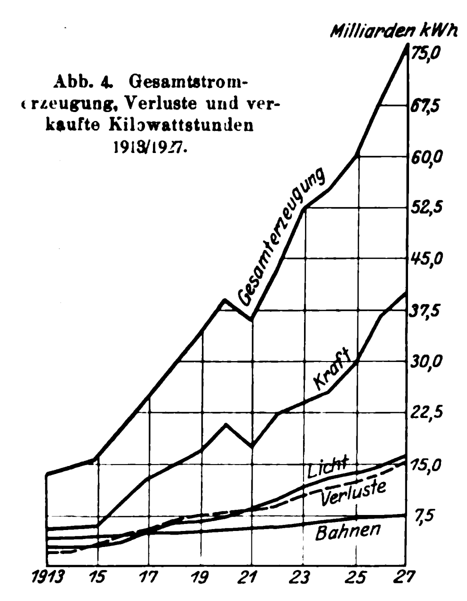


Abb. 4. Gesamtstromerzeugung, Verluste und verkaufte Kilowattstunden 1913/1927.

Der Strommenge nach ist der größte Abnehmer genau so wie in anderen Ländern die Industrie geworden. Die Abb. 6 zeigt, wie 1889 noch 99,7 % der industriellen Antriebe mechanisch waren. 1909 hat letztere Betriebsweise ihre absolut höchste Höhe erreicht. Die Leistungsfähigkeit der eigenen Erzeugungsanlagen und der Zukauf elektrischer Arbeit machten jedoch schon 25,8 % aus. Bis zum Jahre 1925 fielen in den Fabriken mehr und mehr die mechanischen Antriebe, in immer höherem Maße ging man zum Elektromotor über. Neben der Eigenerzeugung von 28,4 % wurden 44,3 % der Gesamtleistung aus öffentlichen Elektrizitätswerken bezogen.

Die amerikanische Industrie verfügt also nur zu etwa 75 % über elektrischen Antrieb. Davon ist sehr viel roh eingebaut worden, einfach mit der Absicht, mechanischen durch elektrischen Antrieb zu ersetzen. Mehr und mehr gewinnt jedoch die Erkenntnis Raum, daß die Elektrisierung einen geschlossenen Prozeß, nicht nur die Beschaffung von Elektromotoren bedeutet, und daß sich die Produktionsintensität mit Hilfe der Elektrizität ganz erheblich steigern läßt. So fertigt beispielsweise die amerikanische Automobilindustrie, bezogen auf die gleiche Belegschaft und die gleiche Herstellungszeit, jetzt dreimal so viel Wagen wie im Jahre 1914.

Die Konzentrationsbewegung war 1927 ebenso ausgedehnt wie 1926. Um nur einige Beispiele zu nennen; die Fitkingesellschaften wurden von Insull übernommen, drei in Kalifornien gelegene Gesellschaften des Byllesby-Konzerns von der Pacific Gas & Electric Co. Im Staate New York vereinigten sich sieben Gesellschaften, ferner die Philadelphia Electric mit der United Gas Improvement Co. Einen interessanten Vergleich zwischen den Jahren 1922 und 1927 gibt die nachstehende Übersicht:

	1922	1927	Zunahme %	Abnahme %
Stromerzeugung, Milliarden kWh ..	43,5	75,1	72,5	
inst. Leistung, Millionen kW	14,3	24,9	74	
Elektroversorgungsgesellschaften ...	6355	4409		30,6
Kraftwerke	5444	4157		23,7
Holdinggesellschaften	102	180	76,5	

Während Stromabgabe und installierte Leistung — letztere sogar noch etwas mehr — gestiegen sind, ist die Anzahl der Elektroversorgungsgesellschaften (einschl. der städtischen Versorgungsgebiete) und der Kraftwerke beträchtlich gefallen. Nicht nur hierin, sondern auch in dem starken Ansteigen der Holdinggesellschaften kommt der Zug zur Konzentration deutlich zum Ausdruck. In dieser Beziehung sind von besonderer Bedeutung die Verschmelzungen, unter denen sich hauptsächlich etwa 3 bis 4 Typen unterscheiden lassen: Die Ausdehnung der Übertragungsleitungen macht es wirtschaftlich, kleine städtische und private Zentralen in das Netz der großen Werke mit einzubeziehen. Diesem Typ begegnet man besonders stark im Süden und im Westen. Eine andere Art besteht im Ankauf mehrerer kleinerer Zentralen in den verschiedensten Teilen des Landes. Durch gemeinsame finanzielle und technische Verwaltung ist es möglich, diese bedeutend ökonomischer zu betreiben. Oft wird dieser verstreute Besitz später mit größeren Holdinggruppen verschmolzen. Dieser Typ ist besonders im Südwesten und Westen vertreten. Ein dritter Typ von Verschmelzungen ist die Form geschlossener kontrollierender Holdinggesellschaften, welche aus vielen kleineren Unternehmungen bestehen. Letztere geben ihre Individualität nicht auf, lediglich die Leitung findet von einem zentralen Punkte aus statt. Massachusetts hat diesen Typ am weitesten entwickelt. Die letzte Art ist die Verschmelzung von Holdinggesellschaften selbst.

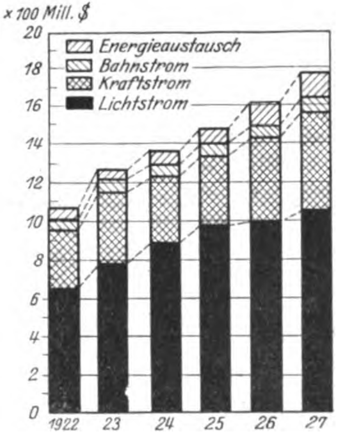


Abb. 5. Die Zusammensetzung der Bruttoeinnahmen 1922/1927.

Im ganzen wurden 1927 828 Besitzwechsel, direkte Verschmelzungen, Wechsel im Eigentum oder in der Firma und Unternehmungsform gezählt. 181 städtische Werke waren darunter, welche von großen Privatunternehmungen aufgesaugt wurden. Dies fand besonders in den Staaten Georgia, Nebraska, Nord-Carolina und Oklahoma statt. Private Zentralen wurden in größerer Anzahl in Neu-England, längs der atlantischen Seeküste und in den Mittelweststaaten verkauft. Die Middle West Utilities, zu einem der größten derartigen Konzern, dem Insull-Konzern, gehörig, beliefern über Untergesellschaften im ganzen 1920 Gemeinden in 18 Staaten mit einer Bevölkerung von 3,6 Millionen. Außerdem werden als Großabnehmer noch weitere 380 Ortschaften von ihnen versorgt. Sie haben 204 Dampf- und 133 Wasserkraftwerke,

welche Leitungsnetze von über 23 000 km Gesamtlänge speisen. Ähnliche Konzerne gibt es noch in größerer Anzahl in den Vereinigten Staaten.

Das Jahr 1927 wird als ein Jahr des normalen Wachstums bezeichnet. Während die Bruttoeinnahmen 1,78 Milliarden $ betrugen, stellten sich die Erzeugungs- und Unterhaltungskosten auf 767 Mill. $, die Steuern an die öffentlichen Körperschaften auf 150 Mill. $, so daß ein Nettoeinkommen von 1,01 Milliarde $ verblieb. In der gesamten Elektrizitätsversorgungsindustrie sind nunmehr über 8 Milliarden $ investiert. Gegenüber 1926 verlief das Geschäft in der Elektrizitätswirtschaft sowie in anderen Industrien allerdings etwas ruhiger. Dies bedeutet jedoch keineswegs einen Rückgang im Betrieb oder in den Einnahmen. Diese waren vielmehr um 131 Mill. $ größer als

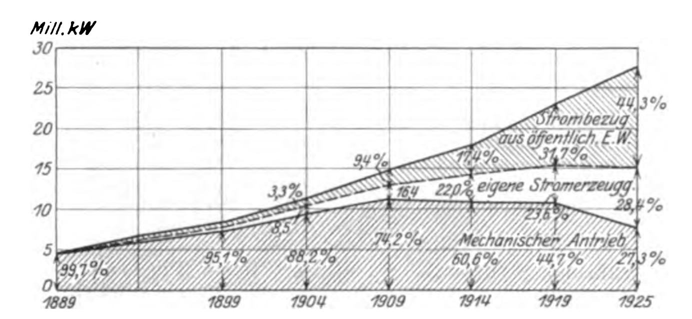


Abb. 6. Mechanische und elektrische Antriebe in der nordamerikanischen Industrie.

1926, d. s. 8 %. Die Erzeugung hat die des Vorjahres um 6 Milliarden kWh, d. h. um nahezu 9 % übertroffen. Nur das Maß der Steigerung, nicht aber die Höhe der Produktion selbst war kleiner als 1926, in welchem Jahre die Einnahmen um 168 Mill. $, die Stromerzeugung um 8 Milliarden kWh gewachsen sind. Für 1928 hat man die Ausgaben bedeutend höher veranschlagt als für die vorhergehenden Jahre. Das Budget sieht 900 Mill. $ vor und will damit die Minderausgaben des Jahres 1927 kompensieren. In allen Teilen der Union sind größere Ausbauten im Gange. Die südlichen und Mittelnordstaaten haben hierbei die Führung. Das starke Anschwellen der Ausgaben seit dem Jahre 1921 und den für 1928 vorgesehenen Etat zeigt Abb. 7. Im Jahre 1927 wurden ausgegeben:

Ausgaben für	Mill. $	% der Gesamtausgaben
Verteilungsnetze	362,3	47,7
Übertragungsleitungen	163,2	21,4
Wärmekraftwerke	146,0	19,2
Wasserkraftwerke	88,8	11,7
zusammen	760,3	100,0

Ob sich die Zahlen für das Jahr 1928 durchhalten lassen werden, hängt von der weiteren Entwicklung ab. Auch für 1927 waren größere Ausgaben geplant, doch mußten diese infolge verschiedener, teils politischer, teils finanzieller Gründe eingeschränkt werden.

Die enormen Summen zum Ausbau finanzierte die Elektrizitätsversorgungsindustrie nicht selbst, sondern sie wandte sich wie immer mit vollem Erfolg an den öffentlichen Geldmarkt. So hat sie auch im letzten Jahre hinsichtlich der ihr zur Verfügung gestellten Mittel den bisher höchsten Rekord um nahezu 50 % überboten, u. zw. wurden in Form von Obligationen, neuen Aktienemissionen usw. im ganzen 2,13 Milliarden $ aufgenommen. Keine andere Industrie hat im gleichen Zeitraum einen annähernd so hohen Betrag gebraucht, der ein Viertel aller Finanzgeschäfte ausmacht, die auf dem öffentlichen Geldmarkt der V. S. Amerika abgeschlossen wurden.

Von den insgesamt aufgenommenen Summen wurden aufgebracht:

Jahr	durch Emissionshäuser Mill. $	durch die Stromverbraucher Mill. $	durch die Stromverbraucher %
1920	326	43	11,7
1921	459	80	14,8
1922	590	130	18,1
1923	748	175	19,0
1924	982	254	20,6
1925	982	298	23,2
1926	1151	236	17,1
1927	1889	240	11,3
	7127	1456	17,0

Aus dieser Aufstellung ergibt sich, das sowohl der Gesamtbetrag als auch der prozentuale Anteil der verkauften „customer ownerships" 1925 am größten gewesen ist. Der Summe nach war 1927 gegen 1926 zwar eine geringfügige Steigerung festzustellen, dem Prozentsatz nach fand jedoch eine weitere Absenkung statt. Der Durchschnittsatz für die Jahre 1920/27 beträgt 17 %. Auf der anderen Seite hat die Verbreitung der customer ownership im letzten Jahre ganz bedeutend zugenommen; während Ende 1926 die Zahl der Anteilbesitzer 1,43 Millionen betrug, lautete die entsprechende Ziffer für das Jahr 1927 1,8 Millionen.

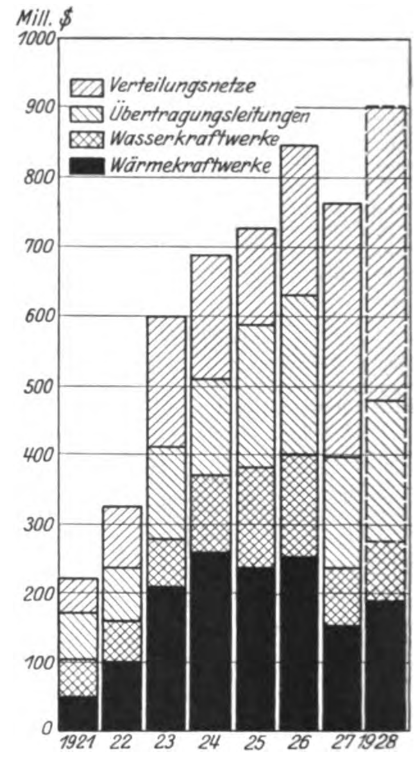


Abb. 7. Jährliche Investierungen der nordamerikanischen Elektrizitätswerke 1921/1928.

Betreffs der weiteren Entwicklung ist man drüben, wie bereits erwähnt, sehr optimistisch eingestellt. Die Southeastern Power and Light Co. teilt beispielsweise mit, daß nach einem kurzen Rückgang des Stromverkaufs während der letzten Monate die jüngsten Zahlen bereits wieder diejenigen des Vorjahres übertreffen. Diese Gesellschaft erwartet für 1928 eine Gesamtabgabe von 2,5 Milliarden kWh gegenüber 2,1 im Vorjahr, also eine 20prozentige Steigerung, u. zw. auf Grund eines sehr sorgfältig arbeitenden Konjunkturbarometers. Der Markt der Vereinigten Staaten ist, trotz der enormen Aufwärtsentwicklung der letzten Jahre, noch lange nicht gesättigt, und neben der weiteren Elektrisierung der Industrie und den Bemühungen für Neuanschlüsse von Haushaltungen herrscht eifriges Bestreben, den Stromverbrauch als solchen in jeder nur denkbaren Hinsicht zu steigern.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Isolierung von Hochspannungsleitungen in der Nähe des Meeres. — In einer der internationalen Hochspannungskonferenz 1927 in Paris vorgelegten Abhandlung berichten A. Montandon und Le Moigne über die schwierigen Isolationsverhältnisse, die in einer 70 kV-Leitung an der Küste von Marokko durch die dort herrschenden besonders ungünstigen klimatischen Verhältnisse (starker Salzgehalt der Luft und meist sehr hohe, bis 100 % betragende relative Luftfeuchtigkeit) den Betrieb überaus erschweren. Besonders während der vom Meere wehenden heftigen Stürme werden Salzniederschläge auf den Isolatoren bis 10 km von der Küste entfernt beobachtet. Ursprünglich waren an Tragmasten 4, an den Abspannmasten 5 Glieder normaler Hewlettisolatoren eingebaut, die jedoch schon nach mehrmonatigem Betriebe versagten, da infolge der Salzniederschläge Entladungen längs der Oberfläche auftraten, die durch ihre Wärmewirkung und Bildung feiner Risse zum Durchschlag des Isolators führten.

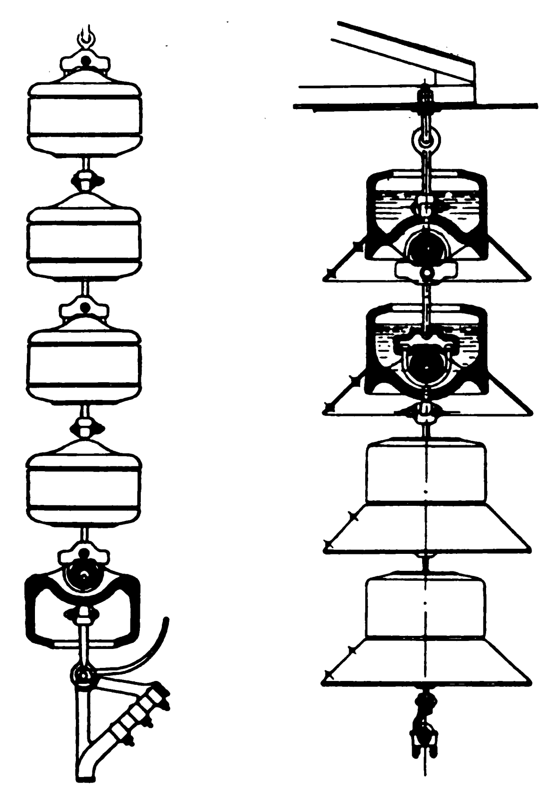


Abb. 1. Neue Isolatorform für Abspannmaste.

Abb. 2. Neue Isolatorform für Tragmaste.

Nähere Untersuchungen über den Isolationswiderstand mittels Megohmmeters ergaben, wie zu erwarten, außerordentlich große Unterschiede je nach dem Witterungszustande, indem der Isolationswiderstand im Laufe weniger Stunden im Verhältnis 1 : 10 000 sich änderte. So wurden im Mittel für eine viergliedrige Kette in der Nacht bei trockenem Wetter Werte von 2000 MΩ gegen 0,1 MΩ bei größter Feuchtigkeit gemessen. Schon bei 500 MΩ Widerstand jeder Kette wurden dabei die ersten Entladungserscheinungen sichtbar, während bei 10 MΩ im Betrieb bereits gelbe lichtbogenähnliche Entladungen auftraten. Der Einfluß des Salzes ist dabei so groß, daß, während eine neue Kette 5000 MΩ aufweist, dieser Wert in wenigen Monaten bis auf 0,2 MΩ unter gleichen Feuchtigkeitsverhältnissen sinken kann. Bei diesen abnormen Verhältnissen konnte natürlich eine Vermehrung der Gliedzahl keinerlei Erfolg bringen, weshalb grundsätzlich zu anderen Isolatormodellen übergegangen werden mußte.

Nachdem verschiedene Formen von Ersatzisolatoren, darunter auch Vollkernisolatoren mit möglichst tief eingeschnittenen Mänteln und großem Kriechweg, ohne wesentlichen Erfolg versucht worden waren, bewährte sich schließlich eine Type, bei der der äußere Mantel außerordentlich weit nach unten verlängert und bis auf eine schmale Öffnung unten zusammengezogen ist (Abb. 1), so daß eine gegen Salzniederschläge völlig geschützte, nahezu geschlossene Höhlung gebildet wurde. Der innere Kriechweg des Isolators, der während der Regenzeit allein in Betracht kommt, beträgt dabei etwa 23 cm. Der Widerstand einer fünfgliedrigen Kette sank dabei auf höchstens 100 MΩ.

Während diese fünfgliedrigen, mit B.M. (bord de mer) bezeichneten Isolatoren an Abspannmasten benutzt werden, ist für Tragmasten eine mit B.H. (bain d'huile) bezeichnete Type vorgesehen (Abb. 2), bei der die topfartige Höhlung nach oben gerichtet und mit Öl gefüllt ist. Die Konstrukteure dieses Isolators erwarten, daß sich Unreinigkeiten, wie Salz, Staub und Wassertropfen, auf dem Boden des Ölbehälters niederschlagen und der Isolator daher sein Isolationsvermögen ziemlich unverändert erhält. Um das Eindringen von Regenwasser zu verhindern, sind die Isolatoren auf ihrer Unterseite mit einem weit ausladenden Metallschirm versehen, der den darunter liegenden Isolator gegen Regen schützt. Die Messung des Isolationswiderstandes hat einen Mindestwiderstand von 300 MΩ für eine viergliedrige Kette, also etwa 3000mal mehr als für die ursprünglichen Isolatoren, ergeben.

Es wird daher erwartet, daß sich die Isolatoren auch im Betriebe entsprechend bewähren werden. (A. Montandon u. Le Moigne, Rev. Gén. de l'El. Bd. 22, S. 217 und Bull. SEV Bd. 19, S. 125). *W. W.*

Elektromaschinenbau.

Graphische Bestimmung magnetischer Felder. — Die Methode, die magnetischen Felder in den Lufträumen elektrischer Maschinen durch das Aufzeichnen von Feldbildern zu erfassen, wendet R. Wieseman auf Synchronmaschinen an. Für eine offene, stromlose Nut wird das Feldbild aufgezeichnet und daraus der Cartersche Faktor und die Schwankung der Induktion infolge der Nutung bestimmt. Da beide Größen für eine Reihe von Nuten mit verschiedenen Abmessungen ermittelt werden, können sie als Funktion des Verhältnisses Nutbreite : Luftspaltbreite angegeben werden. Die für den Carterschen Faktor erhaltenen Werte weichen von den von Carter für unendliche Zahnbreite und Nutentiefe berechneten nur wenig ab. Die Induktionschwankungen sind im allgemeinen unerwünscht, da sie die Eisenverluste vergrößern. Bei Hochfrequenzgeneratoren wird jedoch diese Pulsation oft zur Erzeugung der EMK benutzt. Für diesen Fall wird an Hand der Feldbilder gezeigt, daß es einen Wert Polbreite : Polteilung gibt, bei dem die induzierte Spannung ein Maximum ist. Bei einem Verhältnis Luftspaltbreite : Polteilung = 0,05 beträgt dieser bei stromloser Nut 0,38 und wird erst für unendlich kleinen Luftspalt 0,5.

Sodann sind die Feldbilder und daraus die Feldkurven für das Polradfeld, Ankerlängs- und Ankerquerfeld getrennt ermittelt. Der Untersuchung ist eine Maschine zugrunde gelegt, deren Polschuhoberfläche durch einen Kreisbogen begrenzt ist. Das Verhältnis größte Luftspaltbreite : kleinste Luftspaltbreite schwankt zwischen 1 und 3. Für jedes der drei Teilfelder wurden je 75 Feldbilder für verschiedene Verhältnisse Luftspaltbreite : Polteilung, Polbogen : Polteilung und größte Luftspaltbreite : kleinste Luftspaltbreite gezeichnet und aus den gewonnenen Feldkurven die Grundwelle und die dritte Oberwelle ermittelt. Diese sind als Funktion des Verhältnisses Luftspaltbreite : Polteilung aufgetragen, wobei die beiden anderen Verhältnisse als Parameter angegeben sind. Aus den für das Polradfeld aufgestellten Kurven läßt sich die Polbreite so bestimmen, daß bei Leerlauf die Oberwelle dritter Ordnung in der Feldkurve nicht auftritt, oder bei einer Abweichung von dieser Polbreite kann der Kurzschlußstrom berechnet werden, der bei Leerlauf in einer in Dreieck geschalteten Maschine infolge der dritten Oberwelle entsteht. Schließlich ist noch darauf hingewiesen, daß durch Superposition der drei Einzelfelder das Feld eines beliebigen Belastungszustandes gefunden und auch der Winkel ermittelt wer-



den kann, um den bei dieser Last die resultierende EMK gegenüber der EMK des Polradfeldes verschoben ist. Da beim Entwerfen der Feldbilder die magnetische Spannung im Eisen vernachlässigt wird, haben die angestellten Untersuchungen nur für ganz schwach gesättigte Maschinen Gültigkeit. (R. W. Wieseman, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 430.) *Siz.*

Beleuchtung.

Flutlichtbeleuchtung auf Verschiebebahnhöfen. — In Amerika hat sich seit einigen Jahren ein neuartiges Beleuchtungssystem für ausgedehnte Gleisanlagen, wie z. B. auf Verschiebebahnhöfen, bewährt. Man stellt auf dem Bahnhofsgelände nur wenige, aber sehr hohe Masten auf, die oben auf einer kleinen Plattform eine Anzahl von Flutlichtgeräten (Glühlampen-Scheinwerfern) tragen. Auf dem Bahnhof in East Joliet sind z. B. 7 Gittermaste von 25 m Höhe aufgestellt (Abb. 3). Die Masten ruhen in einem Betonsockel von 1,80 m Tiefe und 3 m im Quadrat. Der Gittermast selbst hat unten einen Querschnitt von 1,8 × 1,8 m und oben 0,9 × 0,9 m. Auf jedem Mast sind 3 . . . 11 Geräte angeordnet, je nach Lage des Turmes, im ganzen sind 43 Flutlichtgeräte verwendet. Jedes Gerät ist bestückt mit einer 1000 W-Glühlampe. Die mittlere Beleuchtungsstärke auf dem Bahnhof beträgt 2,16 Lux. Es sind 0,15 W/m² aufgewendet. Die Geräte haben Glassilberspiegel in einem vollkommen dichten Aluminiumgehäuse von 50 cm Dmr. Die Gehäuse sind mit Konvexlinsen abgeschlossen. Diese Linsen sitzen in einem abklappbaren Rahmen. Die Glühlampe ist zum genauen Einstellen in den Brennpunkt des Spiegels verstellbar angeordnet. Die Türme sind teilweise unmittelbar an eine 2300 V-Leitung angeschlossen; die auf 115 V und 230 V hinuntertransformierenden Transformatoren sind in die Gittermasten eingebaut. Die ganze Installation ist auf eine 50prozentige Verstärkung zugeschnitten. Die Gesamtanlage hat 18 000 $ gekostet.

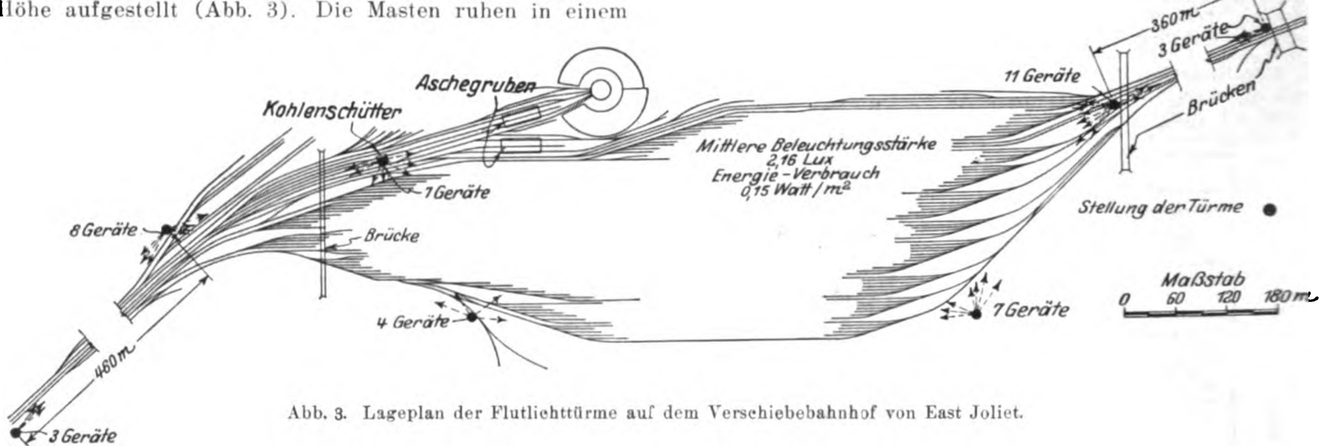


Abb. 3. Lageplan der Flutlichttürme auf dem Verschiebebahnhof von East Joliet.

Es wird angegeben, daß die auf den hohen Türmen befestigten Geräte es ermöglichen, daß der Verschiebedienst ohne jede sonstigen Lichtquellen ausgeführt werden kann. Lokomotivscheinwerfer sind überflüssig und behindern den Betrieb nur durch ihre Blendung. Die Sicherheit und Schnelligkeit des Dienstes sind infolge der guten und gleichmäßigen Beleuchtung sehr erhöht. Die Anzahl der Diebstähle ist verringert. (Railway Age Bd. 84, S. 393).

Laue.

Installation.

„Grundsätze" für die Zulassung von Elektro-Installateuren zur Ausführung von Anschluß-Anlagen[1] an Elektrizitätswerken[2]. — (Aufgestellt von der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin, und dem Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes e. V. [VEI], Frankfurt a. Main.)

A. Allgemeine Grundsätze.

1. Das Zulassungswesen ist nach folgenden Grundsätzen für alle Elektrizitätswerke einheitlich einzuführen und zu regeln.

2. Bei der Zulassung von inländischen Installateuren muß die Bedürfnisfrage und die Ortsansässigkeit ausscheiden.

3. Der Antrag auf Zulassung kann sich nur auf Vorlage eines Gewerbescheines oder des Nachweises der handelsgerichtlichen Eintragung gründen.

4a. Die Zulassung soll eine persönliche sein. Firmen, die nicht mindestens einen Fachmann als Inhaber aufweisen, erhalten die Zulassung nur für die Dauer, für welche sie einen allen Anforderungen entsprechenden Fachmann als vollbeschäftigten verantwortlichen Angestellten eingestellt haben.

4b. Das Gleiche gilt sinngemäß auch für Stromgroßabnehmer.

5. Der Antragsteller muß das Elektro-Installateurgewerbe selbständig im Hauptberuf ausüben und dies durch den unter Ziffer 3 geforderten Nachweis dartun. Antragstellern, die das Elektro-Installateurgewerbe nicht im Hauptberuf ausüben, soll die Zulassung, sofern diese Antragsteller den technischen Forderungen für die Zulassung entsprechen und einen mit dem Elektro-Installateurgewerbe verwandten Hauptberuf ausüben, nur bedingt und jederzeit widerruflich erteilt werden.

6. Es darf kein begründeter Anlaß vorliegen, die Zuverlässigkeit des Installateurs, auch abgesehen von dem Gesichtspunkte des technischen Gefahrenschutzes zu bezweifeln.

7. In alle Prüfungsausschüsse für die Meisterprüfung von Installateuren sind Mitglieder der Vereinigung der Elektrizitätswerke als vollberechtigte Beisitzer zuzulassen. Stehen dem zur Zeit gesetzliche Bestimmungen entgegen, so ist eine entsprechende Änderung zu verlangen und während der Übergangszeit sind die Vereinigungsmitglieder als sachverständige Berater beizuziehen, deren Gutachten bei der Beurteilung der Zulassungsfähigkeit mitbestimmend sein muß.

8. Die Elektrizitätswerke sollen in ihren Stromlieferungsbedingungen in augenfälliger Weise darauf hinweisen, daß nur solche Anlagen zum Abschluß gelangen, die durch zugelassene Installateure ausgeführt wurden und daß auch Nachinstallationen und Reparaturen an den bestehenden Anlagen nur von zugelassenen Installateuren auszuführen sind.

B. Technische Forderungen für die Zulassung.

Die Zulassung soll erteilt werden:

1. An Unternehmer, die eine technische Hochschule, ein Technikum oder eine gleichwertige Fachschule zum Studium der Elektrotechnik mit Erfolg besucht haben und eine genügende praktische Tätigkeit im Elektro-Installateurgewerbe nachweisen können.

2. An Elektro-Installateure und selbständige Meister verwandter Gewerbe mit dem Nachweis der Meisterprüfung im Elektro-Installateurgewerbe.

Alle unter Ziffer 1 und 2 fallenden Antragsteller müssen an ihrem Hauptsitz eine ordnungsgemäß eingerichtete Werkstatt dauernd unterhalten.

C. Entziehung der Zulassung.

1. Die Zulassung soll entzogen werden bei:

a) Betrug, Betrugsabsicht, Betrugshilfe gegen das Werk,
b) wiederholt verursachter Lebens- und Feuersgefahr,
c) Lehrlingsarbeiten ohne Überwachung und Nachprüfung,
d) Aberkennung der bürgerlichen Ehrenrechte,
e) falschen Angaben für die Zulassung,

[1] Unter Anschlußanlagen sind solche Installationen zu verstehen, die an das Niederspannungs-Verteilungsnetz des Elektrizitätswerkes angeschlossen werden sollen.

[2] Zu beziehen durch die Hauptgeschäftsstelle des VEI, Frankfurt am Main, Scheffelstraße 1, zum Preise von 0,10 RM.



f) Fortfall der Voraussetzungen für die Zulassung,
g) oder aus einem sonstigen wichtigen Grund.

2. Die Zulassung kann entzogen werden:

a) bei Konkurs,
b) bei Offenbarungseid,
c) wenn festgestellt wird, daß ein zugelassener Installateur wiederholt und trotz Verwarnung Installationen, die von nicht zugelassenen Unternehmern oder die von Monteuren auf deren eigene Rechnung ausgeführt worden sind, unter seinem Namen zur Fertigmeldung und Inbetriebsetzung dem Elektrizitätswerk anmeldet.

In diesen beiden Fällen ist vor Entziehung der Zulassung eines Installateurs der Installateur-Ausschuß des Elektrizitätswerkes zu hören.

D. Übergangs- und Ergänzungsbestimmungen.

Bereits bestehende Zulassungen werden durch diese Grundsätze nicht berührt.

Vorstehende „Grundsätze" sind zwischen der V. d. E.-W. und dem VEI vereinbart und angenommen am 28. X. 1927 zu Berlin-Frankfurt a. Main.

Nach der Einmütigkeit, die in beiden Verbänden über den neuen Wortlaut herrscht, darf angenommen werden, daß die vorstehenden Grundsätze wiederum eine längere Reihe von Jahren ohne Änderung zur Zufriedenheit aller Beteiligten bestehen bleiben können. (VEI Bd. 6, S. 60.)

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Hovedbahn (Norwegen). — Im Jahre 1924 bestellte die Norwegische Staatsbahn für den elektrischen Betrieb auf der Strecke Oslo—Lilleström, der ältesten Bahnlinie Norwegens, neun elektrische Lokomotiven der Bauart B + B für Einphasen-Wechselstrom. Die Strecke (Abb. 4) ist 21 km lang und weist bei der Ausgangstation Oslo eine Steigung von 25 ‰ auf. Die Lokomotiven sollen die Beförderung von Güterzügen, Personenzügen und besonders Vorortzügen übernehmen, da der Vorortverkehr hier besonders stark ist. Durch den elektrischen Betrieb wird die Fahrzeit stark verkürzt, z. B. bei Personenzügen von 300 t Anhängelast von 40 min, bei Dampfbetrieb auf 20 min. Außerdem kommen auch bei sämtlichen Zügen die Schublokomotiven in Fortfall, die in Oslo und Lilleström zur Überwindung der starken Steigungen bisher erforderlich waren.

Abb. 4. Streckenplan.

Den äußeren Aufbau und die Anordnung der elektrischen Maschinen und Apparate zeigt Abb. 5. Die Hauptdaten der Lokomotive sind folgende:

Stromart	Einphasen-Wechselstrom 16⅔ Hz
Mittlere Fahrdrahtspannung	15 000 V
Spurweite	1 435 mm
Treibraddurchmesser	1 530 mm
Länge über Puffer	13 100 mm
Größte Breite	3 024 mm
Dachhöhe über S.-O.	3 820 mm
Achsstand im Drehgestell	3 175 mm
Gesamtachsstand	9 050 mm
Achsdruck	16,71 t
Gesamtdienstgewicht	66,84 t

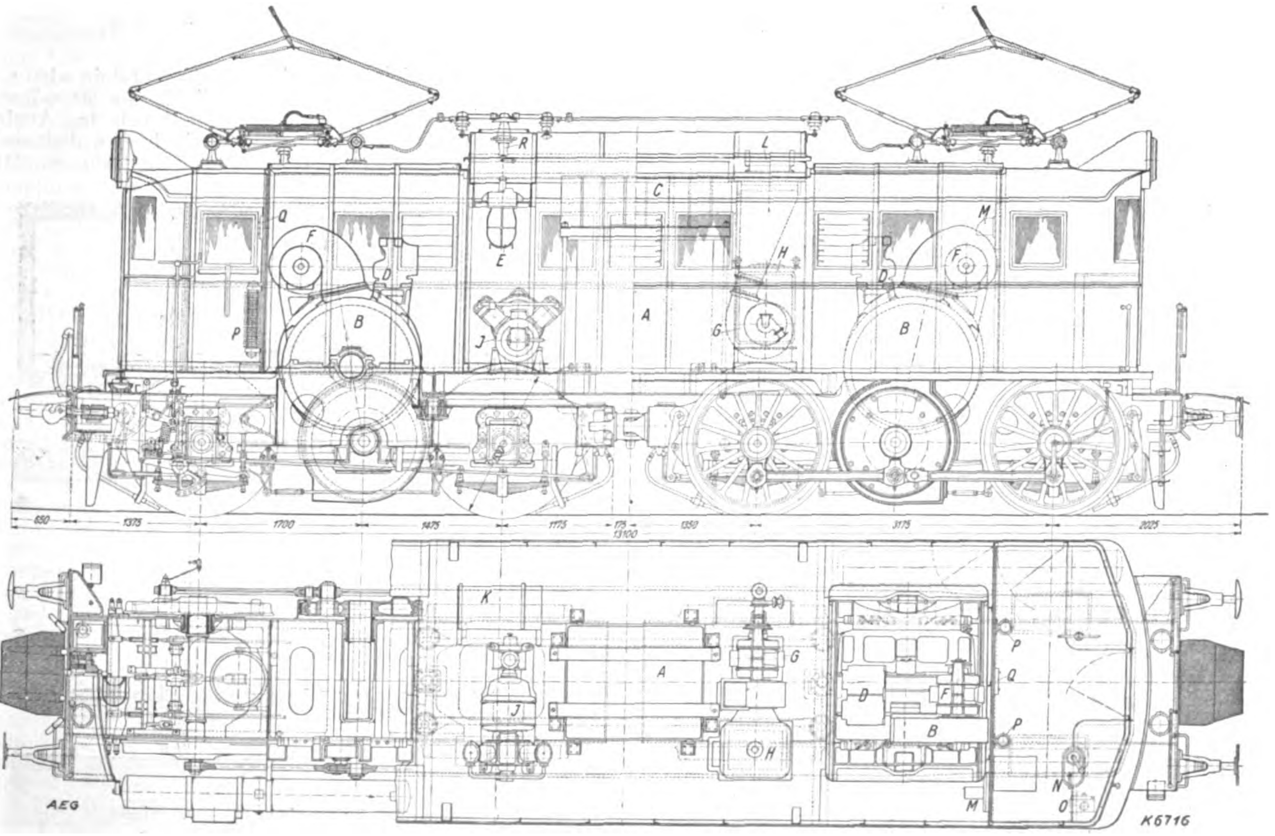


Abb. 5. Lokomotive.

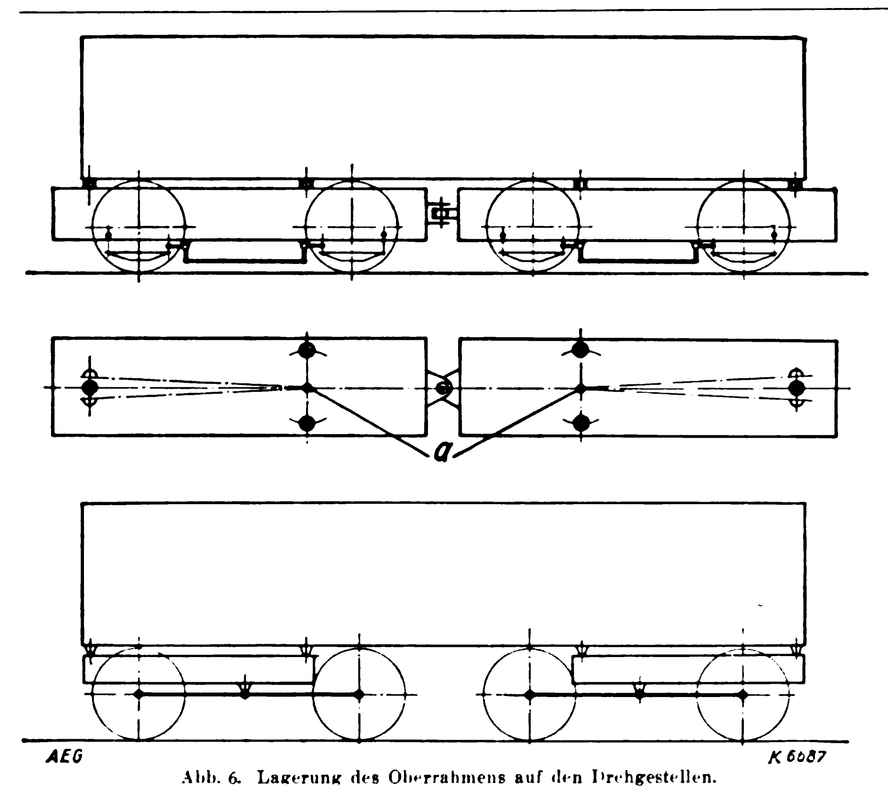


Abb. 6. Lagerung des Oberrahmens auf den Drehgestellen.

Gewicht der Motoren	. . . .	12,40 t
„ des Transformators mit Kühler	. .	8,44 t
„ der übrigen elektr. Ausrüstung	. .	6,50 t
„ des mechanischen Teiles	. . . . .	39,50 t
Stundenleistung	. . . .	2 × 480 kW
Dauerleistung	. . . .	2 × 425 kW
Geschwindigkeit hierbei	. . . .	44 km/h
Zugkraft am Radumfang hierbei	. . . . .	6 550 kg
Höchstgeschwindigkeit	. . . .	70 km/h
Übersetzungsverhältnis	. . . .	1 : 3,85
Antrieb	. . . .	Vorgelege mit gefedertem großem Zahnrad, Blindwelle, Kuppelstangen
Steuerung	. . . .	elektro-magnetische Schütze
Kleinster Krümmungshalbmesser	. . . . .	100 m

Wie aus Abb. 5 ersichtlich, sind die Hauptmotoren über den Blindwellen angeordnet. Auf jedem Hauptmotor sitzen die zugehörigen Lüfter und die 2 Fahrtwenderschütze. Der Transformator befindet sich im Mittelteil des Führerhauses. Die Stufenschütze sind, ähnlich wie bei den für die Deutsche Reichsbahn von der AEG gelieferten C + C- und 2 B + B 2-Lokomotiven, auf den Transformator aufgebaut. Der Lüftermotor für den Ölkühler des Transformators treibt außer dem Lüfter noch die Ölumlaufpumpe. Der Ölschalter ist unter dem Dach derart eingebaut, daß er einmal im ganzen nach oben ausgebaut, und ferner der Ölkessel allein nach unten abgesenkt werden kann. Unter dem Dach sitzen ferner die Anlaßwiderstände für den Vakuum-Kompressorsatz, der neben dem Transformator steht, und die Wendefeldwiderstände. Sie werden von der Abluft des Transformatorölkühlers gekühlt. Als Stromabnehmer ist die Einheitstype der Deutschen Reichsbahn verwendet, jedoch mit Rücksicht auf das norwegische Normalprofil etwas verschmälert.

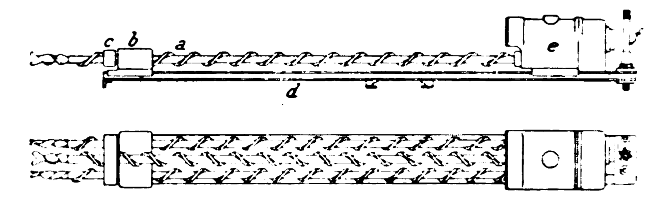
Die zu den Motoren und Apparaten führenden Starkstromleitungen sind als blanke Kupferschienen an besonderen Haltern verlegt. Die Steuerstromkabel für 200 V sind unter dem Bodenblech in Kabelkanälen untergebracht und werden von dort in Stahlrohren zu den Apparaten hochgeführt. Sämtliche Hilfsapparate, u. a. auch die Heizschütze zum Umschalten der Heizspannung auf 1000, 800 und 600 V, die von einem besonderen Heizkontroller gesteuert werden, sind an einem Hilfsapparategerüst angeordnet.

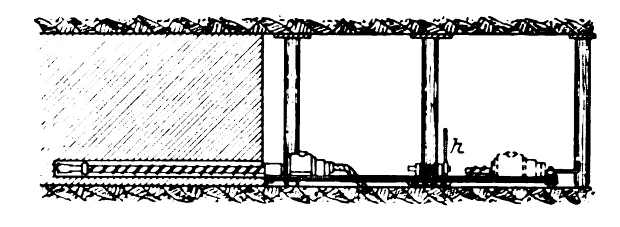
Da die Lokomotiven mit Einmannbedienung fahren sollen, ist eine besondere Sicherheitsanordnung vorgesehen. Sobald beim Versagen des Führers der Totmannsgriff des Kontrollers oder der des Vakuumbremskontrollers bei Fahrt losgelassen wird, tritt eine von der Achse angetriebene Bremsverzögerungseinrichtung in Tätigkeit, die die Lokomotive nach etwa 100 m durch selbsttätige Betätigung eines Ventils zum Stehen bringt.

Bei dem wagenbaulichen Teil ist die Lagerung des einteiligen Lokomotivkastens auf den Drehgestellen bemerkenswert (Abb. 6). Diese Konstruktion ist schon mehrfach bei anderen elektrischen Lokomotiven angewendet worden. (Håkansson, AEG-Mitteilg. 1927, H. 5.) Heuer.

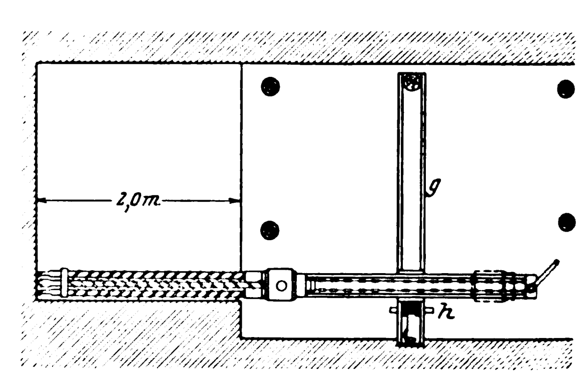
Bergbau und Hütte.

Eine Säulen-Kerb- und -Schrämmmaschine. — Da der zunehmende Wettbewerb ausländischer Steinkohlen und Energiequellen die Einschränkung der Schießarbeit zur Erzielung eines hochwertigen Fördergutes nahelegt, verdienen neuzeitliche Kerb- und Schrämmaschinen weitgehende Beachtung. Das Eigenartige einer von der Maschinenfabrik und Eisengießerei A. Beien G. m. b. H., Herne, gebauten Maschine besteht darin, daß der Einstich in die Kohle durch ein Bündel von drei nebeneinanderliegenden gleichzeitig arbeitenden Schlangenbohrern erfolgt, von denen sich die beiden äußeren im gleichen Sinne und entgegengesetzt zum mittleren drehen. Die drei Bohrer (Abb. 7) sind so angeordnet und mit Nachschneiden versehen, daß sie beim Eindringen in die Kohle keinen




Abb. 7. Säulen-Kerb- und -Schrämmaschine.

Streifen zwischen sich stehen lassen. Es entsteht also ein ihrer Länge entsprechend tiefes Bohrloch von 20 × 7 cm. Der Schrämm- oder Kerbspalt entsteht durch das Aneinanderreihen einer Anzahl dieser Bohrlöcher, wobei auch zwischen ihnen keine Kohlenwand verbleibt (Abb. 8). Die



g Schramführungseisen *h* Winde.
Abb. 8. Herstellung des Schrämspaltes.

drei Bohrer werden durch die Hülse *b* zusammengefaßt und durch das Querstück *c*, das beim Vordringen der Bohrer mit in das Loch wandert, stets in erforderlichem Abstand gehalten. *b* sitzt fest an dem einen Ende des Schlittens *d*, auf dem der Motor *e* mit Hilfe eines Zahnradgetriebes und einer Gallschen Kette durch die Betätigung der Handkurbel *f* verschiebbar ist. Zum Kerben wird die Maschine an der Spannsäule *i* (Abb. 9) befestigt und mit der an der Säule befindlichen Winde *k* in vertikaler Richtung verschoben.

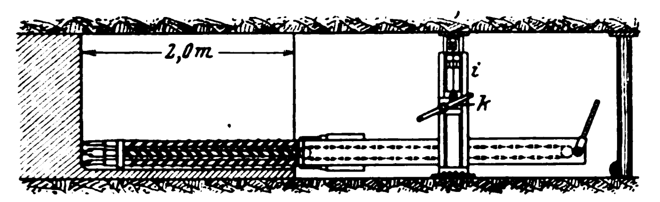


Abb. 9. Anordnung der Maschine für Kerben.

Der Vorzug der Maschine gegenüber stoßend oder schlagend arbeitenden Bohr- und Schrämmwerkzeugen ist der höhere Wirkungsgrad drehender Bohrer; der Vortrieb schreitet ununterbrochen fort, und man gewinnt infolge des Wegfalls der Bohrerauswechslung an nutzbarer Arbeitszeit. Es besteht kein Zweifel, daß die Maschine auch im Abbau verwendet werden kann. Besonders dürfte sich die Maschine bei schwebendem Verhieb eignen, um den jeweiligen Stoß der Verhiebfeldes zu durchkerben. (W. Schröder, Glückauf 1928, S. 20.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Radio in amerikanischen Hotels. — Das Streben der großen amerikanischen Hotels, ihren Gästen keinerlei Gewohnheiten ihres eigenen Heims vermissen zu lassen, brachte Anfang vorigen Jahres Mr. Statler, Besitzer großer Hotels in Boston, New York, Buffalo, Cleveland, Detroit und St. Louis, auf die Idee, seinen Neubau in Boston mit einer großzügigen Rundfunkanlage versehen zu lassen. Diese erste Anlage hatte einen so guten Erfolg, daß Statler sich entschloß, in allen seinen anderen Hotels nachträglich gleiche Anlagen errichten zu lassen. Diese Arbeiten wurden bereits im Januar d. J. vollendet, wobei hinzukommt, daß diese Installationen ohne jegliche Störung des normalen Hotelbetriebes ausgeführt werden mußten. Es sind jetzt 7700 Gästeräume mit Radioanlagen ausgerüstet, was einen Kostenaufwand von über 1 Million $ erforderte.

Technisch ist die Einrichtung folgendermaßen: Jedes Hotel besitzt eine große Zentralempfangstation, die als Empfangsgerät Superheterodyne-Empfänger der Western Electric benutzen. Es wird normalerweise mit Rahmenantenne gearbeitet, doch ist auch Hochantennenempfang möglich. Trotz der überaus großen Selektivität derartiger Transponierungsempfänger, war jedoch noch der Einbau besonderer Selektionsmittel erforderlich, da sich in Boston und in Buffalo im gleichen Hause Rundfunksender befinden, die sicher ausgeschaltet werden müssen. An den Empfänger schließen sich Spezialkraftverstärker an, wobei getrennte Verteilerleitungen für die Kopfhörer und die Lautsprecher arbeiten. In den einzelnen Gästezimmern sind ausschließlich Kopfhörer installiert, da Lautsprecher infolge der großen Intensität stören würden. Es sind jedoch in jeder Etage größere Gemeinschaftsräume — wie z. B. Frühstückszimmer — mit Lautsprechern ausgerüstet, die nach Belieben eingeschaltet werden können.

Das Besondere ist nun, daß an jeder Empfangstelle stets unter zwei Programmen beliebig ausgewählt werden kann. Dazu besitzt jeder Lautsprecher und jeder Kopfhörer einen Spezialwahlschalter, dessen Bedienung ohne Vorkenntnisse von jedem Laien vorgenommen werden kann. In der Zentralempfangstation werden aus allen gerade gesendeten Programmen die beiden geeignetsten herausgewählt und auf die Ringleitungen geschaltet. Die Kopfhörer in den Gästezimmern sind in Schubladen nahe dem Kopfende des Bettes untergebracht, und lediglich durch Aufziehen des Schubs beim Herausnehmen des Hörers wird der Kopfhörer an die Empfangsleitung angeschlossen. Es ist also zum Rundfunkempfang keine besondere Meldung des Gastes an den Zentralraum erforderlich.

Die Betriebszeit ist von 10 bis 24 Uhr.

Außerdem ist eine Mikrophonverstärkeranlage eingebaut, deren Mikrophone sich in allen größeren Gesellschaftsräumen befinden. So ist es möglich, bei größeren Kongressen die Reden auf die Empfangsanlage zu übertragen, so daß ein Mithören an allen Lautsprechern und Kopfhörern möglich ist.

Auch kann die Hotelmusik auf die Rundfunkanlage übernommen werden. Ferner besteht die Möglichkeit, durch direktes Besprechen wichtige Mitteilungen an alle Gäste gleichzeitig zu geben.

Die zum Betriebe erforderliche Energie wird ausschließlich dem vorhandenen Starkstromnetz entnommen. (Westingh. Techn. Press Serv. März 1928.) *Md.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Ein neues erdmagnetisches Universalvariometer. — Während die Schmidtsche Feldwage Änderungen der Vertikalintensität schnell und sicher zu messen erlaubt, fehlt bisher noch ein Universal-Instrument, das auch die lokalen Änderungen der Horizontalintensität und der Deklination mit genügender Genauigkeit zu messen gestattet. Ein solches der Schmidtschen Feldwage nachgebildetes Instrument beschreibt H. Haalck. Der Hauptteil des Apparates ist ein auf einer Quarzschneide *7* balancierendes Wagesystem, welches aus je zwei gekreuzten, vertikal (*A*) bzw. horizontal (*B*) gerichteten Magnetlamellen besteht. Die Kippung des Wagebalkens wird mit dem Autokollimationsfernrohr *16* gemessen, durch welches die Strichplatte *17* und ihr Spiegelbild in dem mit dem Wagebalken verbundenen Spiegel *20* beobachtet wird. Der Kompensationsmagnet *P* dient zur Erzeugung eines Zusatzfeldes, das den Wagebalken in der magnetischen Ost-Westrichtung nahezu horizontal stellt. In dieser Richtung wirkt auf das Magnetsystem wesentlich die Vertikalintensität; ihre Änderung an verschiedenen Punkten des untersuchten Geländes läßt sich entweder durch Messung der Neigung des Wagebalkens oder durch Messung des Winkels zwischen magnetischem Meridian und Wagebalken im Fall der Nullage bestimmen. Fällt die Ebene des Wagebalkens in die magnetische Nord-Südrichtung, so kommt noch das Drehmoment der Horizontalintensität auf das vertikale Magnetsystem hinzu. Zur Einstellung des Wagebalkens in die Nullage dient jetzt das aufsetzbare Magnetsystem *K*; der Einfluß der Vertikalintensität läßt sich durch zwei im Azimut um 180° verschiedene Messungen eliminieren. Zur Messung der lokalen Variationen der Deklination sind zwei Apparate erforderlich, die sich mit dem Fernrohr *22* gleichzeitig anvisieren. In jedem Punkt wird die Richtung des magnetischen Meridians dadurch bestimmt, daß in zwei zum Meridian symmetrisch liegenden Stellungen die Neigung des Wagebalkens die gleiche sein muß. Die Winkel des magnetischen Meridians mit der Verbindungslinie der beiden Apparate ergeben dann die Änderung der Deklination. (H. Haalck, Z. Instrumentenk. Bd. 47, S. 16.) *Br.*

Abb. 12. Erdmagnetisches Universalvariometer.

Kathodenzerstäubung. — Im folgenden soll über zwei Arbeiten von A. Güntherschulze berichtet werden, die die Kathodenzerstäubung zum Gegenstand haben. In der ersten Arbeit wird die Kathodenzerstäubung von 24 Elementen in Wasserstoff zunächst qualitativ untersucht. Eine Reihe von Elementen, *C, Se, Te, As, Sb, Bi*, zeigen dabei ein abweichendes Verhalten. Bei ihnen verteilt sich der Niederschlag über die entfernteren Teile der Glaswand bis in die Nähe der Anode. Annäherung der Anode ändert die Menge des Niederschlags praktisch nicht. Die Elemente zerstäuben, auch wenn sie ohne Verbindung mit den Elektroden in die Entladungsbahn gelegt werden, ein Zeichen, daß das Vorhandensein von Wasserstoffionen zur Zerstäubung genügt. Die Ursache dieser Sondererscheinungen ist darin zu suchen, daß die genannten Elemente leicht zersetzliche Wasserstoffverbindungen bilden, die beim Aufprallen der Wasserstoffionen auf die Kathode

entstehen, dann in den Gasraum hinein diffundieren und dort wieder zerlegt werden. Wir haben also bei diesen Elementen eine elektrochemische Zerstäubung. Die Gesetzmäßigkeiten der normalen Zerstäubung werden in der zweiten Arbeit untersucht, und zwar zunächst für Silber in Wasserstoff. Zur Vermeidung von Randstörungen werden die Gefäßwände in größeren Abstand von den Elektroden gebracht und eine Schutzringmethode angewandt. Es zeigt sich, daß die in der Amperestunde zerstäubte Silbermenge Q vom Kathodenfall V, dem Elektrodenabstand c und dem Gasdruck p in folgender Weise abhängt: $Q = \frac{C V}{c p}$. Die Konstante C hat für Silber in Wasserstoff den Wert 0,868. Das Gesetz berechtigt zu dem Schluß, daß das Wesen der gewöhnlichen Kathodenzerstäubung eine Metallgasdiffusion ist; das Metallgas wird durch den Aufprall der Kationen auf die Kathode erzeugt. Bei den benutzten ebenen Elektroden diffundiert der größte Teil dieses Gases zur Kathode zurück. Dies kann nicht mehr der Fall sein, wenn als Kathode ein Draht verwandt wird, dessen Durchmesser der freien Weglänge der diffundierenden Atome vergleichbar ist. In der Tat nimmt die zerstäubende Menge mit abnehmendem Drahtdurchmesser stark zu. (A. Güntherschulze, Z. Phys. Bd. 36, S. 563, u. Bd. 38, S. 575.) *Br.*

Verschiedenes.

Tagung des Fachnormenausschusses für Nichteisenmetalle am 9. III. d. J. — Der Ausschuß für Kupfer und Kupferlegierungen nahm als Begriffsbestimmung für Sonderbronzen folgende Fassung an: „Sonderbronzen sind Legierungen, die in wesentlichen Merkmalen der Zusammensetzung von den beiden vorgenannten[1] abweichen, aber mindestens 78 % Kupfer und ein oder mehrere Zusatzmetalle, worunter jedoch nicht überwiegend Zink, enthalten. Nur aus Kupfer und Zink bestehende Legierungen sind Messing. Enthalten sie weniger als 78 % Kupfer und mehrere Zusätze, so gelten sie als Sondermessing (vgl. Normblatt DIN 1709, Bl. 1 u. 2)."

Eine vom Reichsbahn-Zentralamt vorgeschlagene Fußnote zu Rg 9 (DIN 1705) wurde in folgender Fassung angenommen: „Bei Rg 9 kann auf den Zinngehalt der Bleigehalt höchstens bis zur Hälfte angerechnet werden, so daß beim Bleihöchstgehalt von 2 % der Zinngehalt bis auf 7,5 % heruntergehen kann; der Mindestgehalt $Cu + Sn = 93{,}0$ bleibt davon unberührt."

Es wurde ferner die Aufnahme einer von der Normenprüfstelle vorgeschlagenen Fußnote zu Sondermessing B (DIN 1709, Bl. 2) folgenden Wortlautes beschlossen: „Zur Bestellung von Sondermessing *B* ist die gewünschte Zugfestigkeit, die innerhalb der oben angeführten Grenze gewählt werden kann, anzugeben." — Schlußtermin für die Einsendung von Einsprüchen gegen das Blatt Gußmessing 1709, Bl. 2*[2] ist der I. VI. 1928.

Das Benennungsblatt Messing DIN 1709, Bl. 1, ist hinsichtlich der Angaben unter den „Richtlinien für die Verwendung" bei So-GMs A und So-GMs B geändert und hierfür folgender Wortlaut beschlossen worden: „So GMs A: Beschlagteile, Überwurfmuttern, Spannmuttern, Büchsen für weniger wichtige Lagerstellen, Gußteile mit mittlerer Festigkeit. — So/GMs B: Hochbeanspruchte Teile im Fahrzeug- und Maschinenbau, insbesondere für Druckwasserpressen, Pumpen usw., Schiffschrauben, seewasserbeständige Gußteile. — Bei Druckmesing Ms 63 wird unter „Richtlinien" gestrichen im „Schiffbau".

Endlich wurde beschlossen, einen Ausschuß zur Durchführung der vom Metallhüttenverband angeregten Untersuchungen über die Verunreinigungen im Kupfer (Leistungsblatt Kupfer DIN 1708, Bl. 2) einzusetzen. *of.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Leipziger Herbstmesse 1928. — Die Mustermesse, Technische Messe und Baumesse finden vom 26. VIII. bis 1. IX. statt. Für den Beginn der Frühjahrsmesse 1929 ist der 3. III. vorgesehen.

Die Brennstofftagung der Weltkraftkonferenz London 1928. — Zu der in der ETZ 1928, S. 302, gebrachten Notiz über die als Teilveranstaltung der Weltkraftkonferenz vom 24. IX. bis 6. X. in London stattfindende Brennstofftagung teilen wir weiter folgendes mit: Wer an dieser teilnehmen will, muß die Mitgliedschaft erwerben und hierfür einen Mitgliedsbeitrag von 30 s (Mitglieder der dem Deutschen Nationalen Komitee angeschlossenen Organisationen 20 s) leisten. Er hat seinen Namen dem Deutschen Nationalen Komitee der Weltkraftkonferenz, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, Ingenieurhaus, anzugeben. Von dort aus werden ihm alle weiteren Einzelheiten zur Teilnahme übermittelt. Auch diejenigen, deren Beteiligung heute noch nicht ganz feststeht, wollen dennoch ihre Anschrift dem Deutschen Nationalen Komitee melden, damit bereits jetzt ein ungefährer Überblick über die Zahl der deutschen Teilnehmer gewonnen werden kann. Damen, welche diese begleiten, sind willkommen.

[1] D. h. Bronze und Rotguß (Normbl.-Entw. DIN 1705, Bl. 1).
*[2] Der Entwurf ist in Z. Metallk. 1928, S. 163, veröffentlicht.

Reichenberger Messe 1928. — Der Vertreter der Reichenberger Mustermessen für Deutschland, E. R. Martin, Zittau i. Sa., macht darauf aufmerksam, daß die vom 18. bis 24. VIII. stattfindende Reichenberger Messe der Elektroindustrie durch die zentrale Lage Reichenbergs inmitten der tschechoslowakischen Industrie günstige Aussichten für eine weitere Steigerung der Einfuhr deutscher Spezialerzeugnisse biete.

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Zu einer Reihe neuerer Veröffentlichungen, die sich mit der Elektrizitätsversorgung Deutschlands durch private bzw. gemischtwirtschaftliche und durch kommunale Unternehmungen beschäftigen, gehört neben dem in der ETZ 1928, S. 697 auszugsweise wiedergegebenen Vortrag des Regierungsrats a. D. Dr. P. Heck vom Elektrobund auch der a. a. O. nur eben zitierten Aufsatz H. Ludewigs „Die Preisbewegung der elektrischen Arbeit bei öffentlichen und privaten Werken"[2]. Zu den beiden Arbeiten, insbesondere soweit sie die Tarifpolitik der kommunalen Unternehmungen kritisieren, hat jetzt der Leiter der Interessengemeinschaft letzterer (Ike), Staatsminister a. D. Dr. Wendorff, in der Zeitschrift „Der Städtetag" 1928 Nr. 4, Stellung genommen, indem er vorweg darauf hinweist, daß man bei derartigen Vergleichen den kommunalen Werken nicht, wie es die beiden genannten Autoren tun, private und gemischtwirtschaftliche zusammen gegenüberstellen dürfe, weil bei diesen, z. B. bei dem RWE, vielfach auch starke gemeindliche Interessen vertreten seien. Ludewig berechnet bei fünf Lichtpreisstufen zwischen 60 und 11 Pf für 276 kommunale Werke einen mittleren Grundpreis von 45,1 Pf/kWh und für 190 private bzw. gemischtwirtschaftliche Unternehmungen 46,5 Pf, also 1,4 Pf oder 3 % mehr. Bei fünf Kraftpreisstufen zwischen 50 und 10 Pf findet er für 264 kommunale Werke als durchschnittlichen Grundpreis 27,9 Pf je kWh, für 193 private bzw. gemischtwirtschaftliche 26,2 Pf, d. h. einen um 1,7 Pf bzw. 6,5 % niedrigeren Satz. Dr. Wendorff beanstandet nun, daß Ludewig den Durchschnittspreis aus dem Verhältnis der Zahl der einzelnen Werke zu den Grundpreisstufen herleite, während es für die Verbraucherschaft auf das Verhältnis der innerhalb der Preisstufen gelieferten Strommenge ankomme. Nach Angaben von 105 rein kommunalen Werken entfielen 1926/27 bei solchen Unternehmungen auf die beiden Preisstufen 31 bis 40 Pf bzw. 41 bis 50 Pf für Licht 88,6 % (nach Ludewig 84,5 %), auf die Preisstufe 21 bis 30 Pf für Kraft 63,8 % (nach Ludewig 62,8 %) der Werke. Dieses Verhältnis ändert sich aber sehr erheblich, wenn man die Stromabgabe innerhalb der einzelnen Preisstufen zugrunde legt. Das Ergebnis für die 105 Werke ist dann hinsichtlich des Lichtstroms, daß auf die Preisstufe 41 bis 50 Pf nur 29,6 %, nicht, wie nach der Zahl der Werke errechnet, 61 %, auf die Stufe 31 bis 40 Pf aber statt 27,6 % jetzt 67 % der abgegebenen Strommenge kommen. Bei der Stromabgabe für Kraft schwankte der Anteil der Preisstufen nur zwischen 30,2 und 36,4 %. Dr. Wendorff bringt nunmehr die Strommengen mit den Preisen innerhalb der einzelnen Stufen in Verbindung und gelangt zu dem Resultat, daß der Kleinabnehmerpreis der kommunalen Werke für Licht durchschnittlich 38,05 Pf je kWh gegen 45,1 Pf bei Ludewig ausmachte, mithin um 7,05 Pf bzw. 15,6 % geringer war. Der Kraftstrom kostete im Mittel 26,84 Pf/kWh, nach Ludewig 27,9, stellte sich also tatsächlich um 1,06 Pf oder 3,8 % billiger. Die Kleinverkaufspreise des Kraftstromes weisen mithin zwischen kommunalen und privaten Werken keine nennenswerte Abweichung auf, während sie für Licht bei den 105 von Wendorff untersuchten Werken um 8,45 Pf niedriger sind als der bei Ludewig mit 46,5 Pf angegebene Kleinabnehmerpreis der privaten bzw. gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen. So kommt der Leiter der Ike zu dem Schluß,

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 731.
[2] D. Wirtschafts-Zg. Bd. 25, 1928, S. 80.

daß die 32,7 Mill. Einwohner Deutschlands, die nach Ludewig durch kommunale Werke versorgt werden, unter Zugrundelegung des von Dr. Heck angenommenen Jahreskopfverbrauchs von 38 kWh nach dem Kleinabnehmertarif rd. 88 Mill. RM weniger zahlen müssen als nach den privaten Tarifen. Die je Kopf aufzubringende Jahresleistung für 38 kWh kostet nach dem Durchschnittssatz der kommunalen Tarife 12,39 RM, nach den von Ludewig angeführten privaten Sätzen jedoch 15,08 RM, also 2,69 oder 19,3 % je Kopf und Jahr mehr. Noch ein Wort über das von Dr Heck bekämpfte Steuerprivileg der kommunalen Werke: es ist nach Dr. Wendorff nur ein teilweises; die genannten Unternehmungen sind von der Körperschaftssteuer ganz, von der Umsatzsteuer jedoch nur hinsichtlich der regelmäßig mit dem Elektrizitätswerksbetrieb verbundenen Leistungen befreit, müssen dagegen Gewerbe-, Grundvermögens- und Hauszinssteuer zahlen und gehören im Sinne der Industriebelastung zu den Aufbringungspflichtigen. Dazu kommen erhebliche Leistungen für den kommunalen Haushalt an Pachten, Abgaben usw.

Dem Walchenseewerk A. G., München, sind 1927 gemäß Vereinbarung mit dem Bayernwerk von seiner und der Mittleren Isar Gesamtlieferung an Drehstrom (336 Mill. kWh) 114 Mill. kWh vergütet worden, d. s. rd. 16 % mehr als 1926 (99 Mill. kWh). Dazu kommen 28 Mill. kWh Einphasenstrom für die Reichsbahn oder rd. 42 % mehr wie im Vorjahr (20 Mill. kWh). Infolge der Steigerung des Energieabsatzes und der günstigeren Wasserverhältnisse war die Wasserausnutzung im Berichtsjahr besser. In der Drehstromschaltanlage wurden die Einrichtungen für die Verbindung der vom Bayernwerk gebauten Leitung nach dem Achenseewerk mit dem Netz des ersteren hergestellt. Die Einnahmen aus dem Betriebsführungsvertrag mit dem Bayernwerk betrugen 1 401 526 RM (1 023 030 i. V.), wozu noch 31 700 RM verschiedene Einnahmen (8 308 i. V.) hinzukamen. Aus dem Reingewinn von 339 655 RM (133 972 i. V.) wurden diesmal auf 5 Mill. RM Aktienkapital 4 % Dividende verteilt (0 % i. V.).

Der Mittleren Isar A G., München, sind 1927 von der oben genannten Drehstromlieferung 222 Mill. kWh vergütet worden (172 i. V.) und von der gemeinsamen Einphasenstromabgabe an die Reichsbahn 43 Mill. kWh (27 i. V.). Der zweite Ausbau der Anlagen, der im unteren Baubereich das vierte Kraftwerk bei Pfrombach umfaßt, schreitet gut vorwärts. In der Zentrale Eitting sind die Arbeiten für den vierten Maschinensatz vergeben worden. Die Gesellschaft hat insgesamt 3 932 732 RM eingenommen (3 128 793 i. V.) und 374 405 RM Reingewinn erzielt (18 377 i. V.), aus dem auch sie 4 % Dividende auf 9 Mill. RM Aktienkapital verteilte (0 % i. V.).

Der Energieabsatz des Bayernwerks A. G., München, war 1927 befriedigend; bei den während des größten Teils des Jahres günstigen Wasserverhältnissen brauchte nur in geringem Umfang von den Gegenseitigkeitsübereinkommen für Lieferung von Aushilfskraft Gebrauch gemacht zu werden, dagegen konnte die Berichterstatterin Überschußenergiemengen aus den Wasserkraftwerken der bayerischen Abnehmer weitgehend verwerten und damit die Gesamtausnutzung der in ihrem Bereich liegenden Kraftwerke verbessern. Von der Wasserdarbietung des Walchenseewerks und der Mittleren Isar sind im Winter 95 %, im Sommer 75 % und im ganzen Jahr etwa 82 % ausgenutzt worden. Der Gesamtabsatz an Drehstrom betrug 332 Mill. kWh (248 i. V.). Außerdem wurden rd. 20 Mill. kWh (18,4 i. V.) aus dem Kraftwerk Viereth der Rhein-Main-Donau A. G. transportiert. Da einschl. der Transportenergie rd. 384 Mill. kWh eingespeist worden sind (290 i. V.), betrugen die Übertragungsverluste und der Eigenbedarf der Umspannwerke wieder 8 % der in das Bayernwerknetz aufgenommenen Arbeitsmengen. Die maximalen Drehstromleistungsspitzen lagen bei 115 000 kW (113 000 i. V.). Der Absatz an die Reichsbahn-Gesellschaft betrug rd. 71 Mill. kWh Einphasenstrom (49 i. V.) und der gesamte Energiebruttoumsatz rd. 452 Mill. kWh (335 i. V.), mithin um 35 % mehr als 1926. Neu aufgenommen hat die Gesellschaft die Energielieferung an die Mainkraftwerke A. G. und an die Württembergische Landes-Elektrizitäts-A. G. zwecks Stromversorgung der Überlandwerk Jagstkreis A. G. Mitte 1927 wurde ein langfristiger Energieaustauschvertrag mit der Preußischen Elektrizitäts-A. G. vereinbart; dieser Zusammenschluß schafft eine durchlaufende Leitung von den Alpen bis zur Nordsee und stellt damit die elektrizitätswirtschaftliche Verbindung weiter Gebiete her. Wie hier schon früher berichtet worden ist[1], hat sich das Bayernwerk für die Errichtung eines Dampfkraftwerks das Kohlenvorkommen bei Schwandorf durch Erwerb der Aktienmehrheit der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A. G. gesichert. Was das 110 kV-Leitungsnetz betrifft, so wurden die Umspannwerke Bamberg und Schweinfurt durch eine 55 km lange Einfachleitung verbunden und die 110 kV-Leitung Aschaffenburg—Dettingen für den Anschluß an die Preußische Elektrizitäts-A. G. zu einer Doppelleitung erweitert. Das bayerische Stück der Verbindung Walchenseewerk—Achenseekraftwerk von rd. 28 km Länge ist zunächst mit einem dreidrähtigen System nebst Reserveleiter ausgerüstet worden. Eine 110 kV-Doppelleitung erstreckt sich jetzt vom Umspannwerk Passau bis Regensburg (110 km), und auf der Strecke von hier über Amberg nach Nürnberg hat man zum Weitertransport der Kachletenergie das zweite System aufgelegt. Die Gesamtstreckenlänge des 110 kV-Netzes beträgt nunmehr rd. 1200 km, die installierte Transformatorenleistung des Bayernwerks 411 000 kVA. Stromverkauf und -transport erbrachten 9 542 298 RM (7 536 926 i. V.), verschiedene Einnahmen außerdem 526 669 RM (255 562 i. V.). Aus einem Reingewinn von 255 502 RM (64 620 i. V.) gelangten auf 6 Mill. RM Aktienkapital 4 % Dividende zur Verteilung (0 % i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 304.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Statistik des Reichspatentamtes für 1927[1]. — Im Jahre 1927 sind 68 475 (1926: 64 384) Patente angemeldet, 18 692 (18 204) Patentanmeldungen bekanntgemacht, 7344 (7085) Einsprüche und 3179 (2793) Beschwerden erhoben worden. Es wurden 14 072 (14 222) Haupt- und 1193 (1278) Zusatzpatente erteilt, somit insgesamt 15 265 (15 500) Patente. Die Zahl der Patentanmeldungen hat gegen das Vorjahr um 4073 oder 6,3 % zugenommen, dagegen ist die der bekanntgemachten Anmeldungen nur um 2,7 % gestiegen, während die Zahl der erteilten Patente sogar um 1,5 % gegenüber 1926 gefallen ist, so daß sich in dieser Beziehung die seit 1922 rückläufige Bewegung trotz der erhöhten Anmeldungszahl wieder fortgesetzt hat; die Vorprüfung verschärft sich also seither fühlbar.

Am Jahresschluß 1927 waren nach der Patentrolle 66 982 (64 236) Patente in Kraft geblieben. Damit ist zum erstenmal seit 1923 gegenüber dem bisherigen ständigen Rückgang eine Steigerung dieser Zahl festzustellen, die wohl auf die etwas günstiger gewordenen wirtschaftlichen Verhältnisse zurückzuführen ist.

Die Patentanmeldungen in Klasse 21 (Elektrotechnik) haben im Berichtsjahr 8175 (7703) betragen, während in der gleichen Klasse 1909 (1754) Patente erteilt worden sind. Am Schluß des Jahres waren in dieser Klasse 7885 (7391) Patente in Kraft. Diese Zahlen geben indessen kein vollständiges Bild von der Bedeutung der Elektrotechnik für das Patentwesen, weil viele Spezialgebiete in anderen Klassen enthalten sind. Trotzdem steht die Klasse 21 sowohl mit der Zahl der Anmeldungen als auch der Patenterteilungen unter allen Klassen bei weitem an erster Stelle. Auch an den Mehranmeldungen ist sie mit 472 am stärksten beteiligt. Die nächsthöchste Zahl von Patentanmeldungen, nämlich 3771, hat Klasse 63 (Wagenbau, Kraftfahrzeuge, Fahrräder) zu verzeichnen, für die 745 Patente erteilt worden sind.

Die Zahl der am Jahresschluß unerledigten Patentanmeldungen ist mit 112 648 (96 894) außerordentlich hoch und übersteigt selbst die des letzten Jahres, das bereits einen bedauerlichen Rekord darstellte. Es muß als ein sehr unerfreulicher Zustand bezeichnet werden, wenn von 165 351 im ganzen zu erledigenden Patentanmeldungen nur 52 703, d. h. 31,9 % am Jahresschluß erledigt waren. Diese Zahlen rechtfertigen die bei der Reform des Patentgesetzes vielfach vertretenen Bestrebungen, die Dauer des Patentes am Tage der Bekanntmachung oder Patenterteilung beginnen zu lassen, weil durch eine verlängerte Prüfung eine ungerechtfertigte Verkürzung der Schutzfrist eintritt. Da 1927 vom Patentamt eine Anzahl von Hilfsarbeitern eingestellt worden ist, darf man hoffen, daß sich in diesem Jahre die Verhältnisse bessern.

Von den Patentanmeldungen entfallen 81,3 % (82,7 %) auf das Inland und 18,7 % (17,3 %) auf das Ausland, so daß das Verhältnis sich zugunsten des Auslandes ein wenig verschoben hat, was auf eine verstärkte Interessenahme des letzteren hinweist. Immerhin sind die Verhältniszahlen aus dem letzten Vorkriegsjahr mit 77,3 % für das Inland und 22,7 % für das Ausland noch nicht erreicht. Die größte Zahl der ausländischen Anmeldungen, u. zw. 2197, stammt, wie im Vorjahre, aus den V. S. Amerika. Dann folgen Frankreich mit 2123, die Schweiz mit 1946, Großbritannien mit 1405, Österreich mit 807, die Tschechoslowakei mit 660,

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 660.



Italien mit 534, Schweden mit 510, die Niederlande mit 431, Belgien mit 387, Ungarn mit 338, Dänemark mit 298, Polen mit 176, Norwegen mit 157 und Rußland mit 108.

Besonders bemerkenswert ist die erhebliche Zunahme der aus Frankreich, der Schweiz und Italien stammenden Anmeldungen. Der relativ hohe Anteil dieser Staaten erklärt sich zum Teil daraus, daß sie keine Neuheitsprüfung kennen, die nicht wenige Anmelder deshalb durch eine deutsche Patentanmeldung vornehmen lassen.

An Gebrauchsmustern sind 1927 63 725 (61 356) angemeldet und 41 100 (41 100) eingetragen worden, so daß im wesentlichen eine kleine Zunahme gegenüber dem vorjährigen Stillstand eingetreten und sogar das bisher höchste Jahr 1913 mit 62 678 Anmeldungen überholt worden ist. Auch hier weist die Klasse 21 (Elektrotechnik) wiederum mit 6837 (6553) Anmeldungen und 4160 (3904) Eintragungen die höchsten Zahlen auf. Die Verlängerungen von Gebrauchsmustern sind mit 5931 (3118) gegenüber dem Vorjahr um 11,6 % gestiegen, so daß der seit 1923 zu verzeichnende starke Abfall in diesem Jahr wieder einem Aufstieg gewichen ist, was auf die etwas gebesserten wirtschaftlichen Verhältnisse zurückzuführen sein dürfte. Die Zahl liegen aber immer noch unter denen des letzten Vorkriegsjahres 1913, in welchem 8183 Gebrauchsmuster verlängert worden sind. Bemerkenswert ist, daß im August 1927 das 1 000 000. Gebrauchsmuster zur Eintragung gelangte und im Berichtsjahr die G.-M.-Anmeldungen in Klasse 83 (Uhren) um 61,4 %, die Patentanmeldungen um 123 % zugenommen haben, was wohl in der Einführung der 24 h-Zeit seine Erklärung findet.

Schließlich sind 1927 insgesamt 29 640 (26 848) Warenzeichen angemeldet und 17 000 (16 000) eingetragen worden. Der seit 1925 beobachtete starke Rückgang hat somit im Berichtsjahr eine Besserung erfahren. Auf die Klasse 22 b (elektrotechnische Apparate, Instrumente und Geräte) entfallen 1199 (1124) Anmeldungen und 707 (664) Eintragungen. Am Schluß des Jahres 1927 befanden sich in dieser Klasse insgesamt 8025 (7460) Warenzeichen, während im ganzen 279 213 (271 088) eingetragen waren. Die Klasse 22 b weist auch die größte Zahl der am Jahresschluß eingetragenen Verbandszeichen, u. zw. 30, auf. Insgesamt sind 207 Verbandszeichen eingetragen.

Die Geschäftslage bei den Warenzeichen ist wesentlich günstiger als bei den Patentanmeldungen, da 67,9 % der Anmeldungen erledigt wurden und am Jahresschluß nur noch 13 588 nicht endgültig erledigt waren. Auch diese Zahl bedeutet jedoch sowohl gegenüber dem Vorjahr als auch im Vergleich zum letzten Vorkriegsjahr immer noch eine Verschlechterung.

Durch internationale Registrierung, zu der 1614 (1533) deutsche Anträge eingegangen sind, wurden 1558 (1430) Anmeldungen deutscher Marken erledigt. An ausländischen Marken sind in Deutschland zur internationalen Registrierung 3697 (3458) eingegangen, und der Schutz wurde 1661 (1676) Anmeldungen bewilligt. Deutschland steht mit einer Gesamtzahl von 8629 (7071) international registrierten Marken und mit 1558 (1430) Eintragungen im Berichtsjahr wieder an erster Stelle, dann folgt Frankreich mit insgesamt 7267 (5790) und 1477 (1409) im Berichtsjahr registrierten internatioalen Marken. Die anderen angeschlossenen Staaten bleiben demgegenüber weit zurück. Aus allen angeschlossenen Ländern sind 1927 insgesamt 5255 (4888) internationale Marken registriert worden, so daß die Gesamtzahl sich auf 26487 beläuft.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 22. Mai 1928, 7½ Uhr abends, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg E. B. Nr. 301.

Tagesordnung:

I. Geschäftliche Mitteilungen.

II. Vortrag des Herrn Dr. Alfred Schleicher: „Die Lastverteileranlagen für Großkraftnetze und die Fernbedienung von Kraftwerken und Unterstationen" unter Vorführung von Leuchtschaltbildern und Fernbedienungsapparaten.

Inhaltsangabe.

Das Problem der Lastverteileranlage.
Die bildliche Darstellung des Netzes.
Die Fernmessung und das Nachrichtenproblem.
Die Ausgestaltung der Lastverteileranlage.
Die automatische Station im Gegensatz zur fernbedienten Station.
Die Probleme der Fernsteuerung und ihre Lösung.
Die Übersichtlichkeit größerer Fernbedienungsanlagen.
Ausblicke.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Für Gäste werden am Eingang Gastkarten bereitgehalten.

Eingeführte Gäste willkommen!

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Preisausschreiben!

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung, Berlin, dem auch ein Vertreter des Elektrotechnischen Vereins angehört, hat aus den eingereichten Preisaufgaben zur Lösung wirtschaftlicher, wissenschaftlicher oder technischer Fragen folgende ausgewählt:

a) die forensische und versicherungsrechtliche Beurteilung der progressiven Paralyse unter dem Einfluß der Malariabehandlung;

b) der großstädtische Straßenverkehr schädigt die Bewohner empfindlich durch seinen Lärm. Mit Hilfe des Schallmessers von Barkhausen ist es möglich, die Stärke der einzelnen Schallquellen zu bestimmen. Eine solche Bestimmung ist auch schon durch unmittelbare Beobachtung möglich. Es sind die stärksten und störendsten Lärmquellen zu ermitteln und Vorschläge zu machen, wie man den Lärm dämpfen kann. Als Beispiel seien folgende Geräusche genannt: Lärm der Straßenbahnwagen infolge Erschütterung der Wagen, desgleichen infolge Radreibung in Gleiskrümmungen, Erschütterung der Kraftomnibusse und Kraftwagen, Lärm durch ungenau arbeitende Motor- und Getriebeteile, Krafträderauspuff und -getriebe, Warnungsignal, Müllabfuhrwagen, Umstürzen der Müllkästen, Ausschreien der Zeitungshändler.

Als Frist zur Abgabe jeder Arbeit ist der 1. Dezember 1928 festgesetzt worden.

Als Preis für die Arbeit zu a) sind 500 RM und als Preis für die Arbeit zu b) 800 RM ausgesetzt worden.

Der Wettbewerb ist für jedermann offen.

Ordentliche Sitzung

am 24. April 1928 in der Technischen Hochschule zu Berlin.

Vorsitz: Herr Ministerialdirigent Arendt.

Nach Begrüßung der sehr zahlreich erschienenen Zuhörer teilt der Vorsitzende mit, daß gegen den Bericht über die ordentliche Sitzung am 27. März keine Einwendungen erhoben worden sind und daß somit der Bericht als festgestellt gilt. Seit dieser Sitzung sind 14 Neuanmeldungen eingegangen (vergl. untenstehendes Verzeichnis).

Nach Bekanntgabe einiger geschäftlicher Mitteilungen hält Obering. Dr. Löbl einen Vortrag über „Erdun-

Nullung und Schutzschaltung". Der Vortrag löst großen Beifall und eine rege Besprechung aus. Der Vortrag und die Aussprache werden demnächst veröffentlicht werden.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Danziger, Georg, Jac., Rechtsanwalt, Dr., Berlin.
Deltz, Erich, Konstrukteur, Berlin.
Glaubitz, Fritz, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg.
Itting, Franz, stud. ing., Bln.-Charlottenburg.
Körbitz, Arthur, Betriebsleiter, Bln.-Britz.
Oetker, Rudolf, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf
Pfestorf, Gerh., Dr. phil. nat., Bln.-Charlottenburg.
Rall, Carl, Elektroing., Bln.-Charlottenburg.
Trümper, Ernst, cand. ing., Bln.-Charlottenburg.
Tunkel, Manfred, Dipl.-Ing., Bln.-Charlotttenburg.
Waltjen, Johann, Oberingenieur, Bln.-Spandau.
Wörner, Hermann, Ingenieur Talheim.
Würtz, Friedrich, Konstrukteur, Berlin.
Zwick, Walter, Dr.-Ing., Bln.-Charlottenburg.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

In ETZ 1928, S. 700, sind die ab 1. Juli 1928 als Richtlinien zu betrachtenden Änderungen an den ab 1. Juli 1924 in Kraft befindlichen „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" bekanntgegeben.

Zu dieser Ankündigung wird bemerkt, daß selbstverständlich der Vorschlag der Kommission, diese Änderungen ab 1. Juli 1928 bis zum Vorliegen der neuen umgearbeiteten Fassung der Vorschriften als Richtlinien zu befolgen, der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung unterbreitet werden wird.

Kommission für Hochspannungschaltgeräte.

Der Gültigkeitstermin der „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen", veröffentlicht in der ETZ 1927, S. 816, 853 und 1089 (Sonderdruck VDE 400), ist mit Genehmigung des Vorstandes des VDE um 1 Jahr, und zwar auf den 1. Juli 1929 verschoben worden[1].

Kommission für Installationsmaterial.

In den „Vorschriften für die Prüfung von Isolierrohren mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech nach DIN VDE 9030", veröffentlicht in der ETZ 1926, S. 686 und 705 (Sonderdruck VDE 361) sind in dem Absatz e) „Feststellung der durchschnittlichen Verbleiungstärke durch Elektrolyse" die beiden letzten Sätze: „Das Bleigewicht je dm² muß im Mittel von 10 aus verschiedenen Rohren entnommenen Proben mindestens 4,5 g betragen. Das Bleigewicht der einzelnen Probe darf hierbei 4,0 g/dm² nicht unterschreiten." geändert worden in:

„Das Bleigewicht je dm² muß mindestens 3,4 g sein."

Diese Änderung ist durch den Vorstand am 23. April 1928 angenommen worden und ist am 1. Mai 1928 in Kraft getreten.

Kommission für Drähte und Kabel.

Unter Berücksichtigung der auf die Veröffentlichung des Entwurfes zu Änderungen der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1928" eingegangenen Einsprüche hat die Kommission für Drähte und Kabel einen Schlußentwurf aufgestellt, der in nachstehender Fassung der Jahresversammlung 1928 in Berlin zur Beschlußfassung unterbreitet werden wird.

[1] Siehe ETZ 19.8, S. 592.

Schlußentwurf.

Änderungen der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1928".

§ 3:

„Die Gummihülle der Leitungen muß nach Fertigstellung folgender Zusammensetzung entsprechen:
Mindestens 33,3 % Rohkautschuk, der nicht mehr als 6 % Harz enthalten darf.
(Weiterer Text wie bisher.)"

§ 8: „Rohrdrähte

für Niederspannungsanlagen zur erkennbaren Verlegung, die es ermöglicht, den Leitungsverlauf ohne Aufreißen der Wände zu verfolgen.

Bezeichnung: NRA.
NRU mit Faserstoffbeflechtung.

Rohrdrähte sind Gummiaderleitungen mit gefalztem, eng anliegendem Metallmantel (nicht Bleimantel) mit einer Wanddicke von mindestens 0,2 mm. An Stelle der getränkten Beflechtung erhalten sie eine mechanisch gleichwertige, isolierende Hülle von mindestens 0,4 mm Wanddicke. Rohrdrähte sind als Einfach- und Mehrfachleitungen in Querschnitten von 1,5 bis 6 mm² zulässig. Mehrfachleitungen sind durch Verseilung der Einzeladern herzustellen.

Bei Rohrdrähten muß die zum Ersatz der Beflechtung dienende isolierende Hülle aus getränktem Papier, Bitumen[1] oder vulkanisiertem Gummi bestehen. Bei Mehrfachleitungen ist zum Ausfüllen Jute, Bitumen oder vulkanisierter Gummi zu verwenden. Falls die Hülle aus vulkanisiertem Gummi besteht, muß die verwendete Gummimischung mechanisch fest und widerstandsfähig sein und einen Rohgummigehalt von mindestens 33⅓ % haben. Sie braucht jedoch nicht den Vorschriften über die Zusammensetzung der Gummihülle nach § 3 zu entsprechen. Falls der Metallmantel der Rohrdrähte aus Eisen besteht, ist er mit einem rostsicheren Überzug zu versehen, der entweder aus Blei (NRAP) oder Aluminium (NRAA) bestehen soll. Bei verbleiten Eisenbändern muß die Bleiauflage mindestens 3,4 g je dm² Oberfläche betragen.

Rohrdrähte können unmittelbar unter dem gefalzten Metallmantel und in metallischer Verbindung mit ihm blanke oder verzinnte Kupferleiter von mindestens 1,5 mm² Querschnitt enthalten. Bei Rohrdrähten, bei denen die über den Adern angeordnete isolierende Hülle aus Bitumen oder vulkanisiertem Kautschuk besteht, müssen diese Kupferleiter verzinnt sein. Rohrdrähte mit Kautschuk als Füllmaterial, bei denen der gefalzte Metallmantel eine besondere Umhüllung besitzt, gelten als kabelähnliche Leitungen (NRU) und müssen einen eingelegten Kupferleiter haben. Für die Beschaffenheit und Prüfung der Umhüllung gelten die gleichen Bestimmungen wie für Bleimantelleitungen.

Für den äußeren Durchmesser der Rohrdrähte gilt folgende Tafel:

Anzahl der Adern und Kupferquerschnitt mm²	Außen-Durchm. (über Falz gemessen) nicht unter mm	nicht über mm
1,5	5,1	5,8
2,5	6	6,8
4	6,4	7,2
6	6,8	7,6
2 × 1,5	8,2	9,2
2 × 2,5	9,5	10,5
2 × 4	10	11
2 × 6	11	12
3 × 1,5	8,9	9,9
3 × 2,5	10	11
3 × 4	11	12
3 × 6	12	13
4 × 1,5	9,5	10,5
4 × 2,5	11	12
4 × 4	13	14,5
5 × 1,5	10	11

Die Rohrdrähte müssen einer halbstündigen Prüfung mit 2000 V Wechselspannung zwischen den Leitern und

[1] Unter Bitumen wird handelsüblich ein Gemisch von verschiedenen Asphalten verstanden, das unter Zusatz von Schwefel in der Hitze ähnlich wie Kautschuk vulkanisiert wird.

zwischen Leiter und Metallmantel in trockenem Zustande widerstehen können.

Anmerkung: Die Prüfung des Rostschutzes wird in folgender Weise vorgenommen:

Feststellung der Verbleiungsdicke und Gleichmäßigkeit der Bleischicht auf chemischem Wege.

a) Feststellung der Verbleiungsdicke durch Elektrolyse. Elektrolyt: Natronlauge von mindestens 10° Bé.

Der Elektrolyt muß nahe am Siedepunkt gehalten werden (etwa 96° C). Die Stromstärke muß 1,8 A/dm² sein. Dabei ist die Anfangsspannung 0,8 V und steigt auf etwa 3 V. Die Dauer der Entbleiung richtet sich nach der Dicke der Bleischicht und beträgt etwa ½ bis 1 Stunde. Der Elektrodenabstand ist 4 bis 5 cm. Als Kathode dient blankes Eisenblech, als Anode das zu entbleiende Mantelstück ohne Falz. Dieses muß an einem Eisendraht aufgehängt werden und vollständig von Elektrolyten umgeben sein. Vor dem Versuch muß das Blei auf der Innenseite des Bandes vollständig entfernt oder durch einen Anstrich geschützt werden. Das Bleigewicht muß mindestens 3,4 g/dm² betragen.

b) Feststellung der Gleichmäßigkeit der Bleischicht durch Korrosionsprobe.

Unter eine Glasglocke bringt man, ohne den Luftzutritt abzusperren, ein Porzellanschälchen mit unverdünnter Salzsäure und daneben die zu prüfenden entfetteten Rohrstücke. Bei diesem Versuch dürfen sich nach drei Stunden Versuchsdauer keine Rostflecken zeigen.

Die Prüfung mit Aluminium überzogener Eisenbänder findet in folgender Weise statt:

Mit Aluminium überzogene Eisenbänder müssen vor der Prüfung mit Äther gründlich entfettet werden. Um Fehler oder mechanische Verletzungen der Aluminiumauflage festzustellen, werden die Eisenbänder zunächst in eine Kupfersulfatlösung (1 : 5) 30 s eingetaucht. Nach sorgfältigem Abspülen in fließendem Wasser werden die Eisenstreifen jeweils 60 s in Salzsäure getaucht (*n*/1 Salzsäure = 36,5 g *HCl* in 1000 cm³ Wasser), nach abermaligem Abspülen jeweils 30 s der Kupfersulfatlösung ausgesetzt. Vom fertigen Rohrdraht entfernt sollen die Eisenbänder vier Tauchungen dieser Art aushalten können, ohne daß sich ein erkennbarer Kupferniederschlag bildet.

§ 9. Bleimantelleitungen

für Niederspannungsanlagen zur festen Verlegung über Putz. (Für unterirdische Verlegung nicht zulässig.)

Bezeichnung: NBU mit Faserstoffbeflechtung,
NBEU mit Eisenbandbewehrung.

Bleimantelleitungen gelten als kabelähnliche Leitungen. Sie sind mit massiven Leitern als Zweifach-, Dreifach- und Vierfachleitungen von 1,5 mm² bis 6 mm² Querschnitt zulässig. Als Adern sind NGA-Leitungen zu verwenden, bei denen die Beflechtung fortfällt. Die Einzeladern sind zu verseilen und mit Gummi so zu umpressen, daß alle Hohlräume ausgefüllt sind und der Gummimantel an der schwächsten Stelle mindestens 0,4 mm dick ist. Die zum Ausfüllen der Hohlräume und für den gemeinsamen Gummimantel verwendete Gummimischung muß einen Rohgummigehalt von mindestens 33⅓ % haben; sie braucht jedoch nicht den Vorschriften über die Zusammensetzung der Gummihülle nach § 3 zu entsprechen. Die äußere Gummihülle ist mit einem nahtlosen, enganliegenden Bleimantel zu umpressen. Der Bleimantel wird mit chemisch widerstandsfähiger Masse umgeben, mit zwei in chemisch widerstandsfähiger Masse gebetteten Lagen getränkten Papiers bewickelt und dann mit Faserstoffen (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen) beflochten, die mit chemisch widerstandsfähiger Masse zu tränken sind (NBU). Bei bewehrten Bleimantelleitungen folgt über der Papierbespinnung eine Bewehrung mit zwei Lagen Bandeisen von 0,2 mm Dicke, hierüber eine Beflechtung mit Faserstoffen (Baumwolle, Jute, Hanf oder gleichwertigen Stoffen), die mit chemisch widerstandsfähiger Masse zu tränken ist (NBEU).

Bleimantelleitungen müssen unmittelbar unter dem Bleimantel und in metallischer Verbindung mit ihm einen verzinnten Kupferleiter haben, der für 1,5 bis 2,5 mm² einen Querschnitt von 1 mm² und für 4 bis 6 mm² einen Querschnitt von 1,5 mm² haben muß.

Für die Beschaffenheit und Prüfung der Umhüllung gelten die folgenden Vorschriften.

(Vorschriften folgen.)

Bleimantel und Außendurchmesser der Bleimantelleitungen müssen der nachstehenden Tafel entsprechen:

Kupferquerschnitt mm²	Dicke des Bleimantels mm	Äußerer Durchmesser NBU etwa mm	Äußerer Durchmesser NBEU etwa mm
2 × 1,5	0,9	14	15
2 × 2,5	0,9	15	16
2 × 4	1	16,5	17,5
2 × 6	1	17,5	18,5
3 × 1,5	0,9	14,5	15,5
3 × 2,5	1	16	17
3 × 4	1	17,5	18,5
3 × 6	1	18,5	19,5
4 × 1,5	0,9	15,5	16,5
4 × 2,5	1	17	18
4 × 4	1	18,5	19,5
4 × 6	1	20,5	21,5

Die Bleimantelleitungen müssen einer halbstündigen Prüfung mit 2000 V Wechselspannung zwischen den Leitern und zwischen Leiter und dem Metallmantel in trockenem Zustande widerstehen können.

§ 22. Leitungstrossen.

Der 5. Absatz erhält folgenden Wortlaut:

„Leitungstrossen müssen einen Erdungsleiter enthalten. Die Erdungsleiter müssen aus verzinntem Kupfer bestehen. Die Kupferseele muß den gleichen Querschnitt wie die stromführenden Leiter haben, braucht jedoch nicht größer als 50 mm² zu sein."

Im Absatz III „Belastungstafel für gummiisolierte Leitungen" werden die Angaben für den Querschnitt 0,5 mm² gestrichen.

Bericht über die Tätigkeit des Verbandes seit der letzten Jahresversammlung in Kiel 1927.

Die allgemeine, wenn auch langsame Besserung des deutschen Wirtschaftslebens brachte in der Berichtzeit eine erfreuliche Belebung des Inlandsgeschäftes der Elektroindustrie und der Elektrizitätswirtschaft. Großkraftwerke bedeutender Leistungsfähigkeit sind fertiggestellt und in Betrieb genommen worden, von denen nur das Großkraftwerk Klingenberg in Berlin-Rummelsburg hervorgehoben sei. Die Rationalisierung der deutschen Elektrizitätswirtschaft hat durch Zusammenfassung großer elektrowirtschaftlicher Unternehmungen, zum Teil unter Beteiligung der Staaten, weitere Fortschritte gemacht.

Die Tätigkeit innerhalb des Verbandes war in der Berichtzeit trotz Beschränkung auf die bisherigen Arbeitsgebiete eine wesentlich gesteigerte gegenüber früheren Jahren. Umfangreiche Arbeiten einzelner Kommissionen sind zum Abschluß gebracht worden und werden Ausschuß und Jahresversammlung zur Annahme vorgelegt werden, während andere Arbeiten kurz vor ihrem Abschluß stehen, aber infolge längerer Einspruchsfrist erst der nächstjährigen Jahresversammlung unterbreitet werden. Es soll, wie bereits früher betont, an dem allseits begrüßten Standpunkt innerhalb des VDE festgehalten werden, Änderungen an Verbandsbestimmungen allgemein nur nach einer fünfjährigen Laufzeit in Aussicht zu nehmen, eine Maßnahme, die allen Interessengruppen der deutschen Elektrotechnik gleichmäßig zum Vorteil gereicht und auf das bisher ungewöhnlich beschleunigte Tempo in den Verbandsarbeiten beruhigend einzuwirken geeignet ist. Allen an den Verbandsarbeiten Beteiligten sei an dieser Stelle für ihre erfolgreiche und opferwillige Mitarbeit der herzliche Dank des Verbandes ausgesprochen.

Im Oktober 1927 veranstaltete der VDE gelegentlich der Werkstoffschau des VdI als VDE-Sonderveranstaltung eine Isolierstoff-Tagung, die eine Reihe bedeutungsvoller Vorträge und Fachberichte aus dem Gebiete der Isolierstofftechnik brachte und sich eines unerwartet großen Zuspruches nicht nur aus den Kreisen der Elektrotechnik zu erfreuen hatte. Um das erforderliche Zusammenarbeiten aller VDE-Kommissionen enger zu gestalten und die notwendige Übereinstimmung bei der Wahl und Erläuterung technischer, speziell elektrotechnischer Fachausdrücke zu gewährleisten, ist innerhalb der Sachbearbeiterstellen des VDE die Möglichkeit geschaffen, alle Entwürfe von VDE-Arbeiten vor ihrer Veröffentlichung dahin zu überprüfen, ob die grundsätzlichen Forderungen hierfür erfüllt sind. Hierdurch wird auch die Anwendung gleicher Begriffserklärungen gesichert.



Wichtige Veränderungen, die der im Jahre 1908 zwischen dem VDE und Elektrotechnischen Verein (Berlin) mit dem Verlag Julius Springer abgeschlossene Vertrag mit Ende dieses Jahres bringt, waren die Veranlassung langwieriger und umfangreicher Verhandlungen zwischen VDE und dem Elektrotechnischen Verein (Berlin) einerseits und dem Verlag Springer andererseits über die ab 1. Januar 1929 vorzusehende Regelung der Regie, des Anzeigenwesens und des Kommissionsverlages der ETZ. Nicht minder langwierig gestalteten sich die Verhandlungen zwischen dem VDE und dem Elektrotechnischen Verein (Berlin) über die für den 31. Dezember d. J. erforderliche Auseinandersetzung bezüglich der Ansprüche auf die ETZ. Zur endgültigen Entscheidung über die vorzusehende Regelung soll in beiden Fällen nach vorläufigem Abschluß der vorbereitenden Verhandlungen die Zustimmung des Ausschusses eingeholt werden. Die Unterlagen zu vorgenannten Verhandlungen wurden von uns in ausführlichen Denkschriften als Beratungsmaterial zusammengestellt.

Schwierigkeiten bezüglich der Zugehörigkeit zum Verbande, die sich infolge der durch das Friedensdiktat vom Deutschen Reich abgetrennten Landesteile für diejenigen bisherigen Verbandsmitglieder ergaben, die aus wirtschaftlicher Notwendigkeit eine andere Staatsangehörigkeit angenommen, sollen dadurch beseitigt werden, daß eine dem Vorstandsbeschluß vom 23. April 1928 entsprechende Satzungsänderung der Jahresversammlung unterbreitet werden soll. Mit der besonderen Absicht, einem Vertreter der Deutschen Reichsbahn, die durch fortschreitende Elektrisierung unserem Fachgebiet immer größeres Interesse entgegenbringt, den Beitritt zum Verbandsvorstand zu ermöglichen, ist eine Erhöhung der satzungsgemäß bisher auf elf Vorstandsmitglieder beschränkten Zahl um einen weiteren Sitz erforderlich, wodurch gleichfalls eine Satzungsänderung bedingt wird. Schließlich verlangt die Festlegung der jeweiligen Amtsdauer der neugewählten Kommissions- und Ausschußmitglieder auf den Zeitraum von zwei Jahren eine weitere Änderung der einschlägigen Satzungsparagraphen.

Mit Ende des Jahres 1927 schied der bisherige verdienstvolle Vorsitzende des Vorstandes des VDE, Ministerialdirektor Geh. Oberpostrat Dr.-Ing. E. h. C r a e m e r, aus, an dessen Stelle Generaldirektor K r o n e auf die Dauer von zwei Jahren gewählt wurde.

Unsere vielfachen Bemühungen, ein den Zwecken und dem Ansehen des Verbandes mit seiner Prüfstelle entsprechendes Gebäude oder ein hierfür passendes Baugrundstück an den Hauptverkehrswegen des Stadtinnern zu erwerben, sind bisher leider ergebnislos gewesen, da die vielen angebotenen Grundstücke nicht den von uns gestellten Forderungen entsprachen. Sie werden aber fortgesetzt, da die bisher benutzten Wohnräume des VDE sich schon seit langem als unzureichend und unerträglich erwiesen.

Um weiteste Kreise rechtzeitig an das Inkrafttreten von VDE-Bestimmungen zu erinnern, erläßt der Verband seit Jahresfrist periodisch entsprechende Bekanntmachungen, die auf den Gültigkeitstermin der verschiedenen namentlich aufgeführten VDE-Bestimmungen hinweisen.

Die Vermittlung von Vorträgen an zum Verbande gehörende Elektrotechnische Vereine und Gesellschaften konnte auch in der Berichtzeit mit gutem Erfolg durchgeführt werden. Diese Einrichtung des Verbandes hat sich namentlich für die außerhalb der Elektrizitätsindustrie und Elektrizitätswirtschaft liegenden Elektrotechnischen Vereine bestens bewährt. Außer Vorträgen aus der Industrie sind wir in der Lage, auch Vorträge von Wissenschaftlern über zeitgemäße Themen zu vermitteln.

Den einzelnen Elektrotechnischen Vereinen haben wir laufend die Entwürfe von Verbandsarbeiten zugehen lassen, um ihnen die Mitarbeit auf den sie interessierenden Gebieten zu ermöglichen.

Soweit die Zusammensetzung der einzelnen VDE-Kommissionen dies als zweckmäßig erscheinen ließ, hielten wir außerhalb Berlins Sitzungen ab, die meist mit Veranstaltungen von örtlichen Elektrotechnischen Vereinen erfolgreich verbunden werden konnten. So fanden Sitzungen statt in Eisenach, Frankfurt, Goslar, Hamburg, München, Nürnberg u. a.

Über die Tätigkeit in den einzelnen zum Verbande gehörenden Vereinen und Gesellschaften kann wiederum mit Befriedigung berichtet werden, daß sie recht lebhaft war. Eine Reihe von Elektrotechnischen Vereinen hielt mehrtägige Fortbildungs- und Lehrkurse mit gutem Erfolge ab für Starkstrommonteure, Funkmonteure, Ingenieure und Techniker, in denen die Anwendung der VDE-Vorschriften bevorzugt behandelt wurde.

Die Tätigkeit der Kommissionen und Ausschüsse des Verbandes geben die nachfolgenden Kommissionsberichte wieder. Der Vorstand hielt vier Sitzungen ab, der Ausschuß eine Sitzung gelegentlich der letztjährigen Jahresversammlung. Der Technische Hauptausschuß wurde für die Entscheidung über vorgeschlagene Normen schriftlich befragt, soweit der Vorstand diese infolge Dringlichkeit nicht von sich aus verabschiedete. Die Kommissionen und Ausschüsse hielten 198 Sitzungen ab. Der Elektrotechnische Verein (Berlin) richtete im Januar 1928 Vortrags- und Diskussionsabende für jüngere Fachgenossen, ferner in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Charlottenburg solche über „Elektrothermie" (Untertitel: „Die elektrische Erzeugung hoher Temperaturen und ihre technische Verwendung") in acht Doppelstunden ein.

Am 28. November 1927 hielt der Elektrotechnische Verein (Berlin) gemeinsam mit der „Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens" eine Festsitzung im ehemaligen Herrenhaus in Berlin ab, in der auch mit Zustimmung des VDE die goldene Heinrich-Hertz-Medaille dem Geh. Hofrat Prof. Dr. Max W i e n für seine Forschungen über die Schwingungsvorgänge und für die Entdeckung des Löschfunkenprinzips verliehen wurde.

Zwischen der „Historischen Kommission der Elektrotechnik", an der auch der VDE beteiligt ist, und dem Elektrotechnischen Verein (Berlin) ist eine Verständigung dahingehend zustande gekommen, daß die Kommission die Geschichte der Elektrotechnik z u s a m m e n f a s s e n d bearbeitet, während der Elektrotechnische Verein (Berlin) die geschichtlichen E i n z e l d a r s t e l l u n g e n veröffentlicht und die Fachgenossen um Unterstützung bittet.

Der Ausschuß „Gebührenordnung für Architekten und Ingenieure", an dem der VDE mitarbeitet, hat eine neue Gebührenordnung der Ingenieure vom 1. Juli 1927 herausgegeben, die vom Verlage Julius Springer, Berlin W 9, Linkstraße 23/24, zu beziehen ist.

Am 29. Januar 1928 konnte der Elektrotechnische Verein des rheinisch-westfälischen Industriebezirks zu Dortmund auf ein 25-jähriges Bestehen zurückblicken. In einer Festschrift hat er über seine erfolgreiche Mitarbeit an der Entwicklung der Elektrotechnik in seinem Industriebezirk berichtet, während der derzeitige Verbandsvorsitzende, Herr Generaldirektor K r o n e, in der Festsitzung die verdienstvolle Tätigkeit des Jubelvereins an den VDE-Arbeiten hervorheben konnte.

Am 26. März konnte der als Wissenschaftler und Fachschriftsteller in der deutschen wie außerdeutschen Elektrotechnik von weitesten Kreisen verehrte Präsident a. D. Prof. Dr. K. S t r e c k e r in Heidelberg in bester Gesundheit seinen 70. Geburtstag begehen. Der Verband hat seines verdienstvollen Förderers in einem herzlichen Glückwunschschreiben gedacht.

Die in den einzelnen Elektrotechnischen Vereinen und Gesellschaften gehaltenen Vorträge behandelten folgende Fachgebiete:

Akkumulatoren 3,
Allgemeines 16,
Antriebe, el. — 2,
Bahnwesen, el. — 5,
Bildtelegraphie, drahtlose — 4,
Blindleistungserzeugung 9,
Elektrofilter 1,
Elektroglühöfen 2,
Elektrowärme 1,
Energie-(Wärme-)Speicherung 3,
Energiewirtschaft, -versorgung; Kraftwerke 12,
Erdung und Nullung 5,
Fernmessung, el. — 1,
Feuergefahr, -schutz, -meldeeinrichtungen 3,
Fliehkraftriemenscheibe (Anlaßkupplungen) 2,
Fließarbeit 1,
Förderwesen, Zug- und gleisloses — 3,
Freileitungsbau 2,
Funkverkehr 3,
Gleichrichter 6,
Hausgeräte, el. — 2,
Hoch- und Höchstspannungsleitungen und -netze 3,
Hohlseile 8,
Holzmaste für Freileitungsnetze 1,
Installationsmaterial und -apparate 5,
Isolatoren und Isolierstoffe 2,
Kabel, Hoch-, Höchstspannungs- und Fernmelde- 4,
Kohle- und Bronzebürsten; Kohlenhalter 3,
Kranausrüstungen, el. — 1,
Licht- und Beleuchtungstechnik 8,
Maschinen, el. — 11,



Messen und Ausstellungen 1,
Meßtechnik, el. — (Meßfunken) 6,
Nachrichtenwesen, el. — 5,
Netzschutz 1,
Ölschalter 11,
Optik 1,
Organisation 1,
Philosophie, techn. — 2,
Physik und Elektrophysik 10,
Porzellan, el. — 1,
Psychotechnik 1,
Radiogeräte und -technik 5,
Reiseberichte 3,
Schaltanlagen und -einrichtungen 14,
Schaltapparate 4,
Schutzapparate und -vorrichtungen 5,
Schweißen, el. — 2,
Selbstanschluß-Fernsprechbetrieb 2,
Spannungsregulierung in Maschinen und Netzen 3,
Tarifwesen 1,
Transformatoren 4,
Turbinen (Bau und Betrieb) 3,
Überstrom, -spannung und deren Schutz 4,
Unfälle und Unfallverhütung (Berührungsschutz) 8,
Verbrennungsmotoren 1,
Wanderwellen 2,
Wärmeschutz für Leitungen, Masch. u. Transf. 4,
Wasserkraftzentralen 4,
Weltwirtschaft 3.
Werbedienst 1.

Nachdem bereits von dem Reichspostministerium und der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft in Zusammenarbeit mit dem VDE Vorschriften für die Kreuzung von Anlagen dieser Behörden durch fremde Starkstromleitungen herausgegeben sind, ist im März 1928 gleichfalls eine Veröffentlichung der seit mehreren Jahren unter Mitwirkung des VDE durchberatenen „Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen W.K.V./1927" in der ETZ 1927, Heft 13, S. 515, erfolgt.

Die Zusammenarbeit mit den an der Landwirtschaft beteiligten Kreisen in den hierfür gebildeten Arbeitsgemeinschaften hat sich erfreulich entwickelt und zu praktischen Erfolgen geführt.

Die Gründung des auf unsere Anregung hin an der Technischen Hochschule Hannover eingerichteten Forschungsinstitutes für Elektrowärmetechnik ist im Jahre 1925 erfolgt, so daß die Durchführung der zunächst vorgesehenen Arbeiten dieses Institutes sichergestellt ist. An der Gründung haben sich beteiligt:

das Preuß. Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung,
die Technische Hochschule Hannover,
der Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie,
der Verband Deutscher Elektrotechniker,
die Vereinigung der Elektrizitätswerke,
die Hannoversche Hochschulgemeinschaft,
die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft.

Die im Jahre 1924 gegründete Weltkraftkonferenz, an deren Arbeiten Deutschland von Anfang an völlig gleichberechtigt teilnimmt, und an der 46 Länder beteiligt sind, wird seine zweite Weltkraftkonferenz 1930 in Berlin abhalten. Der Vorsitzende des deutschen nationalen Komitees ist Herr Generaldirektor Dr. Köttgen. — Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC), deren Deutsches Kommittee (DK) von Prof. Dr. Strecker geleitet wird, hielt im September 1927 in Bellagio wichtige Beratungen ab, an denen eine große Zahl von VDE-Mitgliedern teilnahm und wertvolle ausländische Beziehungen erneuerte bzw. anknüpfte. Der Bericht über diese Tagung ist in der ETZ 1928, S. 161, erschienen. In der Berichtzeit machte eine größere Zahl von VDE-Mitgliedern für eine Reise nach den USA Gebrauch von der Einrichtung der Gastausweise für das American Institut of Electrical Engineers zwecks Erlangung von Erleichterungen zur Besichtigung technischer Anlagen.

Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF), an dessen Arbeiten der VDE sich durch besondere Vertreter beteiligt, hat in einer Reihe von Sitzungen die Arbeiten „Maße und Gewicht", „Richtleistung", „Schreibweise physikalischer Gleichungen" u. a. behandelt und entsprechende Entwürfe in der ETZ veröffentlicht.

Die Zusammenarbeit mit den befreundeten Fachverbänden war, wie in den Vorjahren, umfang- und erfolgreich. An den Arbeiten des Deutschen Verbandes, der heute alle deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereine umfaßt, hat der VDE, wie in den früheren Jahren, mit Erfolg teilgenommen. Seine Arbeiten bezogen sich auf die Weltkraftkonferenz, über die bereits berichtet ist, die Illustrierten Technischen Wörterbücher (Schlomann), deren Band Elektrotechnik (Starkstromtechnik) demnächst erscheint, den Deutschen Ausschuß für das Schiedsgerichtswesen, auf dessen Schiedsgerichtsordnung hier besonders hingewiesen wird, den Ausschuß für Technisches Schrifttum, der sich hauptsächlich mit organisatorischen Aufgaben befaßt, die Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittelzentrale (TWL), die in der Zeit vom 1. Oktober 1926 bis 30. September 1927 eine starke Hebung des Absatzes von Lehrmitteln feststellen konnte. Käuflich gab dieselbe ab rd. 32 000 Diapositive gegenüber 19 000 im Vorjahr. Ihre allseits bekannten Bestrebungen zur Verbesserung des Vortragsdienstes verdienen vollste Unterstützung.

Mit dem Normenausschuß der Deutschen Industrie (NDI) wurde weiter erfolgreich zusammengearbeitet. Erschienen sind bis heute 204 endgültige DIN VDE-Normblätter, davon in der Berichtzeit 14, während 16 neue DIN VDE-Normblattentwürfe veröffentlicht und etwa 40 vorbereitet werden konnten.

Im Januar 1928 ist die fünfzehnte Auflage des Vorschriftenbuches des Verbandes nach dem Stande der Vorschriften vom 1. Januar 1928 erschienen.

An Werbeschriften wurde das Merkblatt „Für die Hausfrau" in rd. 700 000 Exemplaren verbreitet, während die Zahl der vom Verbande herausgegebenen Sonderdrucke seit der letzten Jahresversammlung 150 146 betrug.

Die ETZ hatte die gleiche günstige Entwicklung wie im Vorjahr. Sonderhefte erschienen aus Anlaß der Jahresversammlung, der Isolierstofftagung und der Leipziger Frühjahrsmesse. Das Sonderheft des VDE über die Fachberichte Kiel konnte im Januar 1928 herausgegeben werden. Es hat leider nicht die wünschenswerte Abnahme gefunden, was mit Rücksicht auf den wertvollen Inhalt der Fachberichte zu bedauern ist. Das von Prof. Dr. Strecker herausgegebene Jahrbuch der Elektrotechnik erscheint letztmalig unter diesem Titel für 1927. Ab Anfang 1928 sind die bisherigen Literaturangaben und Berichte der vom VdI herausgegebenen Technischen Zeitschriftenschau unter der Leitung von Prof. Dr. Strecker als besonderer Abschnitt „Elektrotechnik" angegliedert worden, nachdem für die Ausgestaltung dieser Veröffentlichung die Wünsche von Wissenschaft und Industrie Berücksichtigung gefunden haben. Weitgehendste Unterstützung der im Verlage des VdI erscheinenden Technischen Zeitschriftenschau ist dringend zu wünschen.

Die Prüfstelle des VDE hat sich weiter günstig entwickelt; es stieg namentlich die Zahl der Anträge auf Prüfung von Koch- und Heizgeräten sowie von Handgeräten. Neu aufgenommen in das Arbeitsgebiet wurde die Prüfung von Geräten, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte dienen (Netzanschlußgeräte), sowie die Zuweisung von Kennfäden für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen. Die Zahl der vom 1. April 1927 bis Ende April 1928 durchgeführten Zeichenprüfungen belief sich auf 2137, wovon 968 Untersuchungen zur Erteilung der Prüfzeichengenehmigung für die Erzeugnisse führten.

Die Durchführung der Marktkontrolle der mit dem VDE-Zeichen versehenen Erzeugnisse wurde neu organisiert und dazu einige Kräfte neu eingestellt. Die Prüflinge wurden zum größten Teil von einem besonders zur Durchführung der Kontrolle der Fabriken eingestellten Ingenieur entnommen, der ohne vorherige Anmeldung diejenigen Fabriken, die Zeichengenehmigungen besitzen, aufsuchte, die Fabrikation besichtigte, dabei die zur Überprüfung erforderlichen Erzeugnisse der Fabrikation bzw. dem Lager entnahm, plombierte und der Prüfstelle zur Prüfung einsandte. Diese Besuche führten schon zu einer erheblichen Besserung der Fabrikation, weil durch die persönliche, mit den Fabrikanten geführte Rücksprache Aufklärung und Belehrung der Fabrikanten erfolgen konnte. Außerdem wurden aber auch wie früher Prüflinge durch die Mitwirkung der interessierten Verbände und Vereinigungen, hauptsächlich der Elektro-Großhändler-Vereinigung, beschafft.

Das Ergebnis der Marktkontrollprüfungen führte bei einer großen Zahl von Prüfungen zu Beanstandungen und in einigen Wiederholungsfällen auch zur Verhängung von Geldstrafen.

Die stetige Entwicklung der Prüfstelle bedingte eine Vergrößerung der Geschäftsräume. Nachdem diese im Hause Kurfürstenstraße 15/16 gefunden waren, erfolgte

der Umzug der Prüfstelle am 1. Oktober 1927. Es stehen hier ausgedehnte Räume zur Verfügung, die voraussichtlich für längere Zeit ausreichen werden. Hierdurch wurde auch die Möglichkeit geschaffen, die eigenen Prüfeinrichtungen zu erweitern, so daß nunmehr die größte Zahl der durchzuführenden Prüfungen in den eigenen Prüfräumen vorgenommen werden kann.

Das neue VDE-Zeichen, das auch im Ausland geschützt ist und aus einem gleichschenkeligen Dreieck besteht, das wie das bisherige Zeichen die Buchstaben VDE umschließt, während an der Grundseite des Dreiecks noch ein Rechteck angesetzt ist, sollte ursprünglich in diesem Rechteck auch noch eine besondere dreistellige Nummer aufweisen, die jeder Firma, der eine Genehmigung zur Benutzung des neuen Zeichens erteilt wurde, gewissermaßen als besonderes Ursprungzeichen zugewiesen werden sollte. Von der Ausführung dieser Absicht wurde aber Abstand genommen, hauptsächlich mit Rücksicht darauf, daß in dem Zeichen, das oftmals nur in sehr kleinen Abmessungen an den Erzeugnissen angebracht werden kann, die Ziffern doch nur schwer oder gar nicht erkennbar sein würden.

Diese Änderung des Zeichens bedingte auch einige kleine Änderungen der Satzung der Prüfstelle, die vom Beirat der Prüfstelle beschlossen und vom Vorstand des VDE genehmigt worden sind. Die Einführung des neuen Zeichens ist mittlerweile erfolgt, doch haben die den Fabrikanten auf Grund der früheren Prüfungsbedingungen erteilten Genehmigungen zur Benutzung des bisherigen VDE-Zeichens noch bis zum 30. Juni 1930 Geltung, sofern diese Gültigkeit nicht aus anderen Gründen sowieso vorher erlischt. Es dürfen Erzeugnisse mit dem bisherigen VDE-Zeichen sogar noch bis zum 30. Juni 1932 in den Handel gebracht und verwendet werden. Bis zu diesem Zeitpunkt sind also Waren mit beiden VDE-Zeichen als verbandsmäßig anzusehen und Erzeugnisse mit dem bisherigen VDE-Zeichen nicht zu beanstanden.

Die Prüfstelle hat wieder eine neue Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung des VDE-Zeichens sowie der zugewiesenen Firmenkennfäden für isolierte Leitungen nach dem Stande vom 1. Januar 1928 sowie einen Nachtrag nach dem Stande vom 1. April 1928 herausgegeben.

Der Messeausschuß des VDE hat auch in der Berichtzeit ganz besonders auf der Leipziger Frühjahrsmesse, wo im Hause der Elektrotechnik wiederum eine Auskunftstelle des VDE und der Prüfstelle eingerichtet war, seine bisherige erfolgreiche Tätigkeit durch Besichtigung und Prüfung der Ausstellungstände und Beratung der Aussteller ausgeübt.

Im nachstehenden bringen wir eine Zusammenstellung über die Tätigkeit der einzelnen VDE-Kommissionen nebst einer Aufstellung der Arbeiten, über die auf der Jahresversammlung Beschluß zu fassen ist. Diese Aufstellung gelangt, wie üblich, in der der Jahresversammlung vorangehenden Ausschußsitzung und in der Jahresversammlung zur Auslage.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Die in den letzten Tätigkeitsberichten angekündigte Neufassung der ab 1. Juli 1924 geltenden „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln" wurde auf Beschluß einer vom 30. Januar bis 1. Februar 1928 in Hamburg abgehaltenen Sitzung der Gesamtkommission vertagt, da auf vielseitigen Wunsch künftig eine Unterteilung der Vorschriften in solche für Hoch- und solche für Niederspannungsanlagen erfolgen soll. Die Fassung dieser in die drei Abschnitte

1. Allgemeiner Teil,
2. Niederspannungsvorschriften,
3. Hochspannungsvorschriften

zu zerlegenden Vorschriften soll der Jahresversammlung 1929 zur Beschlußfassung vorgelegt werden.

Da jedoch verschiedene, in den Vorschriften vom 1. Juli 1924 enthaltene Bestimmungen in Anbetracht der Weiterentwicklung der Elektrotechnik nicht mehr zeitgemäß sind, wird die Kommission der Jahresversammlung 1928 einige vordringliche Abänderungen mit dem Antrage unterbreiten, daß diese Abänderungen, die in der ETZ 1927, S. 784, 821 und 1311 sowie ETZ 1928, S. 700 veröffentlicht sind, ab 1. Juli 1928 als vorläufige Richtlinien bis zur Inkraftsetzung der obenerwähnten Neufassung beachtet werden sollen.

Wie in dem vorhergehenden Geschäftsjahr sind auch in dem Berichtsjahr die aus dem Arbeitsgebiet der Kommission eingehenden Anfragen, die sich zum Teil auch auf den „Überwachungsausschuß für elektrische Starkstromanlagen" erstrecken, durch den Arbeitsausschuß in innerhalb bestimmter Zeitabschnitte regelmäßig abgehaltenen Sitzungen erledigt worden. Die Niederschriften dieser Sitzungen sind auch im laufenden Jahr den Geschäftstellen der Vereine regelmäßig übersandt worden.

Überwachungsausschuß für elektrische Starkstromanlagen.

Der Überwachungsausschuß selbst hat in dem Berichtsjahr keine Sitzungen abgehalten, da — wie bereits bei dem Tätigkeitsbericht über die „Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften" erwähnt wurde — seine Geschäfte durch den Arbeitsausschuß der ebengenannten Kommission miterledigt wurden.

Die in dem vorjährigen Tätigkeitsbericht bereits erwähnte „Zentralarbeitsgemeinschaft zur Verbesserung der elektrischen Installationsanlagen in landwirtschaftlichen Betrieben und ländlichen Anwesen", die unter Führung der Preußischen Hauptlandwirtschaftskammer gebildet ist und jetzt in nahezu allen Landwirtschaftskammerbezirken Bezirksarbeitsgemeinschaften gegründet hat, hat ihre Überwachungstätigkeit für elektrische Starkstromanlagen auf dem Lande mit gutem Erfolg begonnen und in verschiedenen Bezirken bereits beachtliche Ergebnisse erzielt.

Kommission für Hochspannungserdung.

Die Kommission hat im verflossenen Jahre einlaufende Anfragen beantwortet. Der derzeitige Schwerpunkt der Tätigkeit liegt in der Unterkommission für Niederspannungserdung, deren seit längerer Zeit schwebende Arbeiten für einen Neuentwurf der Niederspannungsleitsätze nunmehr soweit gediehen sind, daß mit der Veröffentlichung eines Entwurfes der „Leitsätze über Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen" in nächster Zeit gerechnet werden kann. Da die Erdungsfrage zur Zeit eine der brennenden Tagesfragen ist und es zweckdienlich erscheint, vor definitiver Beschlußfassung über den Entwurf den weitesten Kreisen die Möglichkeit zu geben, sich hierzu zu äußern, so soll beschlußgemäß die übliche Einspruchsfrist reichlich bemessen und die Beschlußfassung erst durch die Jahresversammlung 1929 herbeigeführt werden.

Kommission für Überspannungschutz.

Die Kommission ist in der Berichtzeit zu einer Sitzung nicht zusammengetreten, doch sind kurze sachliche Änderungen der „Leitsätze für den Schutz gegen Überspannungen" beabsichtigt, die voraussichtlich der Jahresversammlung 1929 in Vorlage zu bringen sind.

Ausschuß für Normalspannungen.

Der Ausschuß für Normalspannungen hat in einer Sitzung zu verschiedenen Vorschlägen der „Internationalen Elektrotechnischen Kommission" Stellung genommen. Eine Änderung der „Normen für Betriebspannungen elektrischer Starkstromanlagen" ist jedoch, mit Ausnahme einiger redaktioneller Verbesserungen, nicht in Aussicht genommen.

Zur Klärung verschiedener Fragen ist ein Unterausschuß gebildet worden.

Der Ausschuß wird sich mit einer Neubearbeitung der Spannungsnormen unter 100 V in nächster Zeit befassen.

Kommission für Isolierstoffe.

Die Kommission arbeitet zur Zeit in ihren zahlreichen Unterkommissionen und Arbeitsgruppen an der Aufstellung von Leitsätzen für die verschiedensten Isolierstoffe, von denen der diesjährigen Jahresversammlung „Leitsätze für die Prüfung keramischer Isolierteile" und „Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern" vorgelegt werden sollen.

Außerdem unterliegen zur Zeit die in erster Linie auf gepreßte gummifreie Isolierstoffe zugeschnittenen „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe" einer Neubearbeitung.

Kommission für Isolieröle.

Die Kommission, die ursprünglich eine Unterkommission der Kommission für Isolierstoffe war, jedoch mit Rücksicht auf die zum Teil anders gelagerten Interessen nunmehr selbständig arbeitet, hat in der Berichtzeit keine Sitzung abgehalten, da der vorgelegene Arbeitsstoff durch die im letzten Jahre in Kraft gesetzten „Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle" erledigt ist und zur Zeit gegenüber den IEC-Verhandlungen eine abwartende Stellung eingenommen wird.

Es sei bemerkt, daß die Kommission an den Arbeiten des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Ausschuß 9, beteiligt ist, der sich in der letzten Zeit mit der Neubearbeitung der „Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln" befaßt hat.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Die Kommission hat einen Neuentwurf für „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929" und „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929" aufgestellt, der als kostenfreier Sonderdruck veröffentlicht ist und der diesjährigen Jahresversammlung zur Annahme vorgelegt wird. Im Zusammenhang damit steht eine Neubearbeitung für „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und sonstigen Maschinen und Transformatoren auf Triebfahrzeugen R.E.B./1929", die unter Beteiligung von Mitgliedern der Kommission für Bahnwesen gleichfalls durch das zur Bearbeitung der genannten Entwürfe eingesetzte Redaktionskomitee vorgenommen wurde.

Neben der Bearbeitung und Erledigung laufender Anfragen befaßte sich die Kommission hauptsächlich mit den IEC-Beratungen, die im einzelnen weitestgehend behandelt wurden.

Die der Kommission angegliederte Unterkommission für Klemmenbezeichnungen hat einen Entwurf für „Regeln für die Bezeichnung von Klemmen bei Maschinen, Transformatoren, Anlassern und Reglern" ausgearbeitet, der demnächst zur Veröffentlichung gelangt. Eine Inkraftsetzung durch die diesjährige Jahresversammlung ist nicht beabsichtigt, da zuvor noch das Ergebnis der diesbezüglichen IEC-Verhandlungen, an denen lebhaftes Interesse genommen wird, abgewartet werden soll.

Die Unterkommission für Anschlußbedingungen arbeitet zur Zeit an einer Änderung der „Normalbedingungen für den Anschluß von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke", jedoch schreiten die im Gange befindlichen Arbeiten nur langsam vorwärts infolge einer teilweise weniger oder mehr abwartenden Stellungnahme verschiedener Interessenten, die eine definitive Beschlußfassung von dem Ausgang weiterer in Aussicht gestellten Versuche abhängig machen.

Der Kommission wurde vor kurzem ein Ausschuß zur Aufstellung von „Vorschriften für den Bau und die Prüfung von Ladegleichrichtern" angegliedert, der indes in der Berichtzeit seine Tätigkeit noch nicht aufnehmen konnte.

In engem Zusammenhang mit den Arbeiten der Kommission für Maschinen und Transformatoren stehen die durch das Komitee für mechanisch-technische Fragen beim Zentralverband behandelten Normungsarbeiten, an denen die Kommission sich gleichfalls beteiligt.

Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen.

Der Ausschuß hat die im letzten Jahre aufgestellten „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K./1929" in der ETZ 1928, S. 305, veröffentlicht. Die hierzu eingelaufenen Einsprüche wurden fristgemäß zur Erledigung gebracht, so daß die Arbeit der Jahresversammlung zur Genehmigung vorgelegt werden kann.

Kommission für Bahnwesen.

Die Kommission hat im Hinblick auf die der Jahresversammlung 1928 durch die „Kommission für Maschinen und Transformatoren" vorzulegenden Neufassungen der R.E.M. und der R.E.T. eine Neubearbeitung der R.E.B./1925 in Angriff genommen, deren Entwurf in der ETZ für den kostenfreien Bezug durch die Interessenten angekündigt werden wird. Die Kommission wird die Jahresversammlung bitten, den Vorstand zu ermächtigen, diese Neufassung der R.E.B. nach Abschluß der bestimmungsgemäßen Behandlung in Kraft zu setzen.

Die bei dem Zentralverband im Namen der Kommission für Bahnwesen gebildete Normengruppe „Elektrische Bahnen" hat ihre in dem vorjährigen Tätigkeitsbericht bereits behandelten Arbeiten stark gefördert, so daß die ersten Normblätter DIN VDE 3140 „Elektrische Bahnen. Fahrdrähte. Technische Lieferbedingungen" und DIN VDE 3141 „Elektrische Bahnen. Fahrdrähte. Abmessungen" bereits endgültig herausgegeben werden konnten. Die Normengruppe hat sich zunächst bei ihren weiteren Arbeiten mit der endgültigen Aufstellung der durch den Fachnormenausschuß für Bergbau (Faberg) des Deutschen Normenausschusses geleisteten Vorarbeiten beschäftigt. Die Anzahl der endgültigen Normblätter aus dem Gebiete des Bahnwesens wird in absehbarer Zeit eine wesentliche Erhöhung erfahren.

Kommission für Anlasser und Steuergeräte.

Die Kommission hat nach Annahme der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R.E.A./1928" durch die letzte Jahresversammlung Sitzungen nicht mehr abgehalten mit Ausnahme einer kurzen Besprechung, die durch eine durch die diesbezüglichen Arbeiten der Unterkommission für Anschlußbedingungen veranlaßte Änderung der Anmerkung zu § 19 (Messung des Anlaufstromes) der R.E.A./1928 bedingt war.

Kommission für aussetzende Betriebe.

Die Kommission hat vor kurzem ein Merkblatt über die Wahl von Elektromotoren sowie über die Wahl von Steuer-, Widerstandsgeräten und Bremslüftern bei aussetzendem Betrieb fertiggestellt, das als Ergänzung zu den durch die Jahresversammlung 1925 bzw. 1926 angenommenen R.A.B./1927 gedacht ist.

Außerdem ist noch ein weiteres Merkblatt in Aussicht genommen, das die Installation behandeln soll.

Die Frage, in welcher Form die vorliegenden Merkblätter herauszugeben sind, ebenso wie die Frage ihrer Veröffentlichung und Inkraftsetzung, wurde bislang noch zurückgestellt, da die Arbeiten selbst sowohl nach Art wie nach Inhalt sich nur schlecht zur Herausgabe in Form der üblichen „Merkblätter" eignen. Im sonstigen wurden lediglich einlaufende Anfragen, soweit nötig, durch die Kommission behandelt.

Es wird erwähnt, daß die Arbeiten des Ausschusses für Lasthebemagnete eingestellt werden mußten, da seitens eines Teiles der an diesen Fragen beteiligten Kreise kein Interesse an diesbezüglichen Verbandsarbeiten bestand.

Die Kommission ist schließlich noch an den Arbeiten des Prüfungsausschusses des Deutschen Aufzugsausschusses beteiligt.

Kommission für Elektrowerkzeuge.

Die Kommission hat seit der letzten Jahresversammlung eine Sitzung abgehalten, in der in der Hauptsache eine Aussprache über wiederholte Zuwiderhandlungen gegen die vom VDE für Elektrowerkzeuge aufgestellten Regeln stattfand. Für die weiteren Arbeiten sind in Aussicht genommen:

Werkzeuge mit biegsamen Wellen,
Tisch- und Säulenbohrmaschinen und eventuell auch
Werkzeuge, die als Handapparate Verwendung finden, wie z. B. Handsägen und Schneiderscheren.

Ausschuß für Handgeräte.

Der Ausschuß für Handgeräte stellt bei der Jahresversammlung 1928 den Antrag, die „Leitsätze für die Konstruktion und Prüfung elektrischer Starkstrom-Handapparate in Niederspannungsanlagen", gültig ab 1. Juli 1914, veröffentlicht ETZ 1914, S. 71 und 478, außer Kraft zu setzen, da für die einzelnen Gattungen von Handgeräten inzwischen besondere Vorschriften aufgestellt worden sind.

Änderungen sollen ferner vorgenommen werden in den „Vorschriften für Christbaumbeleuchtungen". Der Entwurf ist in der ETZ 1928, S. 664, bekanntgegeben. Die Änderungen werden der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt.

Ein Unterausschuß ist beauftragt worden, die verschiedenen vom Ausschuß aufgestellten Vorschriften für Handgeräte einer Durchsicht zu unterziehen, da verschiedene Anträge auf Änderungen vorliegen.

Die weiteren Arbeiten des Ausschusses werden sich erstrecken auf Bestimmungen für Bohnermaschinen und Waschmaschinen, sowie Handgeräte, die für Dauerbetrieb bestimmt sind; ferner sollen die bereits bestehenden Prüfbestimmungen durch Festlegung von Prüfapparaten ergänzt werden.

Kommission für Koch- und Heizgeräte.

Die Kommission hat seit der letzten Jahresversammlung eine Sitzung abgehalten.

Ein Arbeitsausschuß ist beauftragt worden, die „Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen" einer Durchsicht zu unterziehen, da verschiedene Anträge auf Änderungen vorliegen. Die Kommission selbst hat zu verschiedenen wichtigen Fragen, insbesondere Wirkungsgradbestimmungen und Zuleitungen für Koch- und Heizgeräte, Stellung genommen. Die Weiterbehandlung ist jedoch ebenfalls der Arbeitsgruppe überwiesen worden. Voraussichtlich wird der Jahresversammlung 1929 eine neue Fassung der „Vorschriften für elektrische Heizgeräte und elektrische Heizeinrichtungen" vorgelegt werden können.

Kommission für Meßinstrumente.

Sowohl die Kommission wie ihre Unterkommission für Meßwandler haben seit dem vergangenen Jahre eine Sitzung nicht abgehalten. Die für die Vorlage zur letzten



Jahresversammlung beabsichtigten Änderungen der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Meßwandlern", die in letzter Minute infolge ergangener Einsprüche zurückgezogen werden mußten, wurden nicht weiter verfolgt, da anscheinend zur Zeit eine Einigung nicht möglich ist, und daher die Entscheidung für später zurückgestellt werden muß.

Die Kommission hat ein vom Deutschen Normenausschuß aufgestelltes Normblatt DIN 1507 „Ablaufende Streifen für schreibende Meßgeräte. Richtlinien für Neukonstruktionen" in ETZ 1928, S. 556, bekanntgegeben.

Kommission für Zähler.

Die Kommission arbeitet zur Zeit an einigen kleineren redaktionellen und sachlichen Änderungen der „Regeln für Elektrizitätzähler R.E.Z./1927", die sich als wünschenswert herausgestellt haben.

Das durch die Inkraftsetzung der R.E.T. gesperrte Normblatt DIN VDE 5800 wird durch eine unlängst beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie eingesetzte Normengruppe für Zähler umgearbeitet. Auf Antrag der Kommission soll ähnlich dem Normblatt DIN VDE 3 „Abstufung von Stromstärken bei Apparaten" ein Normblatt für Stromstufen von Elektrizitätzählern, ein Normblatt der Schaltungsbilder, ein Normblatt über Zählerschilder und ein Normblatt über Zähleraufhängung und Zählertafeln herausgebracht werden. Ferner ist beabsichtigt, Vorarbeiten zur Normalisierung der Zählwerke und der Typisierung der Zähler zu leisten, deren endgültiger Abschluß sich allerdings noch auf längere Zeit hinausziehen dürfte.

Die Kommission hat weiterhin einen Unterausschuß eingesetzt, der sich in erster Linie mit den durch die IEC-Verhandlungen aufgeworfenen Fragen, deren Bearbeitung in den Händen des Vorsitzenden liegt, befaßt.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat seit dem vorjährigen Tätigkeitsbericht an den ab 1. Oktober 1923 geltenden „Vorschriften für Starkstrom-Freileitungen" verschiedene Erweiterungen vorgenommen, die zum Teil durch die Jahresversammlung 1927, zum Teil auf Grund einer von dieser Jahresversammlung erteilten Vollmacht durch den Vorstand in Kraft gesetzt sind. Hierbei handelt es sich um die Neufassung des Abschnittes III A „Erhöhte Sicherheit", um die Erweiterung des Abschnittes II A und D „Gestänge" durch die in Zusammenarbeit mit den maßgebenden Behörden geschaffenen „Einheitliche Bestimmungen für die Berechnung der Maste bei Bahn-, Post- und Wasserstraßenkreuzungen mit fremden Starkstromanlagen" und um die Festlegung von Mindestabständen der Freileitungen von Gebäuden in Abschnitt E.

Die in dem vorjährigen Tätigkeitsbericht erwähnte Neugliederung der Vorschriften, bei der auch vor allen Dingen eine Paragrapheneinteilung beabsichtigt ist, wurde soweit gefördert, daß demnächst in der ETZ der Entwurf dieser Neufassung für den kostenfreien Bezug durch Interessenten angekündigt werden kann. Bei diesem Stande der Arbeiten ist damit zu rechnen, daß die Neufassung der Vorschriften der Jahresversammlung 1929 zur Inkraftsetzung mit dem 1. Juli 1929 vorgelegt werden kann.

Die in Verbindung mit dem Reichsverkehrsministerium geschaffenen „Vorschriften für die Kreuzung von Reichswasserstraßen durch fremde Starkstromanlagen" wurden inzwischen endgültig abgeschlossen; ihre Veröffentlichung ist in ETZ 1928, S. 515 erfolgt.

Kommission für Drähte und Kabel.

Die Kommission hat einen Entwurf zu Änderungen der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen" in der ETZ 1928, S. 268 und S. 769 veröffentlicht, der der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt wird.

Gemeinsam mit der „Deutschen Gesellschaft für Metallkunde" ist die Aufstellung von Aluminiumnormen in Angriff genommen. Ein Entwurf der Normen konnte in der ETZ 1928, S. 116, bekanntgegeben werden.

Die Jahresversammlung 1927 hatte den Vorstand ermächtigt, die von der Kommission herausgegebenen „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K./1928" nach ordnungsmäßiger Erledigung durch die Kommission als endgültige Verbandsarbeit zu verabschieden. Die „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen" sind in der ETZ 1927, S. 1895, veröffentlicht und sind am 1. I. 1928 in Kraft getreten.

Die Kommission hat zwei Sitzungen seit der letzten Jahresversammlung abgehalten. *(Schluß folgt)*

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnischer Verein Breslau. — 22. V. 1928, abends 8 h, gr. Hörsaal des Eelektrot. Inst. d. T. H. Vortrag Dipl.-Ing. Dr. A. Hamm „Das Öl in der Elektrotechnik".

Lichttechn. Gesellschaft, Karlsruhe. — 22. V. 1928, abends 8½ h, gr. Hörsaal d. Chem.-Techn. Inst. d. T. H.: Vortrag C. F. O. Müller, „Theorie und Praxis der P. H.-Lampe".

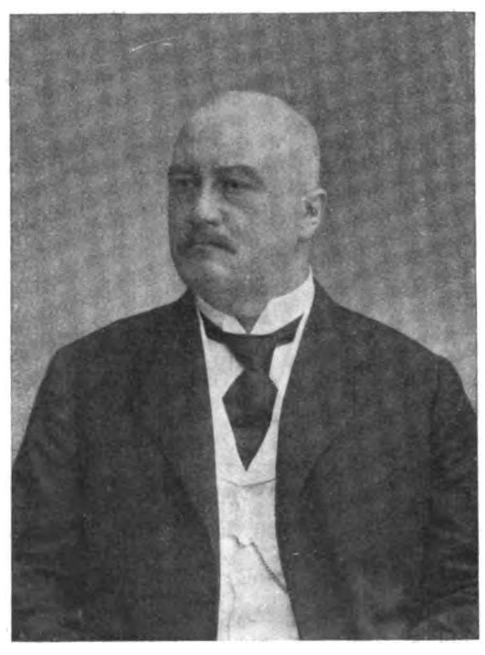
PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Wichmann †. Am 9. IV. d. J. starb in Oldenburg an Grippe mit Lungenentzündung Herr Baurat Oskar Wichmann. Er wurde 1869 in Hamburg geboren und studierte an der T. H. in Hannover, wo er nach der 1893 abgelegten Diplomprüfung noch zwei Jahre lang als Assistent tätig war. Im Jahre 1897 ging er dann als Betriebsingenieur an die städtischen Gas- und Wasserwerke Altona, von wo ihn 1901 die Stadt Oldenburg zum Leiter ihres aus Privatbesitz übernommenen Gas- und Wasserwerks berief. Im Jahre 1912 übernahm die Stadt weiter aus Privatbesitz das Elektrizitätswerk und übertrug auch die Leitung dieses Unternehmens dem Verstorbenen. Wichmann hat es verstanden, die technischen Neuerungen für die von ihm verwalteten Werke nutzbar zu machen. Er hat schon verhältnismäßig früh Kammeröfen gebaut und noch in der letzten Zeit den Bau einer Anlage für restlose Vergasung projektiert und in die Wege geleitet. Die Vollendung der Anlage hat er nicht mehr erleben können. Außerdem haben ihn die Vorarbeiten für die Errichtung eines neuen Wasserwerks besonders in den letzten Monaten seines Lebens stark beschäftigt. Der Verstorbene war u. a. auch Geschäftsführer des Wiesmoor-Stromabnehmerverbandes.

Mit den städtischen Werken ist sein Name für immer verknüpft.

E. Geist †. Im April d. J. starb zu Trier Herr Ernst Geist. Er stammte aus Frankfurt a. M. und studierte Elektrotechnik in Darmstadt. Nach Absolvierung seiner Studien betätigte er sich mehrere Jahre als Betriebsleiter bei der früheren Helios Elektrizitäts-Aktiengesellschaft. Im Jahre 1890 gründete er die offene Handelsgesellschaft Ernst Heinrich Geist Fabrik elektrischer Maschinen Köln-Zollstock, die im Jahre 1900 in eine Elektrizitäts-Aktiengesellschaft unter gleichem Namen umgewandelt wurde, und aus der im Jahre 1910 die heute noch bestehende Elek-



E. Geist †.

trizitäts-Gesellschaft „Colonia" m. b. H. hervorging. Mit Herrn Ernst Geist ist ein Pionier der Elektrotechnik, ein Ingenieur von umfassendem Wissen und hohen Idealen dahingegangen, ein Mensch von vornehmem Charakter und kerndeutscher Gesinnung. Ihn hat das Schicksal oft hart angefaßt, es hat nicht vermocht, ihn zu beugen. Bekannt ist noch seine damalige Streitschrift „Der Gott, der Eisen wachsen ließ" gegen den unfreien Wettbewerb. Im Weltkriege diente er seinem Vaterlande anfangs als staatlicher Kommissar für das Kraftfahrwesen, später als Major der Verkehrstruppe.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Das Maß der Abweichung einer Wellenform von der Sinuswelle.

In der Besprechung der Vorschläge für einen Deformationskoeffizienten (ETZ 1928, S. 501) kommt Herr HAMMERER schließlich zu dem Ergebnis, daß es mit keinem der derzeitigen Vorschläge möglich wäre, den Belangen der Starkstromtechnik und der Fernmeldetechnik Rechnung zu tragen. Ich möchte behaupten, daß es nicht möglich ist, einen Koeffizienten zu definieren, der auch nur den Bedürfnissen der Starkstromtechnik gerecht wird, wenn man die Frage als eine geometrische betrachtet, wie es bisher geschehen ist. Daher habe ich keinen Koeffizienten, sondern ein Abweichungsmaß vorgeschlagen.

Auf S. 500 habe ich an den älteren Beispielen gezeigt, zu welch sonderbaren Ergebnissen die Vorschläge von LEGROS und der R.E.M. führen, wenn man sie daraufhin prüft, wie sie den Einfluß einer Wellenform auf die Beanspruchung einer Isolation und auf den Hystereseverlust kennzeichnen. Herr HAMMERER meint, der Einfluß auf die Isolation scheide aus, weil wohl keine Isolation so schwach bemessen sei, daß eine Kurvendeformation von 5 % oder 10 % von Bedeutung wäre. Ja, wozu bedarf es dann überhaupt eines Abweichungsmaßes? Denn von dem Hystereseverlust könnte man das noch mit mehr Berechtigung sagen, weil infolge des Zusammenhanges zwischen Kraftlinienfluß $\mathfrak{z}$ und EMK ($\mathfrak{z} = -\int e\,dt$) die Glieder höherer Ordnung in der magnetischen Wellenform schwächer sind als in der EMK-Welle. Im übrigen verweise ich auf meinen Aufsatz „Spannungswellen in Hochspannungsprüfanlagen", ETZ 1915, S. 396, wo ich aus der Praxis heraus die Wichtigkeit des Scheitelfaktors für die Beurteilung der Isolationsbeanspruchung gezeigt habe. Darüber hat auch die Folgezeit schon entschieden. In zahlreichen Veröffentlichungen wird die Beanspruchung auf den Scheitelwert bezogen. Um diesen in Beziehung zur Voltmeterablesung zu bringen, braucht man den Scheitelfaktor, während der Deformationskoeffizient der R.E.M. noch keine praktische Anwendung gefunden hat. Was den Hinweis auf Resonanz und dgl. anbelangt, so gilt da genau dasselbe, was ich hinsichtlich Drehmoment und Leistung gesagt habe. Es genügt dann in keinem Falle, irgendein ziffernmäßiges Abweichungsmaß zu haben, sondern man muß wissen, welche Glieder höherer Ordnung vorhanden sind, und wie groß sie sind, d. h. man muß die Gleichung der Wellenform haben.

Wenn Herr HAMMERER von meinem Vorschlag, den Scheitelfaktor als praktisches Abweichungsmaß zu betrachten, sagt, daß dieser Vorschlag viel größere Unstimmigkeiten zur Folge habe, als irgendein anderer Vorschlag, so verweise ich zunächst auf die Zahlentafel auf S. 500 bezüglich der älteren Beispiele und auf die Zahlentafel auf S. 503 und Abb. 2 bezüglich der neuen Beispiele des Herrn HAMMERER. Von diesen kommen die Wellenformen *c* und *d* praktisch überhaupt nicht vor. Es sind nur geometrische Konstruktionen. Die Wellenformen *a* und *b* können in ähnlicher Art vorkommen und wären dann nach den Deformationskoeffizienten von LEGROS und der R.E.M. unzulässig. Die Form *a* mit dem Scheitelwert 100,3 ist aber ohne Zweifel zulässig; ihr Scheitelwert unterscheidet sich nur um 0,3 % von dem der Sinuswelle. Ihr Deformationskoeffizient aber ist 7,3 % bzw. 9,6 %. Der Scheitelwert der Welle *b* unterscheidet sich von der Sinuswelle um 1,1 %, kann daher auch noch zulässig sein, während ihr Deformationskoeffizient 15 % bzw. 19,6 % ist!

Obwohl sich weiter keine Folgen daraus ergeben haben (die Scheitelwerte sind richtig angegeben, weil sie offenbar aus der Zeichnung ermittelt worden sind), muß ich doch, um weiteren Fehlern vorzubeugen, darauf hinweisen, daß die Ableitung von Herrn HAMMERER auf S. 502, Spalte 2, nicht richtig ist. Es muß an allen Stellen heißen: $a_1 - a_3 + a_5$, weil ein Plus-Glied 3. Ordnung den Scheitelwert nicht vergrößert, sondern verkleinert[1]. Diese Ableitung hat auch nach Richtigstellung nur geometrische, aber keine praktische Bedeutung, weil die EMK-Welle immer aus einer magnetischen Welle entsteht. Für unsymmetrische Wellenformen hat sie überhaupt keinen Sinn. Es sind immer nur symmetrische Wellenformen in Betracht gezogen worden, obwohl es gerade von Wichtigkeit ist, die Zuspitzung einer Spannungswelle durch Ankerrückwirkung durch ein Maß zu kennzeichnen. Auch dafür ist der Scheitelfakor am geeignetsten.

Bemerkenswert ist, daß Herr HAMMERER bei der Erörterung des deutschen und französischen Deformationskoeffizienten zu dem Vorschlag gelangt, den Scheitelfaktor für die Begrenzung der zulässigen Werte zu Hilfe zu nehmen.

Ich habe einst zwecks Untersuchung des Einflusses der Wellenform auf meine Stromwandler und Induktionsinstrumente sowie auf den Eisenverlust und die Isolationsbeanspruchung eine Maschine mit auswechselbaren Polen bauen lassen, wobei die größtmögliche Zuspitzung und Verbreiterung der Spannungswellen (bis zu tiefer Einsattlung in der Mitte) erreicht wurde. Ihre Abbildungen in der ETZ 1901, S. 52 zeigen, daß sie von den geometrischen Konstruktionen des Herrn HAMMERER weit entfernt sind. Tiefe seitliche Einbuchtungen wie bei seinen letzten Beispielen kommen nur durch offene Nuten zustande und haben dann immer eine höhere Ordnungszahl als 5. An wirklich vorkommenden, von der Sinusform abweichenden Spannungswellen, die immer mehr als drei Glieder haben, zeigt sich, daß der Scheitelfaktor σ zwar kein „Deformationskoeffizient", aber das geeignetste praktische Maß für die Abweichung von der Sinusform ist, natürlich nur für jene Fälle, wo man mit einer Zahl auskommt und nicht die Wellengleichung braucht. In jedem Falle aber hat man dann sogleich den Scheitelwert Y_{max} aus $\sigma\,Y_{eff}$.

Von entscheidender Wichtigkeit ist, daß sich unter den acht Beispielen des Herrn HAMMERER fünf befinden, die als Spannungswellen der Starkstromtechnik zulässig sind, während sie nach den genannten Deformationskoeffizienten unzulässig wären.

Schließlich ist zu erwägen, ob nicht einfach die prozentische Abweichung des wirklichen Scheitelwertes vom Scheitelwert der Sinuswelle (Grundwelle) als praktisches Abweichungsmaß am zweckmäßigsten ist.

Berlin-Zehlendorf, 30. III. 1928.

G. Benischke.

Erwiderung.

1. Wenn Herr Professor BENISCHKE in seinem Aufsatze die Behauptung aufstellt, der Einfluß der größten Ordinaten komme nur im Scheitelfaktor als einer qualitativ richtigen Maßzahl deutlich zum Ausdruck, so scheint mir diese Auffassung eine abwegige deswegen, weil der Einfluß der Oberschwingungen sich nicht nur im Scheitelwert geltend macht, sondern auch noch vielmehr im gesamten Verlaufe der Augenblickswerte innerhalb einer Periode, auf den es mit Rücksicht auf die für die alleinige Frequenz der Grundwelle gebauten Maschinen und Apparate ankommt. Das Problem wird daher wohl immer weniger oder mehr ein geometrisches bleiben, und zwar nicht nur beschränkt auf einen einzigen Punkt, z. B. den Nullpunkt oder dessen Umgebung (Abb. 8 und 9 in ETZ 1927, Seite 1325 u. f.), wie Herr Professor BENISCHKE, allerdings mit Unrecht, von den bisherigen Vorschlägen annimmt. Letzten Endes ist auch die von ihm vorgeschlagene Lösung eine geometrische, und wenn irgendwo der Vorwurf der Beschränkung auf einen einzigen Kurvenpunkt erhoben werden darf, so wäre er beim Scheitelwert am Platze, denn der Effektivwert selbst sagt gar nichts über den Kurvenverlauf im einzelnen aus, ebensowenig wie der Scheitelfaktor, der lediglich die Kurve in ihrem Scheitelwert dahin charakterisiert, ob sie flach oder spitz ist; aber auch das ist nicht unbedingt richtig, wie die Kurven in Abb. 2 in ETZ 1928, Seite 503 zeigen[2].

2. Daß der Scheitelfaktor das geeignetste Abweichungsmaß nicht darstellt, glaube ich in der eben erwähnten Abb. 2 zur Genüge ersichtlich gemacht zu haben; zwar hält Herr Professor BENISCHKE die Kurven *a* und *b* noch als zulässig, was indessen meiner Beweisführung selbst keinerlei Abbruch tut, da der bisherige mehr oder weniger gefühlsmäßig auf Grund bestimmter praktischer Erfahrungen vorgeschlagene Grenzwert der erlaubten Ab-

[1] Benischke, „Wiss. Grundlagen d. Elektrot.", § 211.

[2] Herr Professor Benischke ist allerdings in seinen „Wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik (§ 214)" gegenteiliger Ansicht.



weichung von 5 % nicht unbedingt und absolut richtig zu sein braucht und sich im einzelnen über die Zahl bei der Mannigfaltigkeit der möglichen Kurvenformen ebenso noch diskutieren läßt wie über die Bezeichnung „Deformationskoeffizient" oder „Abweichungsmaß", die wohl beide dasselbe bedeuten, jedoch wird der Kernpunkt meiner Beweisführung, nämlich der für sämtliche Kurven a bis d gleiche Scheitelfaktor $\sigma = 1{,}4142$, dessen prozentische Abweichung vom Scheitelfaktor der Sinuswelle — also der Ausdruck

$$\delta_{Ben_1} = \frac{1{,}4142 - \sigma}{1{,}4142} \cdot 100\,\%$$

— als ein viel geeigneteres Abweichungsmaß vorgegeben wurde, völlig übersehen. Oder sollte er vielleicht geflissentlich deswegen übergangen worden sein, weil sich 0 % als Abweichung ergeben, also die Kurven nach obiger Definition zulässig sein müßten? Jedenfalls überrascht es, daß das von Herrn Professor BENISCHKE neuerdings angewendete Abweichungsmaß sich mathematisch zu

$$\delta_{Ben_2} = \frac{(a_1 \sin x + a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots)_{max} - a_1 \sin x}{a_1} \times 100\,\%^{3*}$$

im allgemeinen Fall (unter Berücksichtigung der Bemerkung auf Seite 500 bezüglich der Geltung eines nicht in der Mittellinie liegenden Höchstwertes als Scheitelwert) formuliert und im besonderen zu

$$\delta'_{Ben_2} = \frac{a_3 + a_5 + \ldots}{a_1} \cdot 100\,\%$$

wie bei den genannten Kurven a bis d: Herr Professor BENISCHKE vergleicht also nicht mehr die Scheitel f a k t o r e n, sondern die Scheitel w e r t e !

venpunkte der Scheitelwert, d. h. der absolut **g r ö ß t e A u g e n b l i c k s w e r t** einer Periode, herangezogen wurde, ist nach dem früher Gesagten zweifellos ein Fehler deswegen, weil dieser Punkt wohl die erst an letzter Stelle interessierenden Isolationsbeanspruchungen und Hystereseverluste, sagen wir, „erfaßt"[5], nicht aber den Einfluß der Oberschwingungen auf den gesamten Kurvenverlauf bzw. die **g r ö ß t e A b w e i c h u n g** von der Sinuslinie kennzeichnet, worauf es eigentlich ankommt.

Soviel zur Frage der Definition des Deformationskoeffizienten; was nun die Methode der Auswertung betrifft, so rühmt Herr Professor BENISCHKE an dem Scheitelfaktor die einfache und schnelle Berechnung; der Scheitelwert ist aus der Kurve selbst unmittelbar zu entnehmen, der Effektivwert wird unter Umgehung der Fourierschen Koeffizienten durch annäherungsweise Integration nach Art der bekannten Simpsonschen Regel ermittelt. Trotz dieser Vorzüge der Berechnungsmethode verläßt aber Herr Professor BENISCHKE in seinem neuen Vorschlag den Effektivwert der Gesamtkurve und operiert mit dem Scheitelwert der Grundwelle. Leider sagt er aber nicht, wie er ihn erhält; etwa gar nach der Methode der R. E. M.?

4. Ganz nebenbei sei zur Richtigstellung bemerkt, daß in dem Aufsatz von Herrn Professor BENISCHKE die Beweisführung auf teilweise numerisch unrichtige Rechenergebnisse gestützt ist, die ihre Ursache in dem trotz richtiger Koeffizienten falsch ermittelten Effektivwert[6] haben; da die Unstimmigkeiten im einzelnen für meine Beweisführung belanglos waren, so überging ich sie seinerzeit; ich begnüge mich an dieser Stelle mit der Berichtigung der Zahlentafel von S. 500, die ich mir gleichzeitig im Sinne des letzten Vorschlages zur Erleichterung des Überblickes zu ergänzen (Zahlentafel 1) gestatte.

Z a h l e n t a f e l 1.

Spalte	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Reihe	Kurven		Scheitelwert	Effektivwert	Scheitelfaktor	1,4142 — σ	δ_{Ben_1} %	δ_{Ben_2} %	$\delta_{Fr_{23}}$ %	$\delta_{Deutschl.}$ %
1	Abb. 8	ETZ 1927, Seite 1325 bis 1327	99,50	**70,787***	**1,4056***	+ 0,0086	**+ 0,61***	— 0,50	4,7	+ 10,4
2	Abb. 9		100,50	**70,787***	**1,4197***	— 0,0055	**— 0,39***	+ 0,50	4,7	— 10,4
3	Abb. 10†		99,60	**70,787***	**1,4070***	+ 0,0072	**+ 0,51***	— 0,40	4,7	— 14,5
4	Abb. 11		114,50	**70,787***	**1,6175***	— 0,2033	**— 14,4***	+ 14,5	4,7	+ 14,5
5	Abb. 2a	ETZ 1928, Seite 503	100,30	70,895	1,4142	± 0	± 0	+ 0,30††	7,3	+ 9,6
6	Abb. 2b		101,10	71,500	1,4142	± 0	± 0	+ 1,10††	15,0	+ 19,6
7	Abb. 2c		102,60	72,575	1.4142	± 0	± 0	+ 2,60	23,2	+ 30,3
8	Abb. 2d		105,00	74,245	1,4142	± 0	± 0	+ 5.00	32,2	+ 41,9
†) A n m e r k u n g zu R e i h e 3: Im Gegensatz zu den Kurven in Abb. 8, 9 und 11 liegt hier der Scheitelwert außerhalb der Symmetrie-Mittellinie; betrachtet man jedoch die in der Symmetrie-Mittellinie liegende Stelle der größten Abweichung anstatt die der größten Ordinate als „Scheitelwert" wie in Abb. 11, so ergeben sich die zweifellos für die Beurteilung maßgebenden Werte wie folgt:										
9	Abb. 10	ETZ 1927 S. 1325 1327	85,50	**70,787***)	1,2078	+ 0.2064	+ 14,6	— 14,5	4,7	— 14,5
†† A n m e r k u n g zu S p a l t e VIII, R e i h e 5 u. 6: Die Werte 0,3 und 1,1 sind im Vorausgehenden von Herrn Prof. Benischke als Kriterium für die Zulässigkeit der Kurven a und b herangezogen (siehe Punkt 2 meiner Erwiderung).										
* Die fettgedruckten Zahlenwerte sind gegenüber der Berechnung von Herrn Prof. Benischke richtiggestellt.										

3. Damit hat aber Herr Professor BENISCHKE seinen bisherigen Vorschlag offensichtlich verlassen und sich, vielleicht unbewußt, bereits erheblich d e n Definitionsvorschlägen bei seinen Schlußfolgerungen hinsichtlich der Bewertung der Kurven a und b genähert, gegen die[4] eigentlich seine ablehnende Kritik sich richtete; daß bei der Betrachtung der für die Abweichung als charakteristisch und ausschlaggebend in Frage kommenden Kur-

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei ferner noch an dieser Stelle die Auffassung, als kämen außer Nr. 5 die Vorschläge Nr. 1 und 4 meiner seinerzeitigen Zusammenstellung in Betracht, dahin richtiggestellt, daß diese beiden letztgenannten, wie übrigens aus früherem ersichtlich werden konnte, als überholt zu gelten haben, und zwar durch den Vorschlag von LEGROS (Nr. 2) und den damit im wesentlichen identischen des französischen Kommittees 1926 (Nr. 3); beide Vorschläge unterscheiden sich bekanntlich nur insoweit in ihrer Definition, als der **E f f e k t i v w e r t** der Restkurve einmal gegenüber der Grundwelle und das andere Mal gegenüber der Gesamtkurve betrachtet wird im Gegensatz zu dem deutschen Vorschlag, der den **A u g e n b l i c k s w e r t** der Restkurve ins Auge faßt. Zur Entscheidung stehen daher die Vorschläge Nr. 2 bzw. 3 und 5.

5. Obwohl es eigentlich kaum verlohnt darauf einzugehen, möchte ich doch kurz zu den vermeintlichen Vorzeichenfehlern in meinem Aufsatz Stellung nehmen, um

---

[3*] Sowohl dieses wie das vorausgehend definierte Abweichungsmaß ist mit einem Vorzeichen behaftet im Gegensatz zu den Angaben von Herrn Professor Benischke; das Vorzeichen stimmt im wesentlichen mit dem Vorzeichen des deutschen Vorschlages überein, hat jedoch den Nachteil, daß es da, wo sich Abweichungen gegenüber dem deutschen Vorschlag ergeben, inkonsequent ist. Trotz der allerdings anfechtbaren Vorzeichenkritik enthält das „Abweichungsmaß" nichts Besseres als das, was der deutsche „Deformationskoeffizient" bereits hat.

[4] Bekanntlich lautete der französische Vorschlag 1923

$$\delta_{Fr_{23}} = \left(\frac{(a_1 - \sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots}) \sin x + a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots}{\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots}} \right)_{max} \times 100\,\%$$

und der deutsche Vorschlag (R. E. M.)

$$\delta_{Deutschl.} = \left(\frac{a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots}{a_1} \right)_{max} \cdot 100\,\%$$

[5] Nach dem unter 1. Ausgeführten ist dies, streng genommen, auch nur bedingt richtig.

[6] Der Fehler läßt sich jedoch keinesfalls mit Nachteilen der Fourierschen Reihenentwicklung begründen, da die Koeffizienten selbst richtig sind.

den Verdacht nicht aufkommen zu lassen, als stimme ich hierin Herrn Professor BENISCHKE zu und wolle mich mit Stillschweigen darüber hinwegsetzen. Entsprechend der von mir ausdrücklich vorausgesetzten allgemeinen — insofern als über das Vorzeichen der Koeffizienten a_1, a_3, a_5, . . . keinerlei Annahme getroffen wurde — Gleichung der Spannungskurve

$$y = a_1 \sin x + a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots$$

wird die Bestimmungsgleichung für die von mir zu beweisende Behauptung, es gäbe beliebig viele Kurven mit einem Scheitelfaktor gleich dem der Sinuswelle, ohne daß diese als zulässig gelten könnten, gleichfalls in der analogen Form

$$\frac{a_1 + a_3 + a_5 + \ldots}{\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots}} = 1$$

aufgestellt; dem Aufbau meiner Beweisführung zufolge wurden allerdings stillschweigende Voraussetzungen gemacht, über die ich mich jedoch im einzelnen näher auszulassen deswegen nicht für notwendig hielt, weil ich in

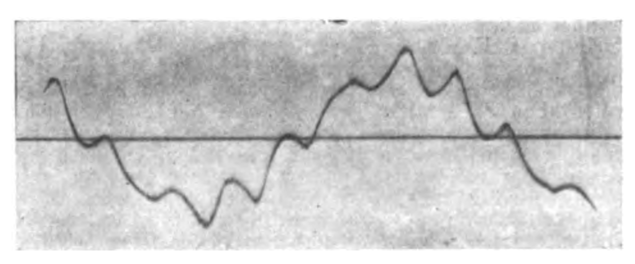


Abb. 1.

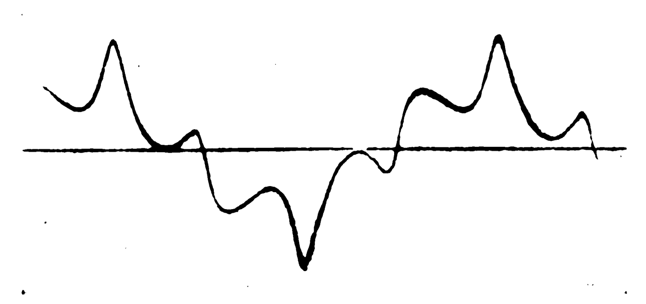


Abb. 2.

der Entwicklung des Beweises nicht auf Kosten des überzeugenden Endresultates langatmig werden wollte; im folgenden sei dies nachgeholt: Ich bin von der streng richtigen allgemeinen Gleichung — auch wieder ohne bestimmte Koeffizientenvorzeichen —

$$\frac{(a_1 \sin x + a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x + \ldots)_{max}}{\sqrt{a_1^2 + a_3^2 + a_5^2 + \ldots}} = 1$$

bewußt abgewichen, um das rechnungsmäßige Ergebnis durch den Spezialfall, daß der Scheitelwert der Kurve bei 90° (der Grundwelle) liege, möglichst einfach zu gestalten.

Übrigens ist der von Herrn Professor BENISCHKE gemachte Hinweis, daß ein + - Glied 3. Ordnung den Scheitelwert nicht vergrößere, sondern verkleinere, eine die Richtigkeit meines Beweises in keinerlei Weise schwächende Feststellung, umsomehr als gerade diesem Umstande ja meine Kurven *a* bis *d* Rechnung tragen; sie alle sind von der speziellen Form — diesmal mit bestimmten Koeffizientenvorzeichen —

$$y = a_1 \sin x + a_3 \sin 3x + a_5 \sin 5x,$$

so daß bei 90° (der Grundwelle) der Höchstwert der

1. Harmonischen: $+ a_1 \sin 90° = + a_1$ (positiv)
3. Harmonischen: $+ a_3 \sin 270° = - a_3$ (negativ)
5. Harmonischen: $+ a_5 \sin 450° = + a_5$ (positiv)

wird.

6. Wenn auch die in Rede stehenden Kurven, dem Charakter meines Aufsatzes entsprechend, nur theoretisch waren, so ist trotzdem der Vorwurf, es handle sich ausschließlich nur um geometrische Konstruktionen, die praktisch in ähnlicher Form überhaupt nicht vorkämen, wohl doch nicht berechtigt, wie aus den beiden Oszillogrammen in Abb. 1 und 2 hervorgeht, die in Ergänzung der von Herrn Professor BENISCHKE erwähnten Kurven Wellenformen von der Art der Kurven *c* und *d* zeigen[7].

7. Was nun noch die Schlußbemerkung bezüglich des Anwendungsbereiches der in meinen Aufsätzen behandelten Methoden betrifft, so sei auf § 14 der R.E.M. verwiesen, in dem ausdrücklich, wie ich übrigens bei der Ableitung auf Seite 1324 der ETZ 1927 gleichfalls wiederholt habe, bemerkt wird, daß die Formel $S = \frac{a_0 + \sqrt{3}\, a_1 + a_2}{3}$ nur für Kurven gilt, die in allen Viertelperioden symmetrisch sind, also zweifache Symmetrie zeigen. Maschinen, die bei Belastung infolge Ankerrückwirkung so starke Verzerrungen aufweisen, daß ihre Spannungskurve neben den Sinusgliedern in der Fourierschen Entwicklung auch noch Cosinusglieder enthält, werden im allgemeinen bereits im vornherein so verzerrt sein, daß sie meist schon nach dem bloßen Augenschein als nicht mehr sinusförmig erkannt werden können; will man streng richtige Werte für sämtliche Koeffizienten, dann muß man eben zu einer streng genauen Methode greifen.

Die zur Diskussion gestellten Definitionen des Deformationskoeffizienten, oder wie man ihn sonst heißen mag, einerseits und die zu seiner experimentellen Bestimmung ersonnenen Methoden andererseits können ebensowenig sämtliche Fälle der Kurvenformen umfassen, wie sämtliche Belange der Starkstromtechnik und der Schwachstromtechnik damit zu erfassen sind. Ich stimme in d e m Punkt persönlich Herrn Professor BENISCHKE zu, daß ein allen allgemeinen und besonderen Bedürfnissen der Starkstromtechnik völlig und streng gerechtwerdender Deformationskoeffizient kaum zu definieren sein wird; für die Bedürfnisse des Elektromaschinenbaues dürfte indessen das Verfahren der R.E.M. als zweckmäßig angesehen werden können, da sowohl der Deformationskoeffizient den gesamten Kurvenverlauf hinreichend charakterisiert, als auch dessen Bestimmung leicht und mit genügender Genauigkeit vorgenommen werden kann.

B e r l i n - Charlottenburg, 8. IV. 1928.

O. H a m m e r e r.

LITERATUR.

Besprechungen.

T a s c h e n b u c h d e r d r a h t l o s e n **T e l e g r a p h i e** u n d **T e l e p h o n i e.** Bearb. von E. Alberti, G. **Anders**, H. Backhaus, F. Banneitz, H. Carsten, A. **Deckert**, F. Eppen, A. Esau, A. Gehrts, E. Gerlach, W. **Hahn**, H. Harbich, W. Jaeger, N. v. Korshenewsky, H. **F. Mayer**, G. Meßtorff, U. Meyer, H. Muth, L. Pungs, **J. Pusch**, O. Sattelberg, A. Scheibe, H. Schulz, A. Semm, **H. Thurn**, F. Weichart, K. Wirtz, A. Wratzke, G. Zickner. Herausg. v. Dr. F. B a n n e i t z. Mit 1190 Abb. u. 131 Tab., XVI u. 1253 S. in 8°. Verlag von Julius **Springer**, Berlin 1927. Preis geb. 64,50 RM.

Die drahtlose Telegraphie und Telephonie ist im Laufe der letzten 15 Jahre aus einem Teilgebiet der Elektrotechnik und Physik zu einer anerkannten Wissenschaft mit weitgehenden kommerziellen Anwendungen geworden. Den ersten Anstoß zu der Entwicklung gaben die Anforderungen des Krieges nach geeigneten Nachrichtenmitteln. Später wurden durch die „Radio"-Bewegung die elektrischen Schwingungen in jedes Haus getragen. Die Fülle der vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse sowie der praktischen Ausführungen für Sende- und Empfangszwecke läßt jetzt, wo eine gewisse Beruhigung in der zeitweise sprunghaft erfolgten Entwicklung eingetreten ist, eine Zusammenfassung zu Nutz und Frommen der Kreise gerechtfertigt erscheinen, die an der Weiterentwicklung interessiert sind, und die mit den vorhandenen Geräten arbeiten.

Mit Unterstützung von 28 Fachleuten, von denen neun eine Unterredaktion zusammengehöriger Abschnitte übernommen hatten, hat der Herausgeber den gewaltigen Stoff auf 1220 Seiten untergebracht. Die Anlage des Buches ist derartig gehalten, daß auch die Nachbargebiete berücksichtigt sind. Der Inhalt des Bandes ist in sieben Teile zerlegt. Der erste behandelt allgemeine Grundlagen: Mathematik, Physik, Elektrotechnik und Telegraphen- und Fernsprechtechnik. Der zweite bringt die mathematisch-physikalischen Grundlagen der Hochfrequenztechnik. Nach den Einzelteilen der Hochfrequenzgeräte im dritten kommen die Meßmethoden und die Meßtechnik im vierten Abschnitt. Die Einrichtungen zum Senden und zum Empfang bilden den Inhalt des fünften Teiles. Hier bringt der letzte Ab-

[7] Die Oszillogramme entstammen einer gemeinsam mit Herrn Dipl.-Ing. W. Stäblein an der T. H. München durchgeführten Arbeit über einphasige Frequenzwandler.



schnitt die betriebstechnische Organisation des Funkverkehrs. Sehr eingehend und nach meiner Ansicht über den Rahmen des Taschenbuches hinausgehend, beschäftigt sich der sechste Teil mit den Funkstationen und dem Funkverkehr. Hier treten organisatorische und rechtliche Fragen in den Vordergrund, die den Techniker erst in zweiter Linie interessieren. Der Anhang (siebenter Teil) sowie ein Nachtrag, der unter anderem auch die drahtlose Bildübertragung enthält, legen Zeugnis von den großen Schwierigkeiten ab, welche der Herausgeber zu überwinden hatte, um auch noch während der Drucklegung möglichst die einzelnen Abschnitte auf den „Stand der Technik" zu bringen. Kleinere Wiederholungen haben sich bei der Einteilung des Stoffes und seiner Verteilung auf eine große Zahl von Mitarbeitern nicht vermeiden lassen. Betrachtet man das Buch als Nachschlagewerk, so wirken sie auch nicht störend, obwohl sie bei dem guten Namen- und Sachregister nicht unbedingt notwendig sind. Im großen und ganzen kann man den Verfassern, dem Herausgeber und dem Verlag dankbar sein, daß sie ein solches Kompendium der Funktechnik geschaffen und der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt haben. Der Preis erscheint auf den ersten Blick leider etwas hoch. Trotzdem sollte jeder Interessent sich zu der Anschaffung des Buches entschließen. Es wird ihm am Schreibtisch und im Betrieb täglich von Nutzen sein. E. Lübcke.

Die elektrische Telegraphie mit Drahtleitung. Von Prof. J. Herrmann. Bd. 1: Die Telegraphie mit Morsezeichen. (Sammlg. Göschen Nr. 172.) Mit 124 Textabb. u. 134 S. in 16°. Preis geb. 1,50 RM. Teil 2: Die Typendrucktelegraphen. (Sammlg. Göschen Bd. 975.) Mit 76 Textabb., 16 Taf. u. 125 S. in 16°. Preis geb 1,50 RM: Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1927.

Im ersten Band sind die Grundelemente der Telegraphie niedergelegt. Es wird ausgegangen vom neutralen Magneten, der Taste und den Morsezeichen, dann folgen alle wichtigen Einzelheiten über Relais, Klopfer, Einfach- und Doppelstrom. Die verschiedenen Schaltungen der Übertragungen sowie die Duplex-Verbindungen sind sehr übersichtlich dargestellt. Der Wheatstone-Apparat ist seiner Wichtigkeit entsprechend sehr eingehend beschrieben, ebenso wird auch der Schnellmorsesender von Siemens & Halske gezeigt. Auch der Bau der Freileitungen und die Ausrüstung derselben mit Blitzableitern und Sicherungen wird behandelt. Die zweite Hälfte des Buches ist der Seekabeltelegraphie gewidmet. Sie beginnt mit der Beschreibung vom Recorder und Undulator, dann wird die Konstruktion der Empfangszeichen aus der Thomson-Kurve gezeigt. Bei den Entzerrungsmitteln wird leider die sogenannte Maxwellerde vermißt. Zum Schluß folgt eine mathematische Ableitung der Thomson-Kurve. Die Verteilung von Strom und Spannung längs des Kabels wird durch zwei Kurvenscharen, bei denen die Unterschrift verwechselt wurde, sehr nett veranschaulicht.

Der zweite Band bringt die Typendruckempfänger und zeichnet sich besonders dadurch aus, daß die den einzelnen Apparaten zugrundeliegenden Ideen besonders klar herausgestellt werden. Sie werden im ersten Abschnitt an Hand von schematischen Zeichnungen gebracht. Hierauf wird zur eingehenden Beschreibung der Apparate übergegangen. Bei jedem derselben wird zunächst in einer allgemeinen Darstellung der Grundgedanke erweitert, und erst dann werden die technischen Einzelheiten gebracht. Zum Schluß wird jeweils noch auf den Betrieb eingegangen. Es werden behandelt: Der Ferndrucker, der Hughesapparat, der Siemens-Schnelltelegraph, der Baudot-Apparat und der Morkrum-Kleinschmidt-Start-Stop-Apparat. Es ist ein besonderes Verdienst des Verfassers, diesen letzteren als Vertreter der modernsten Telegraphenapparate hiermit der Öffentlichkeit bekanntgemacht zu haben. Somit ist eine Zusammenstellung der wichtigsten Telegraphenapparate gegeben, die sich besonders durch ihre übersichtliche Darstellung auszeichnet, da von verwirrenden Nebensächlichkeiten abgesehen wurde.

Die beiden Bändchen können jedem Anfänger auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik zum Studium und dem Fachmann als Nachschlagewerk warm empfohlen werden. Wisspeintner.

Corso Teorico-Pratico di Elettrotecnica. Von Prof. L. Lombardi. (Bibl. di Scienze Fisiche e Naturali.) 4., erw. Aufl. Bd. I: Produzione dell'Energia Elettrica. Mit 229 Textabb., 22 Tafeln, XII u. 642 S. in 8°. Bd. II: Trasformazione, distribuzione e utilizzazione dell'Energia Elettrica. Mit 272 Textabb., 7 Taf., XI u. 869 S. in 8°. Verlag von Dottor Francesco Vallardi, Mailand 1926. Preis von Bd. I 70 Lire, von Bd. II 100 Lire.

Die Einteilung des in 4. Auflage erschienenen Werkes ist die gleiche geblieben wie bei den früheren Auflagen. Der erste Band enthält eine ausführliche Beschreibung der Wirkungsweise und des Aufbaus der Gleichstrom- und der Wechselstromgeneratoren, sowie die Grundlagen für deren Berechnung und Konstruktion. Der zweite Band behandelt in acht Abteilungen die Transformatoren, die Gleichstrom- und die Wechselstrommotoren, die Umformer, die Akkumulatoren, die Leitung und Verteilung der Energie, Beleuchtung und Heizung sowie die elektrische Zugförderung.

Die Behandlungsweise ist vorwiegend beschreibender und theoretischer Natur und zeichnet sich durch Gründlichkeit und Klarheit aus. Den breitesten Raum nehmen die elektrischen Maschinen ein, deren Behandlung sich eng an die Werke von Arnold anlehnt; doch ist auch die neuere Literatur eingehend berücksichtigt und die zahlreichen Literaturhinweise machen das Werk auch für ein eingehendes Studium von Sonderfragen wertvoll. Die Teile, welche die Konstruktion behandeln, sollen nach dem Vorwort mehr zur vorläufigen Orientierung dienen, und es wird auf Sonderwerke, wie Morelli, verwiesen. Dann sollten aber Angaben über Bemessung elektrischer Maschinen, die nur noch historischen Wert haben, besser fortbleiben oder eine gründliche Durchsicht erfahren. Etwas summarisch sind die letzten Kapitel über die Verwendung elektrischer Arbeit behandelt und der Gleichrichter ist nur mit wenigen Worten und einer Ansicht erwähnt.

Zur Einführung in die Starkstromtechnik ist das Werk durch seine klare und gründliche Darstellung sehr geeignet. Fraenckel.

Elektrotechniker-Kalender 1928. Von Ober-ing. K. Wernicke. 32. Jahrg. mit 192 Textabb., VIII u. 256 S. in 8°. Verlag von Friedrich Otto Müller, Altenburg (Thür.). Preis geb. 5,50 RM.

Während die früheren Jahrgänge des Kalenders den Titel „Elektrotechnikers Notiz-Kalender" trugen, ist die Bezeichnung jetzt mit Rücksicht auf die starke Zunahme des fachlichen Teiles geändert worden. Die einleitende Jahresschau gibt dem Elektrotechniker eine Übersicht über Fortschritte und Neuerungen seines Arbeitsgebiets. Im fachlichen Hauptteil von 256 Seiten Umfang ist die „Beleuchtung" mit über 100 Seiten am besten weggekommen auf Kosten anderer Kapitel, wie z. B. „Anlasser und Motorschalter", „Koch- und Heizgeräte", „Radio", für welche nur je 5 bis 7 Seiten übrig blieben. Unter den „Fassungen mit Berührungsschutz" vermißt man die von der Vereinigung der Fassungsfabrikanten, Berlin, geschaffene „Eltfassung", welche Aussicht hat, die Einheitsfassung zu werden. Die Zahlentafeln über den Kraftbedarf von Arbeitsmaschinen werden sicher vielen willkommen sein, ebenso die Zusammenstellungen über Neuerscheinungen auf dem Gebiet elektrotechnischer Sonderliteratur. Der Teil II umfaßt den eigentlichen Kalender, während Teil III ein Bezugsquellenverzeichnis enthält, das man allerdings im nächsten Jahr etwas reichlicher ausgestalten könnte. Gerade hier handelt es sich um ein Gebiet, wo der Kalender in vielen Fällen von Nutzen sein wird. W. Kraska.

Technische Kunstgriffe bei physikalischen Untersuchungen. Von Prof. Dr. E. v. Angerer. 2. Aufl. mit 23 Textabb., VII u. 114 S. in 8°. Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn A.-G., Braunschweig 1928. Preis geh. 6 RM.

Das treffliche Büchlein von Ernst v. Angerer, „Technische Kunstgriffe bei physikalischen Untersuchungen" ist nach wenigen Jahren bereits in zweiter Auflage erschienen, ein Beweis für seine Nützlichkeit. Die vorliegende Auflage enthält gegenüber der ersten einige neue Abschnitte über Aluminiumlote, Bakelit, Kupfereinschmelzungen, Lichtfilter und anderes mehr. Die Aufbringung eines Cäsiumbelages auf Drähte, welcher sich besonders für eine starke Elektronenemission bei sehr niedrigen Temperaturen eignet, sowie die Kunsmannsche positive Ionen emittierende Elektrode sind neu aufgenommen. Ferner wurden einige neue Kunstgriffe spektroskopischer und photographischer Natur hinzugefügt.

Alles in allem ist das Buch für den praktisch arbeitenden Physiker ein sehr wichtiger Ratgeber. A. Wehnelt.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Frankreichs elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Die nach den Angaben M. Blondins in der Rev. Gén. de l'El.[2] zusammengestellte Übersicht zeigt, daß Frankreich im Jahr 1927 um 15 988 dz oder 27 % mehr elektrotechnische Erzeugnisse eingeführt hat als 1926. Diese Erhöhung bezieht sich im wesentlichen auf kleine Dynamos, Apparate, deren Wert allerdings gesunken ist, Funkgerät, elektrotechnische Kohlen und auf Leitungsmaterial, während große Stromerzeuger usw., Akkumulatoren sowie Isolationsmaterial aus Porzellan und Steingut in kleineren Mengen importiert worden sind. Der Gesamtwert der Einfuhr hat sich im Gegensatz zur Menge um 18,528 Fr oder nahezu 8 % verringert. Letzteres ist auch bei der Ausfuhr der Fall, die mengenmäßig eine Steigerung um 15 619 dz bzw. 6 %, wertlich jedoch eine Abnahme um 330,611 Mill. Fr, d. h. 47 %, aufweist. Dem Gewicht nach zugenommen hat der Export von Maschinen, Apparaten, Glühlampen, die alle auf der Wertseite aber einen Rückgang zeigen, ferner von Drähten und Kabeln, dagegen ist die Ausfuhr von Funkgerät und Isolationsmaterial schwächer gewesen wie 1926. Als Überschuß des Exports ergaben sich 200 030 dz und wertlich 149,744 Mill. Fr (200 399 dz bzw. 461,827 Mill. Fr i. V.). Die Einfuhr metallurgischer und elektrochemischer Produkte ist im Vergleich mit 1926 von 836 529 auf 661 926 dz, also um 174 603 dz und wertlich von 142,859 auf 102,597 Mill. Fr, d. h. um 40,262 Mill. Fr gefallen, während die Ausfuhr sich von 273 482 auf 434 174 dz, mithin um 160 692 dz und von 62,047 auf 146,388 Mill. Fr oder um 84,341 Mill. Fr erhöht hat.

Erzeugnisse	Einfuhr				Ausfuhr			
	dz		1000 Fr		dz		1000 Fr	
	1927	1926	1927	1926	1927	1926	1927	1926
Dynamos von 1000 kg und mehr	9 074	11 245	11 627	18 801	} 72 440	64 165	87 898	128 856
„ „ 50 bis 1000 kg	6 860	5 261	13 902	13 882				
„ unter 50 kg	7 674	4 829	27 160	24 426				
Apparate	12 647	10 768	75 923	87 156	52 726	44 285	107 643	221 231
Funkgerät	495	103	6 797	830	7 628	13 736	37 572	128 411
Teile von Dynamos usw. und Magnete	4 463	5 562	20 968	26 132	12 185	12 741	23 896	34 850
Glühlampen mit und ohne Armatur	2 698	3 331	35 763	44 585	5 367	4 963	20 360	81 161
Bogenlampen und Teile solcher	18	12	165	152	75	72	265	233
Kohlen für industrielle Zwecke	7 441	6 752	6 266	6 791	33 608	31 817	26 228	28 206
Akkumulatoren und Trockenelemente	2 489	4 578	2 749	5 298	24 305	22 222	25 447	25 779
Material aus Porzellan, Steingut, Glas usw.	1 478	2 568	1 571	2 225	31 145	38 073	14 516	26 607
Isolierte Drähte und Kabel	19 368	3 708	22 754	13 895	35 256	27 042	31 564	30 666
Insgesamt	74 705	58 717	225 645	244 173	274 735	259 116	375 389	706 000

Aus der Geschäftswelt. — Im Geschäftsjahr 1927 ist bei der Sachsenwerk, Licht- und Kraft-A.G., Niedersedlitz, der Auftragseingang um 65 %, der abgerechnete Umsatz um 22 % gegen 1926 gestiegen. Dabei betrugen die Steuern und sozialen Lasten (1,4 Mill. RM) 12 % des gesamten Aktienkapitals, eine Last, die, wie der Vorstand sagt, noch bei weitem durch die der Lohn- und Gehaltserhöhungen überboten wird. Seit Anfang 1925 haben die Tariflöhne um 30,4 %, die Tarifgehälter um 21,4 % zugenommen, und bei der heutigen Belegschaft kostet jedes Prozent dieser Steigerung ungefähr ebensoviel wie 1 % Dividende. Diese Ausgaben treffen das Exportgeschäft am meisten, das infolge stark herabgesetzter Ausfuhrfähigkeit vielfach nur noch eine Prestigefrage geworden ist. Unter ihren Mitteilungen über die technische Entwicklung erwähnt die Berichterstatterin wesentliche Verbesserungen bei der Ausbildung großer Asynchronmaschinen mit Drehstromerregersätzen, die die Betriebsicherheit dieser neuen Maschinengattung erhöhen, die Ausführbarkeit für sehr große Leistungen erleichtern und die Bedienung vereinfachen. Die Transformatorenfabrik hat Einheiten bis zu 32 000 kVA bei 100 kV geliefert und solche bis zu 50 000 kVA im Bau. Von der Radeberger Apparatefabrik sind u. a. umfangreiche 100 kV-Schaltanlagen errichtet worden. Im Erscheinen ihres Staubsaugers erblickt die Gesellschaft einen guten Fortschritt auf dem Gebiet der Haushaltungsgegenstände. Der Rohüberschuß erreichte 7 086 051 RM (5 456 328 i. V.), der Reingewinn 1 154 241 RM (754 659 i. V.); aus ihm sollen auf 8,6 Mill. RM Stammaktienkapital 7 % Dividende verteilt werden (6 % auf 7,265 Mill. RM i. V.). — Das Kabelwerk Duisburg vermochte 1927 bei allerdings i. a. wenig befriedigenden Preisen seinen Umsatz zu steigern. Der Vorstand bemerkt im Geschäftsbericht, daß seit Auflösung des Leitungsdraht-Syndikats auf dem Markt für isolierte Leitungsdrähte ein vollständiges Chaos herrsche, weil der Bedarf auch nicht im entferntesten die in Deutschland befindlichen Fabrikationseinrichtungen beschäftigen könne. Ähnliche Zustände bedrohten infolge dauernder Neugründungen auch die Bleikabelfabrikation. Das Unternehmen hat auf Fabrikations-Warenkonto 2 443 038 RM gebucht (1 868 977 i.V.) und 860 902 RM Gewinn erzielt (649 151 i.V.), aus dem es diesmal 10 % Dividende auf 7,2 Mill. RM Aktienkapital verteilte (8 % i. V.). — Die Bemühungen der Faradit-Isolierrohrwerke Max Haas, A. G., Reichenhain, wieder zu ertragreicher Arbeit zu gelangen, sind 1927 von andauernden, bei der allgemeinen tarifmäßigen Hinaufsetzung nicht halt machenden Lohnerhöhungen durchkreuzt worden. Den ungünstigen Einfluß dieser Steigerungen milderten aber umfangreiche fabrikationstechnische Neueinrichtungen und Verbesserungen sowie ein bescheidenes Wachsen der Verkaufspreise im letzten Jahresdrittel. Auf Warenkonto hat die Berichterstatterin 1 152 300 RM eingenommen (833 409 i. V.); den erzielten Reingewinn von 7887 RM trug sie größtenteils vor (11 592 RM Verlust i. V.). Das Aktienkapital beträgt 1,960 Mill. RM. — Die Voigt & Haeffner A. G., Frankfurt a. M., hat 1927 wesentlich höhere Umsätze als im Vorjahr erzielt und durch Fortsetzung der Rationalisierungsmaßnahmen in Fabrikation und Verwaltung die Lohn- und Gehaltserhöhungen z. T. wenigstens ausgleichen können. Die Prometheus A. G. für elektrische Heizeinrichtungen ist auf die Berichterstatterin übergegangen. Als Verkaufsunternehmen für deren Fabrikate wurde die „Prometheus, elektrische Geräte und Heizeinrichtungen G. m. b. H." mit 20 000 RM gegründet; die Herstellung dieser Geräte erfolgt zum größten Teil in den Werkstätten von Voigt & Haeffner. Die Hauptbeteiligungen, G. Schanzenbach & Co. G. m. b. H., Frankfurt a. M., und die Eisengießerei Wilhelma G. m. b. H., Hanau-Kesselstadt, haben befriedigend gearbeitet. Der Rohgewinn der Berichterstatterin betrug 4 209 175 RM (3 555 328 i. V.), der Reingewinn mit Vortrag 730 930 RM (521 160 i. V.); als Dividende sollen 8 % auf 7,5 Mill. RM Stammaktienkapital verteilt werden (6 % auf rd. 7 Mill. RM i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 451.
[2] Bd. 23, 1928, S. 674.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 210: Wer baut elektrolytische Entzinnungsanlagen?

Frage 211: Wer stellt verzinktes Kabel-Bandeisen her?

Frage 212: Wer stellt die sogenannten Preßkabelschuhe her, welche mit den Kabelenden nicht durch Lötung, sondern mittels Schrauben verbunden werden?

Abschluß des Heftes: 12. Mai 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

[E]LEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



[21.] HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 24. MAI 1928
[(S. 781]—812)

Des Pfingstfestes wegen muß der Anzeigenteil des Heft 22 am Sonnabend, den 26. Mai, vormittags 8 Uhr abgeschlossen werden

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 24. Mai 1928 | Heft 21

Anschlußbatterien.

Oberingenieur E. Dähne, Lichterfelde.

Übersicht. **Es wird auf die wirtschaftliche Verwendung von Akkumulatorenbatterien bei den Stromabnehmern der Elektrizitätswerke hingewiesen und durch Berechnungen gezeigt, daß solche bei geeigneter Tarifbildung auch bei niedrigem Strompreis für die Elektrizitätswerke sehr vorteilhafte Abnehmer sind, weil durch sie die Elektrizitätswerke in Zeiten schwacher Belastung besser belastet werden und sie weiter, u. zw. in der Hauptsache, gestatten, in der Hauptlichtzeit im Winter die Zentrale — vom Kessel bis zum Hausanschluß — in Höhe der Anschlußstärke voll zu entlasten. Hierin liegt der große Vorteil gegenüber den Warmwasserspeichern, der gleichzeitig begründet, weshalb Stromtarife für solche Batterien noch niedriger sein sollten als für Elektrowarmwasserspeicher. Die Elektrizitätswerke sind in der Lage, die durch die Anschlußanlage in der Zeit der Lichtspitze und damit für das ganze Jahr frei gewordene Elektrizitätswerksleistung anderweitig zu verkaufen und damit den Reingewinn zu verdoppeln. Der Stromabnehmer, der solche Batterien aufstellt, hat nicht nur den Vorteil wirtschaftlicheren Strombezuges, sondern eine weit größere Sicherheit in der Stromversorgung. Ein besonderer Vorteil liegt noch in der vollständigen Geräuschlosigkeit dieser Betriebsweise, die bei einer Reihe solcher Anlagen bis zu 30 Jahren besteht und sich sehr bewährt hat.**

Die Aufspeicherung billiger elektrischer Arbeit in Akkumulatoren und die Ausnutzung der aufgespeicherten Energie in den Stunden der starken Elektrizitätswerksbelastung ist ein Verfahren, welches sich seit 30 Jahren in einer Reihe von Betrieben sehr bewährt und bezahlt gemacht hat. S o l c h e B a t t e r i e a n l a g e n e i g n e n s i c h b e s o n d e r s g u t z u r D ä m p f u n g d e r W i n t e r l i c h t s p i t z e d e r E l e k t r i z i t ä t s w e r k e.

Unter Anschlußbatterien sind Batterien zu verstehen, die beim Abnehmer betrieben werden, u. zw. so, daß die zum Aufladen der Batterie benötigte Energie dem Netz des Elektrizitätswerkes entnommen, ihm jedoch nicht wieder zurückgegeben wird, sondern in der angeschlossenen Anlage selbst zur Verwendung gelangt. Solche Batterien können sowohl für Anschluß an Gleichstrom oder Drehstromnetze als auch bei Hochspannung oder Niederspannung Verwendung finden; zumeist geben sie ihren Strom mit Niederspannung ab.

Der Zweck der Anschlußbatterien besteht darin, Strom in Stunden schwacher Belastung des liefernden Elektrizitätswerkes aufzunehmen, um ihn dann in Zeiten starker Belastung dieses Werkes an die angeschlossene Anlage abzugeben, wobei gleichzeitig die Stromentnahme aus dem Netz des Elektrizitätswerkes gesperrt ist. Bei Werken mit großer Winterlichtspitze kommen hierfür die späten Nachmittagsstunden des Winterhalbjahres und in geringerem Maße auch die frühen Morgenstunden im Winter vor Sonnenaufgang in Betracht. Das stromliefernde Werk kann mithin die Anschlußbatterien in betriebschwachen Stunden mit Strom für die Höchstbelastungsstunden versorgen und dann, weil die Anschlußbatterien zu Zeiten des Höchstbedarfes keinen Strom vom Netz aufnehmen dürfen, dieselbe Strommenge nochmals verkaufen. Hierin liegt auch der große Unterschied zwischen einem Elektrowarmwasserspeicher oder einem Speicherbackofen, der die Nachtsenke ausfüllt, aber nicht — wie die Batterie — zu Zeiten der Maximalbelastung wieder Strom abgeben, d. h. die Zentrale nebst Verteilungsystem entlasten kann. Hieraus ergibt sich von selbst, daß solche Batterien im Strompreis günstiger gestellt sein können als andere Verbraucher. Die Batterie ersetzt glatt die anteilige Grund- und Spitzenbelastung des Elektrizitätswerkes in Stärke des Anschlusses. Beträgt beispielsweise die Spitzenlast des letzteren 100 kW, so werden diese in der Zeit des stärksten Verbrauches verfügbar und können zur Deckung des Strombedürfnisses eines anderen Anschlusses bis zur vollen Höhe benutzt werden. Es liegt mithin im Interesse des stromliefernden Werkes, den Bau solcher Anschlußanlagen zu unterstützen, weil dadurch die Zentrale und das Stromverteilungssystem weit besser ausgenutzt werden. In früheren Zeiten sind solche Anlagen gewöhnlich nur mit einer Nachmittags-Sperrzeit bedacht worden, weil diese Spitze bei den meisten Elektrizitätswerken die größte ist. Diese Regel gilt i. a. auch heute noch, jedoch kann das stromliefernde Werk, wenn es nötig sein sollte, noch weiter gehen und außer der Nachmittags- noch eine Morgen-Sperrzeit einführen. Die Batterien werden dann, wenn in den Mittagstunden eine Nachladung möglich ist, kaum größer, nur ihre Jahresbeanspruchung wächst etwas, bleibt aber in den zulässigen Grenzen.

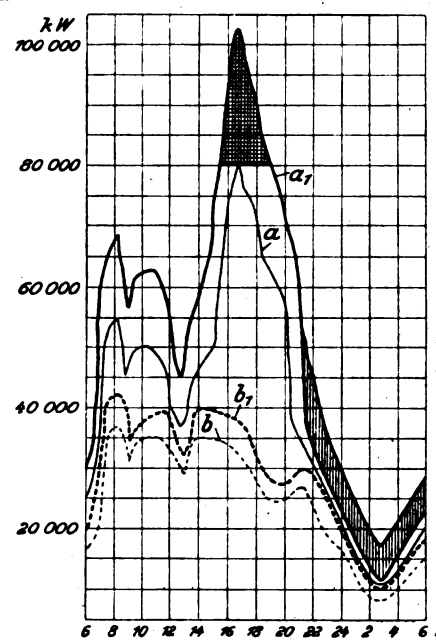


Abb. 1. Tagesleistung eines Großkraftwerkes (*a*, *b* Winter- u. Sommertag ohne, a_1, b_1 desgl. mit Anschlußbatterien. Die durch letztere unterdrückte Spitze ist doppelt, die Ladeenergie für Anschlußbatterien einfach schraffiert.

Das vorstehende Belastungsbild (Abb. 1) für Winter und Sommer eines der größten Elektrizitätswerke Deutschlands läßt erkennen, wie hoch und hervortretend sich die Lichtspitze in den Wintertagen entwickelt. Es zeigt weiter, wie durch Anschlußbatterien sich das Elektrizitätswerk nebst Verteilungsanlagen besser ausnutzen läßt, ohne daß die Winterspitze weiter ansteigt; die Anschlüsse können vermehrt werden, und die Nachtlast wächst durch die Batterieladung.

Das Sommerbild wirkt sich etwas anders, aber ebenfalls in der Weise aus, daß das Elektrizitätswerk besser ausgenutzt wird.

Nun braucht keineswegs angenommen zu werden, daß sich ein idealer Ausgleich auch nur annähernd einstellt. Es ist schon ein Vorteil, wenn nur eine Vergrößerung der Spitze hintangehalten wird.

Der Umstand, daß doch nur ein Teil der Anschlüsse für solche Anschlußbatterien in Frage kommt, bringt es mit sich, daß das Elektrizitätswerk in der Bemessung der Sperrzeit nicht zu weit auszuholen braucht, denn die obere Spitze ist immer nur von kurzer Dauer. Das ist bei Festsetzung des Strompreises von gewisser Bedeutung.

Nach dieser Schilderung der Vorteile, die das stromliefernde Werk hat, wird es nötig, auch von dem Nutzen zu sprechen, den der Anschlußnehmer von der Aufstellung der Batterie erwarten kann. In erster Linie müssen die Stromkosten selbstverständlich soweit ermäßigt werden, daß die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten der Batterie wieder herauskommen. Dieser Ausgleich bietet aber noch keinen Anreiz für die Aufstellung einer Batterie, und folglich muß noch ein weiterer erheblicher Nachlaß im Strompreis vorliegen, um die Beschaffung solcher Anlagen zu erreichen.

Für den Anlagenbesitzer besteht außerdem der große Vorteil, daß er durch die Batterie die Möglichkeit hat, Störungen in der Stromversorgung zu überbrücken. Wie hoch diese Möglichkeit eingeschätzt wird, ist daraus ersichtlich, daß Warenhäuser, Hotels, Banken, Krankenhäuser, Bahnhöfe usw. sich eine solche Batteriereserve anschaffen, nur zu dem einzigen Zweck, eine etwa im Jahre vorkommende kurzzeitige Stromunterbrechung überbrücken zu können. Diese Batterien stehen gewöhnlich auf „Ladungserhaltung" geschaltet, d. h. dauernd mit der vollen Leistung zur Verfügung.

Man wird nun leicht geneigt sein, anzunehmen, daß die Kosten der Anschlußbatterie gewissermaßen von dem stromliefernden Werk getragen werden müssen. Das ist aber keineswegs der Fall, wie nachstehende Überlegung zeigt. Ein Großkraftwerk mit vornehmlich Nahversorgung wird in seinem Wert einschließlich Verteilungsanlage je nutzbares Maschinen-kW mit 1000 RM eingesetzt. Hierin ist eine 25prozentige Reserve und außerdem eine 25prozentige Erweiterung der Stromversorgung eingeschlossen. Dieses eine Kilowatt würde also der Spitzenleistung am kürzesten Tage entsprechen. Der Kohlenverbrauch bei Vollast mit größten und besten Kesseln und Turbinen sei 0,5 kg (7000 WE/kg) zum Preis von 30 RM/t frei Kesselraum. Für Kapitaldienst, Unterhaltung, Rücklage, Unkosten und Löhne seien, ausschließlich Kohlen, 20 % des Anlagewertes angenommen,

was ergibt.		200 RM/Jahr
Dazu kommen noch die Leerlaufkosten, angenommen mit 25 % des Vollastverbrauchs = 0,125 kg je 3 Pf =	0,375 Pf	
zuzüglich 10 % des Vollastverbrauchs als Verlust in Transformatoren, Umformern und Leitungen	0,150 Pf	
	0,525 Pf	
0,525 · 8760 h/Jahr =		46 RM/Jahr
		246 RM/Jahr
Für Unvorhergesehenes und zur Abrundung		4 „ „
Selbstkosten des leerlaufenden Werkes je Kilowatt also		250 RM/Jahr,

die entstehen, ob das Werk benutzt wird oder nicht.

Hierzu kommt der Kohlenverbrauch je abgegebene Kilowattstunde mit . . . 0,5 kg Kohle
abzüglich Leerlauf . . . . 0,125 „
0,375 kg je 3 Pf = 1,125 Pf

zuzüglich 10 % des Vollastverbrauchs für Verluste in Transformatoren, Umformern und Leitungen = 0,150 Pf
1,275 Pf

Mit Reingewinn-Aufschlag (die Verzinsung des Anlagekapitals ist in der festen Quote von 250 RM enthalten) entsprechend 15 % des Anlagekapitals bei Vollausnutzung

$$\frac{1000 \cdot 0{,}15}{8760} = 1{,}712 \text{ Pf/kWh}$$

zur Abrundung . . . . 0,013 „ „

Kohlen- und Reingewinn-Zuschlag mithin . 3,00 Pf/kWh[1]

Aus diesen Zahlen ergibt sich nunmehr bei verschiedenem Ausnutzungsfaktor des Werkes, letzterer bezogen auf die Spitzenlast von 1 kW (d. h. ohne Rücksicht auf Reserve- und Vergrößerungsanteil) nachstehende Zahlentafel 1:

Zahlentafel 1.

Jahresbenutzungsdauer . . . h	8760	7008	5256	3500	2628	1752	1314	876	701	526	350	175
Ausnutzung . . . %	100	80	60	40	30	20	15	10	8	6	4	2
Feste Quote . . . RM	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Arbeitsgebühr . . . „	263	210	158	105	79	53	39	26	21	16	10	5
Zusammen RM	513	460	408	355	329	303	289	276	271	266	260	255
je 1 kWh Pf	5,87	6,57	7,8	10,1	12,5	17,3	22	31,5	38,7	50,7	74	146

Zum Vergleich sei für dieselben Jahresbenutzungsdauern der Tarif I eines großen Elektrizitätswerkes in Zahlentafel 2 beigefügt:

Zahlentafel 2.

Ausnutzung . . . %	100	80	60	40	30	20	15	10	8	6	4	2
Grundgebühr . . . RM	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Arbeitsgebühr . . . „	1400	1120	840	560	420	280	210	140	112	84	56	28
Zusammen RM	1442	1162	882	602	462	322	252	182	154	126	98	70
je 1 kWh Pf	16,5	16,6	16,8	17,2	17,5	18,3	19,2	20,8	22	24	28	40

Aus beiden Zahlentafeln ergeben sich die Schaulinien der Abb. 2. Diese beiden Berechnungsarten werden auf den tatsächlichen Jahresverbrauch eines an das Berliner Gleichstromnetz angeschlossenen Bureauhauses angewendet und

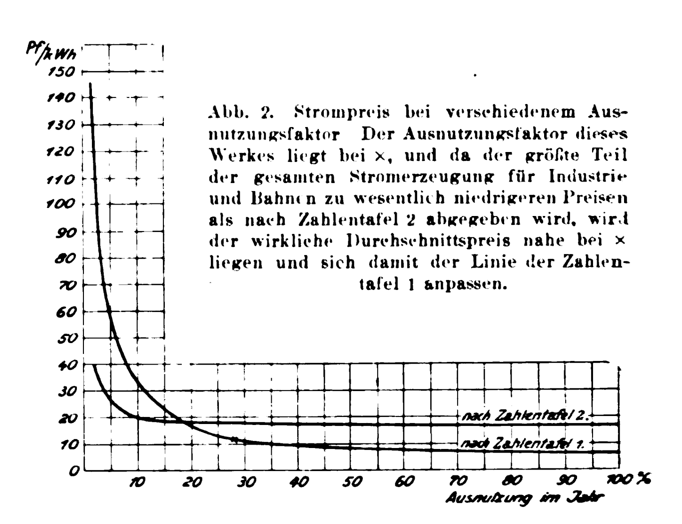


Abb. 2. Strompreis bei verschiedenem Ausnutzungsfaktor. Der Ausnutzungsfaktor dieses Werkes liegt bei ×, und da der größte Teil der gesamten Stromerzeugung für Industrie und Bahnen zu wesentlich niedrigeren Preisen als nach Zahlentafel 2 abgegeben wird, wird der wirkliche Durchschnittspreis nahe bei × liegen und sich damit der Linie der Zahlentafel 1 anpassen.

ergeben folgendes: Anschlußstärke 66 kW, Jahresverbrauch 53 000 kWh, Spitzenlast an einem Dezembertage 48 kW, Durchschnitt 6 kW = 13 % der Spitzenlast und 9 % des Anschlußwertes.

Stromkosten:

nach Zahlentafel 1
48 kW je 250 RM . . . . 12 000 RM
53 000 kWh je 3 Pf . . . . 1 590 „
13 590 RM.

[1] Daß diese Werte sich nicht sehr weit von der Wirklichkeit entfernen, wird nachträglich durch die Angaben Direktor Rehmers in seinem Vortrage vom 13. XII. 1927 bestätigt, der die Erstellungskosten je Kilowatt im Elektrizitätswerk der „Bewag" einschließlich des Verteilungssystems mit etwa 1100 RM einsetzt. Er führte weiter aus, daß ein Strompreis von 8 Pf für die Nacht-kWh nach dem Beispiel eines großen ausländischen Werkes auf 3,5 bis 4 Pf heruntergesetzt werden könne und der Verdienst dabei noch größer sei als bei mancher am Tage abgegebenen Kilowattstunde. Vgl. ETZ 1928, S. 73.

nach Zahlentafel 2

Grundgebühr (nach der Zählergröße, d. h. dem Anschlußwert berechnet)	
66 kW monatlich 231 × 12 . . . =	2 772 RM
53 000 kWh je 16 Pf . . . . . =	8 480 „
	11 252 RM.

Die Gegenüberstellung soll zeigen, daß dieser Abnehmer mit seinem ansehnlichen Licht- und Kraftverbrauch zu einem gar nicht so niedrigen Strompreis doch nicht zu den günstigen Kunden des Werkes gehört, was auf den geringen Ausnutzungsfaktor, den die Anschlußanlage hat, zurückzuführen ist; dabei ist dieser noch wesentlich besser als bei vielen anderen Anschlüssen.

Weiterhin soll nun gezeigt werden, wie sich die Verhältnisse für das Elektrizitätswerk durch Aufstellung von Anschlußbatterien wesentlich verbessern lassen. Obiges Bureauhaus hat an einem Dezembertage den höchsten Tagesverbrauch von 317 kWh, wovon 144 kWh in die Spitze von $15 \div 19^{h} = 4$ h fallen. Hierfür genügt eine Batterie von 48 kW während 3 h = 144 kWh, die reichlich in der Lage ist, diese 144 kWh innerhalb 4 h abzugeben. In der Regel wird die Anschlußbatterie so groß genommen, daß sie die Spitzenleistung während der Dauer der Sperrzeit abgeben kann, in diesem Falle also 48 kW während 4 h. Diese letztere Batterieanlage würde etwa 48 · 740 = 35 520 RM kosten.

Der Gesamtverbrauch wäre in der nach der Tageslänge verschieden abgestuften Sperrzeit des Winterhalbjahres zusammen 13 150 kWh = 25 % der maximalen Batteriejahresleistung. (Es ist dies ein Wert, wie er bei Anschlußanlagen häufig zutage getreten ist.) Der Ladestrom-Mehraufwand überschreitet nicht 25 % Batterieverlust + 5 % Zusatzmaschinenverlust = 30 % = $\frac{1}{0{,}7}$ = 1,43 — 1 = 0,43 der entladenen Kilowattstunden.

Gesamtstromverbrauch	53 000 kWh
zuzüglich 0,43 von 13 150 . . . . =	5 730 „
	58 730 kWh.

Werden diese Kilowattstunden zum Preis von je 3 Pf gerechnet, so sind dies	1 762 RM
gegenüber der Berechnung nach Tarif (Zahlentafel 2)	11 252 „
die Differenz beträgt	9 490 RM,

und läßt erkennen, daß die Batterie in vier Jahren bezahlt ist.

Oder rechnet man 20 % für Kapitaldienst und Unterhaltung nebst Bedienung der Batterie je Jahr = 7104 RM, so wird durch die Stromersparnis nicht nur diese Summe gedeckt, sondern es bleiben darüber hinaus noch 2386 RM übrig.

Das Elektrizitätswerk kann durch die ausbedungenen Sperrstunden und weil seine Anlagen außerhalb der Spitze sowieso nicht ausgenutzt sind, einen weiteren Abnehmer mit dem gleichen Stromverbrauch im Jahre versorgen und hätte dann ohne jede Erweiterung seiner Anlage eine Gesamteinnahme

von 11 252 RM bei (53 000 · 1,712 Pf)
= 907 RM Reingewinn
und 1 762 RM bei (58 730 · 1,712 Pf)
zus. 13 014 RM = 1005 RM Reingewinn,
Gesamteinnahme bei 1912 RM,

d. h. mehr als den doppelten Reingewinn.

In Abb. 3 sind diese Verhältnisse nochmals dargestellt. Man sieht, daß zwei gleich große Anschlüsse ohne Batterie die doppelte kW-Leistung erfordern gegenüber zwei anderen Anschlüssen gleicher Stärke, von denen einer mit Anschlußbatterie versehen ist. Letzteres ist nur dadurch möglich, daß das Elektrizitätswerk nebst Verteilungsystem in der Winterspitze für den Anschluß „C" durch die Batterie entlastet ist, und so rechtfertigt sich auch der billige Strompreis für diesen Anschluß, der für die Gesamtjahresabnahme gilt. Die übliche Leistungsgebühr wird von dem Anschluß „D" bezahlt, sie braucht deshalb von „C" nicht nochmals getragen zu werden. Trotz des billigen Strompreises für „C" wirft auch dieser Anschluß denselben Reingewinn ab wie „D". Das oben erwähnte Elektrizitätswerk rechnet z. B. für Nachtstrom nur $^1/_5$ der Leistungsgebühr und gibt dabei den Hochspannungstrom mit 2 Pf/kWh ab. Dabei tritt aber für die Winterspitze noch keine Entlastung der Zentrale und des Leitungsnetzes ein, wie es bei der Anschlußbatterie der Fall ist.

Man darf nicht außer acht lassen, daß für diese Winterspitze von wenigen 100 h — sie macht oft nur 5 % der im Jahre nutzbar abgegebenen Kilowattstunden aus — rund die Hälfte der gesamten Elektrizitätswerksleistung einschließlich Verteilungsnetz in Anspruch genommen wird. Deshalb ist es vertretbar, für Anschlüsse mit Batterien und Wintersperrzeit nicht nur in dieser selbst, sondern im ganzen Jahr den sehr niedrigen Strompreis zu rechnen. Das Elektrizitätswerk braucht nicht neue Kapitalien für Vergrößerung seiner Anlagen zu beschaffen, denn die Kosten der Batterieeinrichtung gehen zu Lasten des Anschlußnehmers.

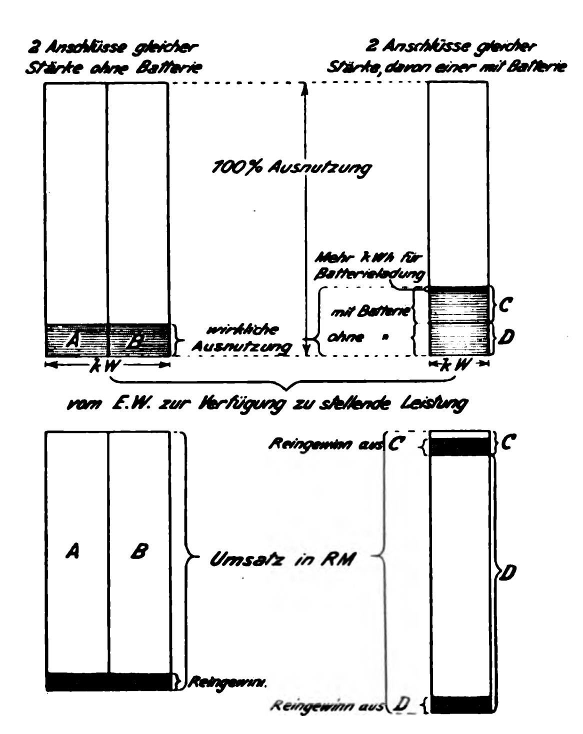


Abb. 3. Ausnutzungsfaktor und Reingewinn ohne und mit Anschlußbatterie.

Es ist nicht daran zu denken, daß selbst eine größere Anzahl solcher Anschlußbatterien die Winterbelastungspitze vollständig wegnehmen wird; aber bei günstigen Strombezugsbedingungen kann doch eine fühlbare Entlastung eintreten.

Natürlich wird, wenn die durch die Sperrzeit bei Anschlußbatterien frei gewordene Leistung wieder an andere Stromabnehmer abgegeben wird, die Spitze selbst nicht zurückgehen; es läßt sich aber wenigstens ihr weiteres Ansteigen und eine etwa damit in Zusammenhang stehende Vergrößerung des Werkes zurückhalten. Auch bei vorhandenen Anschlußbatterien wird sich in letzterem selbst wieder eine Spitze einstellen; aber sie liegt unter allen Umständen niedriger als ohne Anschlußbatterien. Die Möglichkeit, diese Spitze auszugleichen, hat das Werk durch Benutzung von eigenen Batterien.

Anschlußbatterien sind am wirtschaftlichsten im Anschluß an das Niederspannungsnetz zu errichten, denn durch diese Anordnung werden sämtliche Einrichtungen des Elektrizitätswerkes, von der Zentrale bis zum Hausanschluß gerechnet, in der Sperrzeit für anderweitige Stromabgabe frei.

Wird eine solche Anschlußbatterie statt im Gleichstrom-Niederspannungsnetz im Niederspannungs-Drehstromnetz angeschlossen, so ist bei den angezogenen Strompreisen die Wirtschaftlichkeit nicht ganz so günstig wie bei Gleichstrom, weil ein Mehraufwand durch den Umformer- bzw. Gleichrichterverlust eintritt. Wird vorausgesetzt, daß der Gleichstrom sich ohne nochmalige Umformung im Anschlußnetz verwenden läßt, was bei der Beleuchtungsanlage ausnahmslos der Fall sein wird, so ergeben sich in dem zuerst erwähnten Beispiel

bei Strombezug nach Zahlentafel 2 . .	11 252 RM
„ „ zu 3 Pf/kWh	1 862 „
d. h. es bleibt ein Überschuß von . . .	9 390 RM,

von denen die Batteriekosten gedeckt werden müssen.

Selbstverständlich können Anschlußbatterien bei geeigneter Tarifgestaltung auch für Anschlüsse an das Hochspannungsnetz eingerichtet werden.

Wird eine Batterie für Aushilfe bei Stromstörungen verlangt, so läßt sich dieser Zweck besonders wirtschaftlich mit dem der Anschlußbatterie vereinigen. Kostet z. B. eine Batterie für einstündige Aushilfsleistung 300 RM/kW, so kostet dieselbe Aushilfsleistung, wenn eine Anschlußbatterie für 4 h um 1 h Leistung größer genommen wird, nur 140 RM, d. i. der Unterschied im Preise zwischen einer Batterie für 4 h und einer solchen für 5 h Leistung.

Es ist ferner denkbar, die Last der Reklamebeleuchtung für das Elektrizitätswerk in der Spitzenzeit dadurch erträglicher zu machen, daß sie mit Anschlußbatterien für kurzzeitige, vielleicht ein- oder zweistündige Sperrzeit in Verbindung gebracht wird. Wenn nötig, können die Sperrzeiten der einzelnen Abnehmer versetzt angeordnet werden, so daß z. B. die eine Anlage von 16 bis 17 h, die andere von 17 bis 18 h Sperrzeit hat. Eine solche Anschlußanlage für 1 h Leistung belastet die jährlichen Stromausgaben mit etwa 50 RM/kW. Das ist im Hinblick auf den großen Stromverbrauch der Reklame außerhalb der Sperrzeit kein sehr hoher Betrag, so daß also der Strompreis nicht viel gesenkt zu werden braucht, um doch schon für das Elektrizitätswerk eine recht fühlbare Entlastung und anderseits für den Anschlußnehmer eine Verbilligung herbeizuführen.

Ein derart niedriger Strompreis, wie er hier eingesetzt ist, wird von dem Elektrizitätswerk nur unter Einschaltung einer Kohlenklausel gestellt werden können. Der Anschlußnehmer anderseits wird Wert darauf legen, daß ihm diese Strombezugsbedingungen über eine längere Zeit gesichert sind, damit er in der Lage ist, die angelegten Kapitalien verlustlos abschreiben zu können. Es wird sich meist um größere Anschlüsse handeln, und deshalb ist anzunehmen, daß die erforderlichen Kapitalien verhältnismäßig preiswert zur Verfügung gestellt werden, insbesondere aber dann, wenn das Elektrizitätswerk den Betrieb und die Überwachung der Anschlußbatterie übernimmt, wobei sich dieses bezüglich Unterhaltung der Batterie bei der Akkumulatorenfabrik durch einen Instandhaltungsvertrag sichern kann. In dieser Form der Betriebsführung liegt die Gewähr, daß die Anlagen stets in bester Verfassung sind; auch hat das Werk die Gewißheit, daß sie in dem ausgemachten Sinne benutzt werden. Es handelt sich hier nicht um einen Sprung ins Dunkle, denn Anschlußbatterien sind seit mehreren Jahrzehnten in Betrieb, und beide Teile, d. h. Elektrizitätswerk und Anschlußnehmer, fahren dabei gut.

Wenn in den obigen Beispielen der Strompreis sehr niedrig gerechnet ist und höchstens unter besonderen Umständen von in frachtlicher Hinsicht günstig gelegenen Dampfwerken oder von Wasserkraftwerken unterboten werden kann, so ist anderseits mit Bestimmtheit anzunehmen, daß viele Werke nicht so billig rechnen können. Dann aber ist auch ihr Stromverkaufspreis höher, so daß im ganzen die Wirtschaftlichkeit der Anschlußbatterie nicht beeinträchtigt wird, im Gegenteil, sie kann noch besser sein.

Um schnell einen Überblick zu bekommen, ob und unter welchen Voraussetzungen Anschlußbatterien einzurichten sind, werden in nachstehender Übersicht die ungefähren Anschaffungskosten je Kilowatt einer solchen Anlage bei verschiedener Entladezeit angegeben. In dem Preis sind sämtliche Kosten, auch für Maschinen und Apparate bzw. Gleichrichter, eingeschlossen:

Anschaffungskosten von Anschlußbatterien in Größe von etwa 20 kW ab je Kilowatt

für	1	2	3	4	5	7½	10 h	Entladung
	300	440	590	740	880	1210	1530 RM.	

Steht fest, welche Spitzenlast in Kilowatt ein Anschluß am kürzesten Tage im Jahr hat, so läßt sich nach Festsetzung einer bestimmten Sperrzeit die Entladezeit und damit die Batteriegröße bestimmen. Die Entladezeit wird, wenn es sich um die Deckung einer Spitze handelt, gewöhnlich mit der Sperrzeit übereinstimmen. Die Batterie fällt dann etwas größer aus als nötig ist, weil kaum jemals der volle Entladestrom von Anfang bis zu Ende der Sperrzeit abgenommen wird. Handelt es sich darum, an den kürzesten Tagen außer der Hauptspitze noch eine Nebenspitze zu decken, z. B. außer der Nachmittagspitze noch eine kleine Frühspitze, so wird es möglich sein, dies mit einer Batterie zu tun, die für die Nachmittagspitze ausreicht, vorausgesetzt, daß in der zwischen beiden Spitzen liegenden Zeit eine Nachladung möglich ist. Die mittlere Jahresbeanspruchung der Batterie wird dadurch nicht erheblich erhöht, weil diese Deckung der Frühspitze nur kurze Zeit im Jahr nötig sein wird. Einer Batterieleistung von 100 kW dreistündiger Entladung entsprechen ungefähr 240 Zellen mit 702 Ah bei 440 V Netzspannung.

Ist also auf obige Weise die Größe und Entladedauer für eine Anschlußbatterie bestimmt, so gibt die folgende Zusammenstellung die jährlichen Unkosten dafür an, u. zw. sind sie mit 20 % vom Anschaffungspreis, abzüglich Altwert zuzüglich Stromkosten, eingesetzt. Durch diese 20 % werden Verzinsung, Abschreibung, Instandhaltung und Betriebsführung gedeckt. Der Stromverlust, der bei 35 % Batteriebeanspruchung im Jahresdurchschnitt entsteht, ist zu 3 Pf/kWh angenommen. Er spielt geldlich keine große Rolle, so daß selbst bei zwei- bis dreifach höherem Strompreis die Zahlen als Annäherungswerte gelten können:

Jahresunkosten von Anschlußbatterien einschl. Ladeverlust

für	1	2	3	4	5	7½	10 h	Entladung
	51	79	107	139	165	224	288 RM.	

Bei niedrigerem Zinssatz wird dieser Unkostensatz sich sogar noch ermäßigen. Hier ist mit 8 % und 20jähriger Abschreibung gerechnet worden.

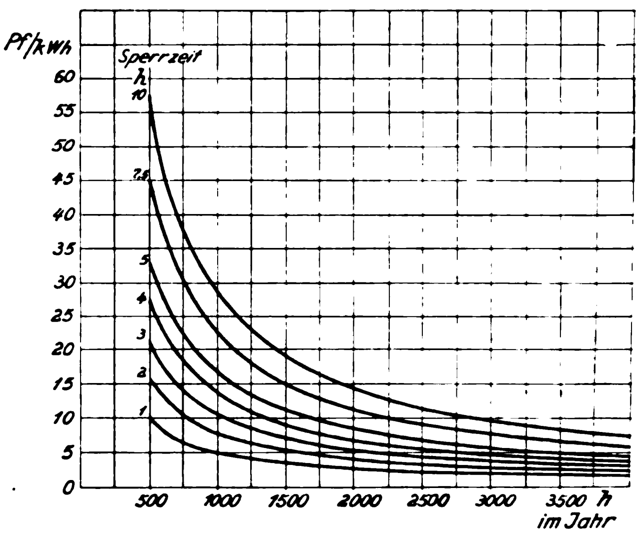


Abb. 4. Jährliche Batterieunkosten je Kilowattstunde bei verschiedener Benutzungsdauer des Anschlußwertes.

In Abb. 4 sind die jährlichen Batterieunkosten für die im Anschlußnetz bei verschieden langer Sperrzeit verbrauchte Nutzkilowattstunde in Abhängigkeit von der Ausnutzungszeit des Anschlußnetzes dargestellt.

Wird nun der passende jährliche Unkostensatz von der bisherigen Stromrechnung abgesetzt, so läßt der übrig bleibende Betrag, dividiert durch die Anzahl der im Jahr verbrauchten Kilowattstunden (der Batterieverlust ist in den Batterieunkosten enthalten), den höchstzulässigen Strompreis erkennen, z. B.:

Jahresstromrechnung	11 252 RM
jährliche Batteriekosten 139 RM · 48 kW =	6 672 „
höchstzulässige Stromrechnung . . .	4 580 RM,

$$\text{höchstzulässiger Strompreis } \frac{4\,580 \text{ RM}}{53\,000 \text{ kWh}} = 8{,}6 \text{ Pf.}$$

Dieser Strompreis bietet dem Anschlußnehmer aber noch keinen Anreiz zur Beschaffung solcher Anlage und wird daher noch unterschritten werden müssen. Es ist sogar erwägenswert, ob das Elektrizitätswerk dem Anschlußnehmer den Strom nicht zum bisherigen Preis liefert, dafür aber die Anschlußbatterie auf eigene Kosten einrichtet; es spart dann den weiteren Strompreisnachlaß und kann sich diese Ersparnis auf bessere Verzinsung des Anlagekapitals anrechnen. Wenn also in dem oben erwähnten Beispiel bei einem Anlagekapital von 35 520 RM außer der in den Batteriekosten enthaltenen normalen Verzinsung noch rund 8,5 % durch den Überschuß von etwa 2990 RM (d. h. 4580 RM — 53 000 kWh zu je 3 Pf) gewonnen werden, so ist dies ein nicht unwesentlicher Betrag.

Gewöhnlich wird das Werk, wenn es sich um einen staatlichen oder städtischen Betrieb handelt, das Geld billiger zur Verfügung haben als ein Privater, so daß schon aus diesem Grunde die Wirtschaftlichkeitsberechnung günstiger ausfällt.

Auf die technischen Einzelheiten solcher Anschlußbatterien soll hier nicht eingegangen werden. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß diese Verhältnisse klar und einfach sind. Es bestehen nicht die geringsten Bedenken wegen eines Anschlusses an ein Gleichstrom- oder an ein Drehstromnetz.

Aus vorstehendem ergibt sich mithin ohne allen Zweifel, daß sich bei entsprechend günstigen Strombezugsbedingungen in vielen Niederspannungsnetzen — am einfachsten natürlich in Gleichstromniederspannungsnetzen — Anschlußbatterien zum Vorteil sowohl des Elektrizitätswerkes als auch des Stromabnehmers einrichten lassen.

Die Lichtbogensicherheit von Hochspannungsisolatoren.

Von Dr.-Ing. **K. Draeger,** Selb i. Bayern.

Übersicht. **Die Ursache der Lichtbogenüberschläge an Freileitungsisolatoren wird angegeben. Es werden dann Versuche beschrieben, die die Lichtbogensicherheit von Stabisolatoren untersuchen sollen. Aus diesen Versuchen lassen sich einige Schlüsse ziehen auf den Einfluß der Versuchsanordnung, der Stromstärke des Lichtbogens, der Form der Metallkappen usw. Auf Grund dieser zunächst mehr orientierenden Versuche werden die Richtlinien aufgestellt, nach denen systematische Lichtbogenversuche durchgeführt werden müssen.**

Während zu Beginn der Hochspannungstechnik von den Isolatoren in der Hauptsache eine genügend hohe Durchschlagspannung gefordert wurde, hat der Übergang zu Höchstspannungen und höchsten Übertragungsleistungen dazu geführt, neben der Durchschlagspannung eine gesteigerte Sicherheit gegen mechanische und thermische Beanspruchungen zu fordern. Man kann heute sagen, daß die Durchschlagspannung von Anfang an genügend hoch war, und daß die zahlreichen Durchschläge nicht auf eine zu geringe Durchschlagfestigkeit des Porzellans, sondern auf Mängel in der Konstruktion zurückzuführen waren. Auch die Entwicklung der mechanischen Eigenschaften hat mit den steigenden Anforderungen Schritt gehalten, dagegen hat die zu geringe thermische Widerstandsfähigkeit der Isolatoren in neuerer Zeit Anlaß zu Störungen gegeben. Zwar halten die Isolatoren die dauernden Temperaturschwankungen der Atmosphäre anstandslos aus, auch wenn plötzliche Temperaturstürze von 60 ... 70° auftreten. Dagegen ist die Widerstandsfähigkeit gegen Lichtbogen hoher Leistung, bei denen örtliche Temperaturerhöhungen bis zu mehreren tausend Grad vorkommen, diesen Anforderungen nicht gewachsen. Teile der Isolatoren platzen ab, wobei bei Kappenisolatoren unter Umständen durch den Lichtbogen sogar die Eisenbolzen schmelzen (Abb. 1) und bei Vollkernisolatoren die Porzellanschäfte völlig zertrümmert werden können, so daß die Leitung herunterfällt. Da letzteres unter allen Umständen vermieden werden muß, kann man ohne Übertreibung sagen, daß die Frage der Lichtbogensicherheit heute im Isolatorenbau von größerer Bedeutung ist als weitere Verbesserungen der schon genügend hohen elektrischen und mechanischen Festigkeit.

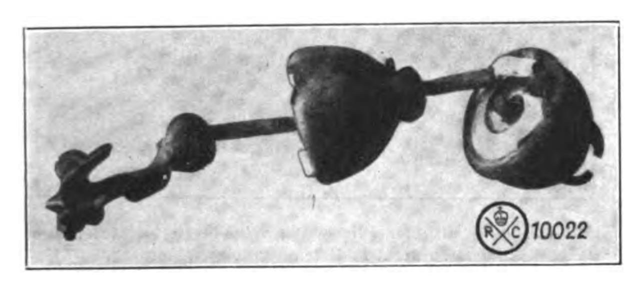


Abb. 1. Durch Lichtbogen zerstörte Klein-Kugelkopfisolatoren mit verlängertem Klöppel.

Bei den an den Freileitungen auftretenden Überschlägen kann man vier Fälle unterscheiden:

1. Überschlag an verschmutzten Isolatoren bei Betriebspannung.

Diese Überschläge treten dann ein, wenn die Isolatorenoberfläche durch Ruß, Zement, Staub usw. bedeckt ist, so daß bei Nebel oder feinem Regen die ganze Oberfläche sich mit einer schmierigen, gut leitenden Schicht überzieht. Die Folge davon ist, daß ein mehr oder weniger großer Wirkstrom über die Oberfläche fließt. Bei genügend starker Verschmutzung kann es so weit kommen, daß schon bei normaler Betriebspannung ein direkter Kurzschluß über die Isolatorenoberfläche entsteht und der gesamte Erdschluß- bzw. Kurzschlußstrom über die Isolatoren wegfließt, und zwar dicht an der Oberfläche. Es entsteht dabei also zunächst gar kein eigentlicher Lichtbogen, wenn die Stromstärke nicht einen gewissen Wert überschreitet. Das gefährlichste ist, daß dieser Zustand außerordentlich lange andauern kann, ehe er bemerkt wird, da der Strom unter Umständen ganz gleichmäßig fließt und die Schalter nicht auslösen. Bei niedriger Stromstärke werden die Erdschluß-Anzeigevorrichtungen überhaupt versagen, da ja immer noch eine verhältnismäßig hohe Spannung zwischen Leitung und Erde besteht. Durch den langfließenden, wenn auch verhältnismäßig kleinen Strom entsteht natürlich eine außerordentliche Erwärmung des Porzellans, die leicht zu Brüchen Veranlassung geben kann. Schutzhörner und Schutzringe nützen dabei zunächst gar nichts oder treten jedenfalls erst dann in Wirksamkeit, wenn der volle Kurzschlußstrom über die Kette fließt und der Lichtbogen sich von der Kette abhebt.

2. Überschläge an unverschmutzten Isolatoren, eingeleitet durch Überspannungen.

An unverschmutzten Isolatoren können Überschläge nur durch Überspannungen als Folge von Schaltvorgängen und atmosphärischen Entladungen entstehen, wobei dann der Netzstrom nachfließt. Auch hier können Beschädigungen der Isolatoren durch die thermische Wirkung des Lichtbogens eintreten, während die Energie der Überspannungswelle so gering ist, daß mechanische Beschädigungen durch den Stoß nicht eintreten können. Dagegen ist es möglich, daß durch die Stoßspannung Schirme durchschlagen werden, wodurch die Überschlagspannung herabgesetzt wird, so daß der Netzstrom leichter nachfließen kann.

Der Lichtbogen verläuft wesentlich anders als bei verschmutzten Isolatoren, er klebt nicht an der Porzellanoberfläche, sondern schlägt zwischen den Metallteilen durch die Luft über, ohne unter Umständen die Kette überhaupt zu berühren. Immerhin geschieht auch hier die Einleitung des Lichtbogens bei ungeschützten Ketten im allgemeinen, wenn auch nicht immer, durch einen Überschlag an der Porzellanoberfläche. Der Überschlag einer Kette ist daher auch hier meistens kein reiner Luftdurchschlag, sondern wird durch das isolierende Dielektrikum beeinflußt. Durch Schutzhörner, Schutzringe usw. kann die Isolatorenkette in diesem Falle wirksam geschützt werden. Ist nämlich der Abstand zwischen den Schutzvorrichtungen an den Enden der Kette genügend klein, so zündet der Lichtbogen auch bei Regen stets zwischen den Schutzvorrichtungen, ohne die Kette zu beanspruchen.

3. Überschläge an unverschmutzten Isolatoren bei Überbrückung der Isolatoren durch Fremdkörper.

Diese Überschläge wirken ähnlich wie Überschläge, die durch Stoßspannungen eingeleitet werden. Durch sich schnäbelnde und auffliegende Vögel, durch herabfallende Äste usw. ist häufig die Einleitung eines Überschlages beobachtet worden. Wie bei Fall 1 genügt die Betriebspannung zur Überbrückung des noch nicht durch den Fremdkörper kurzgeschlossenen Teiles. Besonders groß werden die Zerstörungen, wenn die verbrannten und verkohlten Teile längere Zeit auf dem Isolator liegen bleiben und ein Abreißen des Lichtbogens verhindern. Dies tritt besonders bei wagerecht eingebauten Ketten ein.

4. Direkte Blitzschläge.

Die direkten Blitzschläge nehmen augenscheinlich eine Sonderstellung ein. Vorkommnisse in letzter Zeit haben bewiesen, daß bei direkten Blitzschlägen viel mehr die

mechanischen Wirkungen zu Störungen Veranlassung geben als die elektrischen. Natürlich ist es auch hierbei möglich und meistens auch tatsächlich der Fall, daß dem elektrischen und mechanischen Stoß des Blitzschlages der Netzstrom nachfolgt, so daß eine thermische Wirkung zu der mechanischen hinzukommt. Das Ursprüngliche dürfte aber bei Blitzschlägen immer die mechanische Wirkung sein, während die thermische Beanspruchung in der Hauptsache dem Netzstrom zuzuschreiben ist. (Bei Stoßspannung ist ebenfalls die mechanische Wirkung nachweisbar, obwohl die Energie nicht so beträchtlich ist wie bei Blitzschlägen.) Es wird nicht immer möglich sein, einwandfrei festzustellen, ob ein direkter Blitzschlag vorliegt oder ob Überspannungen mit geringerer Energie den Lichtbogen eingeleitet haben und der Netzstrom die Beschädigung verursacht hat. Fall 2 und 4 sind also praktisch nicht scharf zu trennen, zumal die Überschläge in beiden Fällen in der Hauptsache bei Gewittern eintreten werden.

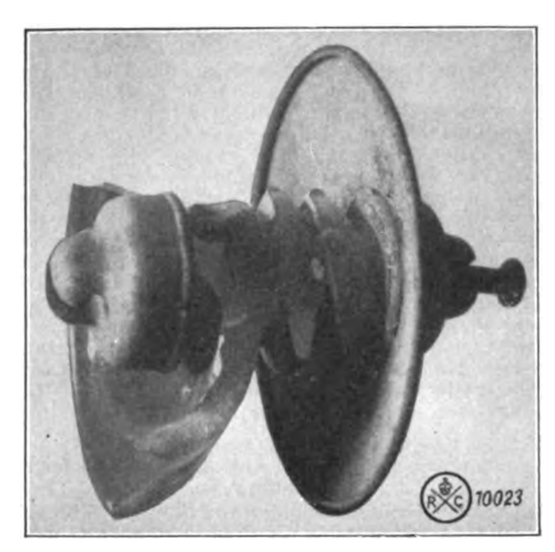


Abb. 2. Zerstörungen an einem verschmutzten Isolator infolge starker Oberflächenströme.



Abb. 3. Die Wirkung eines durch Überspannungen hervorgerufenen Überschlages an einem unverschmutztem Isolator.

Die Abb. 2 . . . 5 geben diese vier typischen Fälle deutlich wieder. Abb. 2 zeigt einen verschmutzten Isolator aus dem Kohlengebiet, der keinen eigentlichen Lichtbogen bekommen hat, sondern bei dem nachweislich in den Morgen- und Abendstunden bei starkem Nebel mehrere Tage lang starke Ströme an der Oberfläche übergegangen sind. Der Isolator nach Abb. 3 dagegen ist in unverschmutztem Zustand infolge von Überspannungen überschlagen worden. Die Spuren des Lichtbogens zeigen sich nur in der Nähe der Metallarmaturen, während der Schirm außen und der zwischen den Schirmen befindliche Porzellanschaft nicht berührt worden sind. Der Lichtbogen an dem Stabisolator nach Abb. 4 ist nachweislich durch Stare eingeleitet worden. Der Isolator war wagerecht an einem Abspannpunkt eingebaut, und die verhältnismäßig starke Beschädigung scheint tatsächlich dadurch verursacht worden zu sein, daß die verkohlten Überreste auf dem Isolator liegen geblieben sind. Am interessantesten ist Abb. 5: hier waren die Isolatoren in einer noch nicht unter Spannung gesetzten Leitung eingebaut, so daß es sich also nur um einen Blitzschlag ohne jede Mitwirkung des Netzstromes handeln kann. Die beiden Isolatoren befanden sich an zwei benachbarten Masten, und zwar waren sie als Einzelglieder eingebaut. Der eine Isolator wurde durch den Blitzschlag zertrümmert, während der zweite durch denselben Blitzschlag nur am Schirm durchschlagen wurde. Die thermische Wirkung ist außerordentlich gering. Das Porzellan ist an den Durchschlagstellen nur soweit gesintert, wie es bei einem normalen Durchschlag im Prüffeld der Fall ist. Die Wirkung dieser Blitzschläge ist also rein mechanischer Natur, und zwar ähnlich einem direkten mechanischen Stoß. Auch die Bruchstelle zeigt das charakteristische wellenförmige Aussehen eines mechanischen Stoßes. Bemerkenswert ist, daß Metallschirme und Armaturen nicht die geringste Schmorstelle aufweisen.

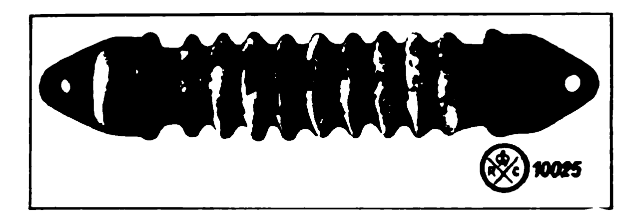


Abb. 4. Beschädigter Stab-Abspannisolator. Der Lichtbogen wurde durch Stare eingeleitet.

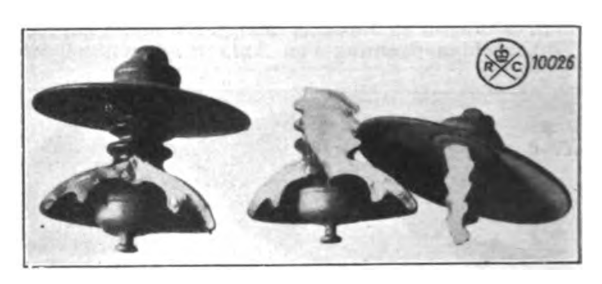
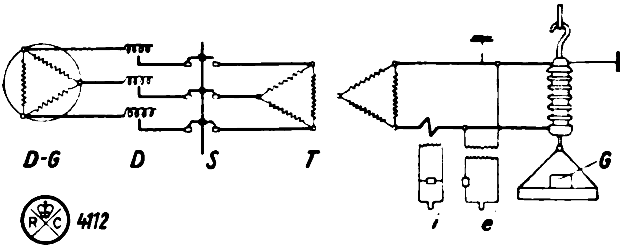


Abb. 5. Durch direkten Blitzschlag beschädigte Isolatoren aus einer noch nicht in Betrieb gesetzten Leitung.

Die angegebenen typischen Fälle zeigen die Notwendigkeit, experimentell die Verhältnisse bei Lichtbogenüberschlägen zu untersuchen. Um einwandfreie Versuchsergebnisse zu erhalten, ist es nun notwendig, die Erscheinung der Praxis möglichst genau nachzuahmen, wobei die richtige Einleitung des Lichtbogens die größte Schwierigkeit bereitet. Es wurde folgende Anordnung getroffen:

1. Der ganze Isolator wurde mit einem leitenden Anstrich versehen (Fall 1: verschmutzter Isolator).

2. Der Lichtbogen wurde durch einen dünnen Metalldraht eingeleitet, der zwischen die Armaturen gespannt wurde. Diese Anordnung entspricht dem unverschmutzten Isolator (Fall 2, 3 und 4). Die Einleitung des Überschlages müßte bei Fall 2 und 4 genau genommen durch einen Spannungsstoß geschehen, was aber mit Rücksicht auf die Isolierung des Kurzschluß-Maschinensatzes nicht möglich war.



D-G Drehstromgenerator — *T* Transformator 1 : 4,4
D Drosselspulen — *G* Gewicht (1000 kg)
S Vorschalter — *i, e* Oszillograph

Abb. 6. Schaltbild zu den Lichtbogenversuchen.

In allen Fällen wurde der Isolator mit 1000 kg belastet, dagegen war es nicht möglich, bei Fall 4 den gleichzeitigen mechanischen Stoß nachzuahmen. Die Versuche

wurden in der Kurzschlußanlage der AEG-Transformatorenfabrik, Berlin-Niederschöneweide, vorgenommen[1]. Die ersten Versuche stellen nur Vorversuche dar, jedoch erscheint es zweckmäßig, schon jetzt einige Ergebnisse mitzuteilen.

Die Versuchschaltung zeigt Abb. 6. Stromstärke und Spannung wurden mit einem Oszillographen, der über Wandler angeschlossen war, gemessen. Den Aufbau des Versuchsisolators zeigt Abb. 7. Die Isolatoren wurden senkrecht aufgehängt, da die Lichtbogenwirkung hierbei größer ist als bei wagerechter Lage; der Aufhängepunkt war geerdet. Die Zuführung des Stromes geschah in der Weise, daß eine Art „Zweischleifenanordnung" gebildet wurde, um das Wegblasen des Lichtbogens (Vergrößern der Stromschleife infolge magnetischer Wirkung) zu erschweren. Untersucht wurden zunächst nur Stabisolatoren, wie sie in größerer Anzahl bei der Reichsbahn zur Isolierung der Fahrleitungen eingebaut sind[2]. Die Isolatoren hatten die gleiche Formgebung, waren jedoch aus zwei verschiedenen Massen hergestellt, von denen Masse II nachweislich im Lichtbogen sich wesentlich ungünstiger verhält als Masse I.

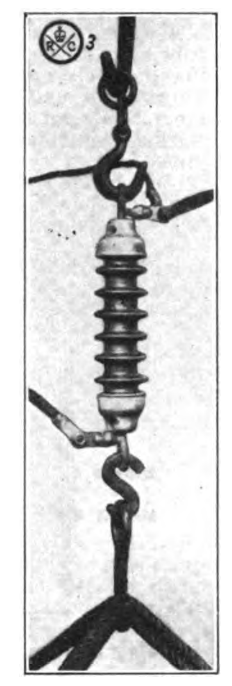


Abb. 7. Anordnung des Versuchsisolators.

In der Zahlentafel 1 sind Kurzschlußstromstärke, Kurzschlußspannung, Kurzschlußleistung und Zeitdauer des Kurzschlusses angegeben, außerdem die Lichtbogenspannung[3] und Lichtbogenleistung[3], ferner wurde die „Lichtbogenarbeit"[3] in kVAs = Lichtbogenleistung × Zeitdauer des Kurzschlusses errechnet. Die Zeitdauer des Kurzschlusses wurde aus den Oszillogrammen bestimmt.

[1] Dr. Grünwald (AEG) und Obering. Becker (Porzellanfabrik Hennigsdorf) haben sich der Ausführung der Versuche besonders angenommen, wofür ich auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte.

[2] Die Versuchsergebnisse an Kappen und Doppelkappenisolatoren sollen später mitgeteilt werden.

[3] Diese Werte konnten nur angenähert festgestellt werden.

Von den sieben untersuchten Isolatoren wurden I und II zerstört, wobei der Bruch in der Nähe der unteren, nicht geerdeten Kappe erfolgte. III und IV wurden stark, V, VI und VII weniger beschädigt. Die größten Beschädigungen fanden stets an den der Kappe benachbarten Rippen statt. Die kritische Stromstärke, bei der die größten Zerstörungen eintreten, scheint bei der verwendeten Isolatorentype bei 600 ... 700 A zu liegen, bei größeren Stromstärken wandert der Lichtbogen sofort nach den ersten Perioden nach außen. Die Oszillogramme geben dies deutlich wieder. Bei Stromstärken bis zu etwa 600 A liegt dementsprechend die erste Stromspitze nicht wesentlich höher als die folgenden, während bei höherer Stromstärke von 1000 A und darüber schon nach dem ersten, mindestens aber nach dem zweiten Wechsel die Amplituden abnehmen. Dies beweist, daß die Lichtbogenlänge sofort nach dem Zünden etwas zugenommen hat, denn der Lichtbogenwiderstand müßte bei steigender Erwärmung und gleicher Lichtbogenlänge eher abnehmen als zunehmen. Die geringeren Beschädigungen bei niedrigerer Stromstärke sind natürlich zunächst darauf zurückzuführen, daß die Lichtbogenleistung geringer ist. Ferner aber hat der Lichtbogen bei niedrigerer Stromstärke anscheinend die Neigung, um den Isolator zu wandern, ohne sich an einer Stelle festzufressen. Ist dies nämlich einmal geschehen (kritische Stromstärke), so tritt die Zertrümmerung des Isolators sehr bald ein.

Abb. 8 zeigt ein typisches Oszillogramm (Versuch Nr. 10), das bei 370 A_{eff} und 2300 V_{eff} (Lichtbogenspannung) aufgenommen wurde. Strom- und Spannungschwankungen sind gering. Die erste Stromspitze ist kaum höher als die folgenden. Die mit einem leitenden Graphitanstrich versehenen Isolatoren V ... VII müßten sich ungünstiger verhalten, da zumindest im ersten Augenblick des Zündens der Kurzschlußstrom unmittelbar über die Oberfläche fließt. Obwohl nun Isolator V und VI aus einer empfindlichen Masse bestanden, konnte ein Bruch oder eine Beschädigung dieser Isolatoren weder bei niedriger noch bei höherer Stromstärke bis zu sehr hohen Lichtbogenarbeiten (Lichtbogendauer bis zu mehr als 4 s) erreicht werden.



Abb. 8. Oszillogramm zu Versuch Nr. 10.



Zahlentafel 1. Versuche an Stabisolatoren.

Versuch Nr.	Isolator Nr.	Art des Isolators	Kurzschluß-spannung Volt	Kurzschluß-strom Amp.	Lichtbogen-dauer Sek.	Kurzschluß-leistung kVA	Lichtbogen-leistung kVA	Lichtbogen-arbeit kVAs	Einleitung des Kurzschlusses durch	Beobachtung*
1		Stabisolator 11 403 Keramische Masse I	15 000	147	0,8	2 200	200	160	Kupferdraht	Untere Rille abgesprungen
2	I	,, ,,	,,	330	2,1	4 950	825	1 730	,,	weitere Rille springt ab
3		,, ,,	,,	670	1,84	10 100	1 880	3 460	,,	Bruch am unteren Ende
4	II	Stabisolator 11 403 Keramische Masse I	,,	rd. 670	rd. 2	rd. 10 100	1 080	2 160	,,	Glasur stark angegriffen
5		,, ,,	,,	676	1,72	10 150	1 090	1 880	,,	Bruch am unteren Ende
6	III	Stabisolator 11 403 Keramische Masse I	,,	1 050	1,36	15 800	2 000	2 720	,,	Isolator hält, Rille abgesprungen
7		,, ,,	,,	1 060	rd. 1,5	16 000	2 000	3 000	,,	,,
8		Stabisolator 11 403 Keramische Masse I	17 500	1 200	1,32	21 000	1 920	2 530	,,	Isolator hält, Rille abgesprung.
9	IV	,, ,,	15 000	700	1,48	10 500	1 050	1 560	,,	,,
10		,, ,,	,,	370	3,24	5 550	850	1 980	,,	,,
11		,, ,,	,,	380	rd. 2,1	5 700	875	1 830	,,	Isolator hält, Lichtbogen wandert um den Isolator herum
12		Stabisolator 11 403 Keramische Masse II	,,	646	1,72	9 700	1 870	3 220	,,	Isolator hält, Rillen abgespr.
13		,, ,,	,,	646	1,52	9 700	5 500	8 400	,,	,,
14		,, ,,	,,	rd. 345	rd. 3	5 200	935	2 800	,,	,,
15	V	,, ,,	,,	365	2,54	5 500	1 020	2 600	leitenden Anstrich	Isolator hält, Lichtbogen wandert
16		,, ,,	,,	1 050	1,36	15 800	2 200	3 000	,,	Isolator hält ,,
17		,, ,,	17 500	1 270	1,26	22 200	3 800	4 800	,,	
18		,, ,,	,,	1 250	rd. 3,5	21 800	3 750	13 100	,,	,,
19		Stabisolator 11 403 Keramische Masse II	,,	1 250	1,76	21 800	2 500	4 400	,,	Isolator hält, Lichtbogen wandert
20	VI	,, ,,	11 600	91	3,22	1 050	400	1 285	,,	,,
21		,, ,,	,,	rd. 91	rd. 4,5	rd. 1050	400	1 800	,,	,,
22	VII	Stabisolator 11 403 Keramische Masse I	,,	99	4,2	1 150	436	1 830	,,	Isolator hält, Lichtbogen schwankt stark
23		,, ,,	17 500	1 210	1,8	21 200	2 540	4 570	,,	Isolator hält

* Versuch 1 ... 11: Fußpunkte des Lichtbogens am Kappenrand nahe am Bleiausguß.
Versuch 12 ... 23: Fußpunkte des Lichtbogens wandern nach Kappenpfannen zu.



Besonders interessant sind die Oszillogramme. Abb. 9 zeigt das Oszillogramm zu Versuch Nr. 13, das bei einer Stromstärke von 646 A aufgenommen wurde, also bei der Stromstärke, die bei den bisherigen Versuchen sich als die kritische herausstellte. Der Lichtbogen wurde bei diesem Versuch auch durch einen Kupferdraht eingeleitet. Wie nun die Abbildung zeigt, schwanken Strom und Spannung erheblich. Die Beobachtung des Lichtbogens selbst ergab, daß der Lichtbogen nicht an einer Stelle stehen bleibt,

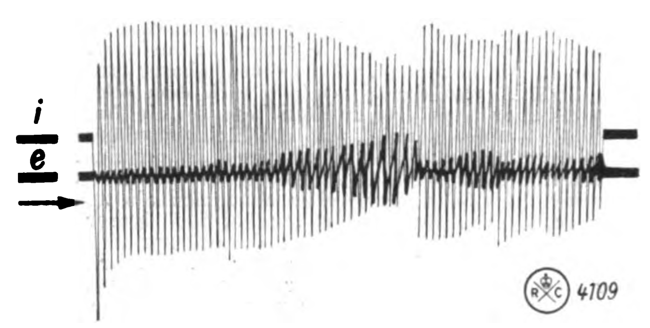


Abb. 9. Oszillogramm zu Versuch Nr. 13.

sondern nach außen wandert, vor allen Dingen aber auch nicht an demselben Punkt des Kappenrandes ansetzt, sondern sowohl um den Isolator herumwandert als auch in axialer Richtung sich nach den Kappenpfannen zu bewegt. Die Längenänderung des Lichtbogens geht aus dem Diagramm deutlich hervor. Die Stromstärke sinkt entsprechend der größeren Lichtbogenlänge und dem größeren Widerstand. Die Spannung nimmt entsprechend zu, bis sie so groß geworden ist, daß der Lichtbogen wieder den kürzeren Weg wählt. Die Stromstärke steigt dann wieder auf den alten Wert an und die Spannung sinkt entsprechend ab. Abb. 10 ist gerade in dem Augenblick aufgenommen, in



Abb. 10. Lichtbogenüberschlag an einem Stabisolator mit zweckmäßig ausgebildeten Kappen.

dem der Lichtbogen fast seine größte Ablenkung erfahren hat. Man erkennt deutlich, daß die Fußpunkte des Lichtbogens sich nicht am Kappenrand, sondern etwa in der Mitte der Kappe befinden. Das Oszillogramm Abb. 11 ist an einem graphitierten Isolator aufgenommen (Versuch Nr. 23). Man erkennt die gleiche Schwankung in der Stromstärke und der Spannung, wenn auch nicht so ausgeprägt wie in Abb. 9. Außerdem sieht man sehr deutlich, wie bei der großen Stromstärke von 1200 A die ersten beiden Stromamplituden beträchtlich höher liegen als die folgenden.

Bei näherer Untersuchung über die Ursache des verschiedenen Verhaltens der an sich gleichen Isolatoren zeigt sich das überraschende Ergebnis, daß hierfür nur die verschiedene Kappenausführung verantwortlich zu machen ist, da alle Isolatoren sonst genau dieselbe Formgebung hatten. Aus Abb. 12 a und b ist die Konstruktion der beiden Kappen zu ersehen. Überraschenderweise ist die Form mit starkem Wulst am unteren Kappenrand wesentlich ungünstiger als die andere Form mit einem ganz schwachen Wulst. Daraus ergibt sich demnach die Forderung, die Kappen im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung so auszubilden, daß sie sich nach den Enden zu verdicken (D.R.P. angem.), um die Schwankung des Lichtbogens (Wegblasen) zu vergrößern und zu verhindern, daß er sich an irgendeiner Stelle an den Kappen festsetzt. Die beiden Kappen wirken bei richtiger Ausführung dann wie die Hörner eines Hörnerschutzes. Bei einem weniger starken Kurzschluß dürfte sogar ein Abreißen des Lichtbogens erreicht werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei, daß auch bei stark verschmutzten Isolatoren der Lichtbogen sich vom Isolator ablöst. Die Forderung nach höchster Lichtbogensicherheit führt also zu einer Kappenform, die der Forderung nach höchster mechanischer Festigkeit vollkommen widerspricht.

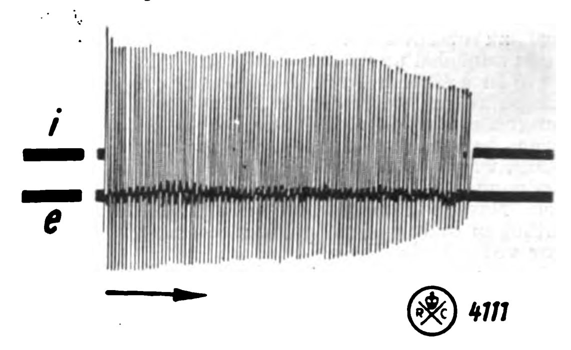


Abb. 11. Oszillogramm zu Versuch Nr. 23.

Die Wirkung der Lichtbogenüberschläge auf die einzelnen Isolatoren ist aus Abb. 13 zu entnehmen, wobei die Isolatoren der Reihe nach von links nach rechts aufgestellt sind. Man erkennt sehr deutlich, daß die Beschädigungen der drei letzten Isolatoren mit zweckmäßig ausgebildeten Kappen wesentlich geringer ist als die der ersten; umgekehrt sind die Anfressungen an den Kappen außen unverhältnismäßig stärker als bei den Kappen mit starkem Wulst, ein Beweis dafür, daß der Lichtbogen nicht am Kappenrand, sondern an dem äußeren Kappenkörper an verschiedenen Stellen angesetzt hat.

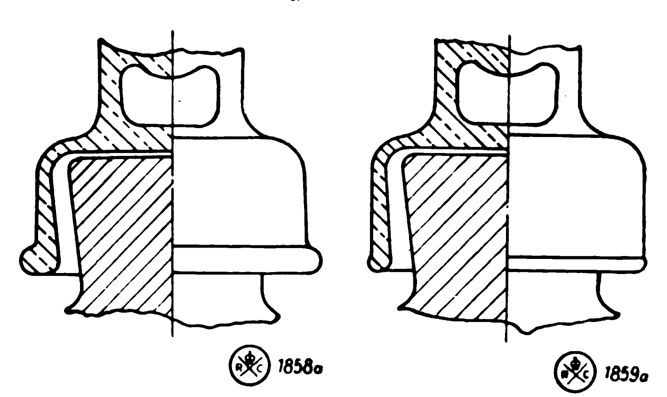


Abb. 12a. Unzweckmäßige Kappenausbildung (starker Wulst). Abb. 12b. Günstigere Kappenausbildung (schwacher Wulst).

Aus den Versuchen ergibt sich also der große Einfluß der Elektrodenform und der Stromstärke, während Lichtbogenleistung und Lichtbogendauer zweifellos auch von Bedeutung sind. Ein direkter Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und der Lichtbogenwirkung ist aber aus den bisherigen Versuchen nicht einwandfrei feststellbar. Es scheint eine große Anzahl von Nebenumständen noch eine Rolle zu spielen. Durch systematische Versuche (die inzwischen bereits in der gleichen Anlage vorgenommen worden sind) wären also folgende Einzelheiten zu klären bzw. zu bestätigen.

I. Einzelglieder.

1. Einfluß der Stromstärke. — Bei einem kritischen Wert der Stromstärke ist die größte Wirkung vorhanden, da bei dieser Stromstärke sich der Lichtbogen an einer Stelle festsetzt; unterhalb dieses



kritischen Wertes ist die thermische Beanspruchung gering, da die durch den Strom erzeugte Wärme zu gering ist, um ernstliche Beschädigungen herbeizuführen und anderseits der Lichtbogen um den Isolator wandert. Überschreitet die Stromstärke den kritischen Wert, so wandert der Lichtbogen sofort nach der Zündung nach außen, ohne den Isolator lange zu berühren. Bei sehr hoher Stromstärke dürfte wiederum schon durch die Erwärmung in der ersten halben Periode der Isolator unzulässig beansprucht werden.

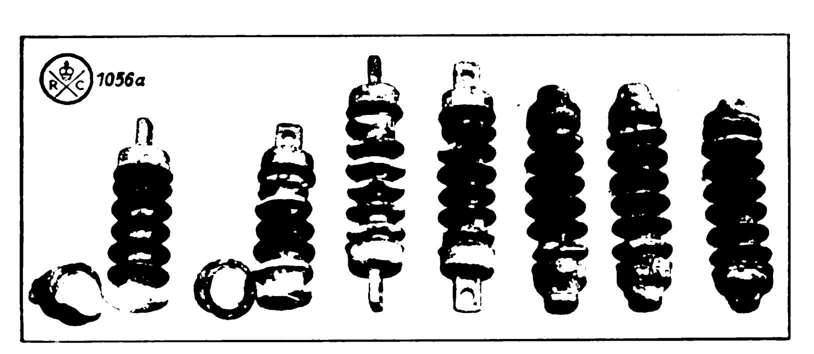


Abb. 13. Zusammenstellung der untersuchten Stabisolatoren, von links nach rechts geordnet.

2. Einfluß der Zeitdauer des Lichtbogens. — Der Einfluß der Zeitdauer dürfte sich hauptsächlich bei verschmutzten Isolatoren und kleiner Stromstärke bemerkbar machen, wobei also der Lichtbogen ganz oder zeitweise am Isolator klebt. Dagegen werden bei hoher Stromstärke die Relais den Lichtbogen nach wenigen Sekunden abschalten.

3. Einfluß der Isolatorenform. — Stabisolatoren sind unter Umständen mehr gefährdet als Isolatoren mit weitausladenden Schirmen, da die Schirme die Porzellanschäfte schützen. Anderseits kann der abspringende Schirm den Porzellanschaft in Mitleidenschaft ziehen. Besonders wichtig ist der Vergleich zwischen Motorisolatoren mit zwei keramischen Schirmen und solchen mit einem keramischen Schirm und einem Metallschirm.

4. Einfluß des Materials. — Keramische Massen mit hohen Ausdehnungskoeffizienten sind empfindlicher als solche mit niedrigeren.

5. Einfluß der Armaturen. — Diese Untersuchung dürfte die wichtigste sein, da auch bei bestem Isolierstoff der am Isolator klebende Lichtbogen den Isolator zerstört. Die heutigen Schutzhörner und Schutzringe scheinen nicht unbedingt bei Lichtbogen die Kette zu schützen.

II. Isolatorenketten.

6. Einfluß der Baulänge. — Bei zu großer Baulänge, bedingt durch übermäßig lange Armaturen (vgl. Abb. 1) dürfte das Kleben des Lichtbogens an der Kette begünstigt werden, so daß der Vorteil der erhöhten Überschlagspannung durch diesen Nachteil wieder mehr als ausgeglichen wird.

Zum Schluß sei noch auf ein Hilfsmittel hingewiesen, das bei den beschriebenen Untersuchungen von allergrößtem Wert ist, das ist die Filmaufnahme, insbesondere mit Zeitlupe. Nur dadurch läßt sich einwandfrei feststellen, nach wieviel Wechseln der Lichtbogen vom Isolator weggetrieben wird. Es muß überhaupt hervorgehoben werden, daß Ergebnisse nur durch sorgfältige experimentelle Beobachtungen erhalten werden können, während theoretische Erwägungen augenscheinlich zu Trugschlüssen führen.

Über den Einfluß der Reservemaschinen auf die Betriebsicherheit von Dampf- und Wasserkraftanlagen.

Von Dr.-Ing. **H. Horst**, Berlin.

Übersicht. Die Betriebsicherheit einer Kraftmaschine ist abhängig von der Größe der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Störungen und läßt sich, wenn das erforderliche statistische Material vorliegt, zahlenmäßig ausdrücken. Unter dieser Voraussetzung ist eine Reihe von Formeln entwickelt, die es ermöglichen, die Betriebsicherheit von Kraftanlagen, die aus mehreren Betriebs- und Reservemaschinen bestehen, auf Grund der Betriebsicherheit der einzelnen Maschinensätze rechnerisch zu ermitteln. Insbesondere ist das Zusammenarbeiten von Dampfkraftwerken miteinander und von Dampfkraftwerken mit Wasserkraftanlagen behandelt und nachgewiesen, daß in solchen Fällen u. U. die Anzahl der Reservesätze verringert werden kann, ohne daß die Betriebsicherheit dadurch beeinträchtigt wird.

Bei der Projektierung von Kraftwerken werden die zur Gewährleistung eines störungsfreien Betriebes erforderlichen Reservemaschinen durch Schätzung bestimmt, die auf den Erfahrungen, die bei anderen Betrieben gemacht wurden, fußt. In den folgenden Untersuchungen soll der Versuch unternommen werden, die Grundlagen dafür zu schaffen, die im Einzelfall erforderliche Anzahl der Reservemaschinen mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu ermitteln. Hierbei darf nicht verkannt werden, daß die Anwendung der Lehrsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf solche Untersuchungen vieles gegen sich hat. Dennoch erscheint es doch wohl wertvoll, Untersuchungen auf dieser Grundlage anzustellen, um wenigstens ein ungefähres Bild über den Einfluß der Größe der Reserveanlage auf die Betriebsicherheit zu erhalten. Selbstverständlich wäre es falsch, den bei diesen Berechnungen gefundenen Ergebnissen nun volles Vertrauen zu schenken und anzunehmen, daß die für die Häufigkeit der auftretenden Störungen festgestellten Zahlen tatsächlich der Wirklichkeit entsprechen. Dieser Umstand darf aber m. E. nicht dazu führen, solche Untersuchungen als gänzlich überflüssig hinzustellen. Man wird sich vor Augen halten müssen, daß man die Prämien, die im Versicherungswesen erhoben werden, ebenfalls auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung ermittelt. Demgegenüber kann der berechtigte Einwand erhoben werden, daß die große Anzahl der Teilnehmer von Versicherungsunternehmungen eine Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung viel eher rechtfertigt als die geringe Anzahl von Maschinen, die bei Energieerzeugungsanlagen in Frage kommen. Bei Anwendung der weiter unten entwickelten Formeln ist daher besonders dann Vorsicht geboten, wenn es sich um die Bestimmung der erforderlichen Reservesätze einzelner Kraftwerke handelt. Erst bei einem Zusammenschluß einer großen Anzahl von Kraftwerken zu einer Versicherungsgesellschaft auf Gegenseitigkeit gegen die Schäden von Betriebstörungen sind die Voraussetzungen gegeben, die eine Anwendung der Ergebnisse solcher Untersuchungen unbedenklich erscheinen lassen.

Im folgenden sollen zunächst kurz die verschiedenen Arten von Betriebsunterbrechungen Erwähnung finden. Bei Dampfkraftanlagen werden regelmäßige Betriebsunterbrechungen dadurch eintreten, daß die verschiedenen Betriebseinrichtungen häufiger Prüfung und Überholung bedürfen. Hierzu zählen besonders die nach bestimmten Betriebszeiten vorzunehmenden Kesselreinigungen. Außer diesen regelmäßigen Unterbrechungen werden von Zeit zu Zeit zufällige Störungen durch Rohrbrüche, Festlaufen von Lagern u. dgl. auftreten, die immerhin bei der recht vielseitigen Bauart solcher Anlagen vorkommen werden. Auch bei Wasserkraftanlagen hat man in ähnlicher Weise zwischen regelmäßigen Betriebsunterbrechungen, die zur Vornahme von Überholungsarbeiten nötig werden, und zufälligen Betriebstörungen zu unterscheiden. Zu letzteren gehören auch Betriebseinschränkungen oder gänzliche Betriebsunterbrechungen im Falle von Wassermangel.

Für die späteren Untersuchungen ist von Wichtigkeit, festzustellen, welche dieser verschiedenen Arten von Störungen bei 2 oder mehr Maschinen gleichzeitig auf-



treten können. Bei einer Dampfkraftanlage wird man unter allen Umständen die regelmäßigen Betriebsunterbrechungen für die einzelnen Sätze so legen, daß sie nicht zusammenfallen. Das gleiche trifft zu für die regelmäßigen Überholungsarbeiten von Wasserkraftanlagen, die mit Dampfkraftanlagen zusammenarbeiten. Außerdem wird es bei solchen Betriebsgemeinschaften, besonders wenn die Wasserkraftanlage an eine Talsperre angeschlossen ist, möglich sein, die Betriebsunterbrechungen bei Wasserklemmen nicht mit den regelmäßigen Betriebsunterbrechungen der einzelnen Sätze der Dampfkraftanlage zusammenfallen zu lassen, da die Wassermangelzeiten fast stets in einer bestimmten Jahreszeit auftreten und ihr Eintreten rechtzeitig vorherbestimmt werden kann.

Für die Berechnung des Zusammentreffens von Störungen reichen die bekannten Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung allein noch nicht aus. Es ist nötig, sie für die besonderen Zwecke dieser Untersuchung zu erweitern. Zunächst sollen hier 3 wichtige Hauptsätze aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung[1] wiedergegeben werden, die für die hier zu verwendenden Formeln die Grundlage bilden.

Hauptsatz 1: Die Wahrscheinlichkeit W für das Eintreffen eines Ereignisses ist, wenn alle in Betracht kommenden Fälle gleich wahrscheinlich sind, das Verhältnis der Anzahl n derjengen Fälle, die für das Ereignis günstig sind, zur Anzahl N aller möglichen Fälle; es ist also

$$W = \frac{n}{N} \qquad (1)$$

Die Wahrscheinlichkeit W_n dafür, daß das Ereignis nicht eintrifft, ist:

$$W_n = \frac{N-n}{N} = 1 - \frac{n}{N} = 1 - W. \qquad (1a)$$

Hauptsatz 2: Die Wahrscheinlichkeit W für das Eintreffen eines Ereignisses ist, wenn die in Betracht kommenden Fälle nicht gleich wahrscheinlich sind, gleich der Summe der Wahrscheinlichkeiten $w_1, w_2, w_3, \ldots$ der für das Ereignis günstigen Fälle; es ist also

$$W = w_1 + w_2 + w_3 + \ldots \qquad (2)$$

Hauptsatz 3: Die Wahrscheinlichkeit W_z für das Zusammentreffen mehrerer voneinander unabhängiger Ereignisse ist gleich dem Produkte der Wahrscheinlichkeiten $w_1, w_2, w_3, \ldots$ für das Eintreffen dieser Ereignisse; es ist also

$$W = w_1 w_2 w_2 \ldots \qquad (3)$$

Aus den vorstehenden Hauptsätzen lassen sich nun die folgenden Sätze ableiten:

Satz 1: Die Wahrscheinlichkeit W_z für das Zusammentreffen von n voneinander unabhängigen Ereignissen gleicher Wahrscheinlichkeit ist gegeben durch die Gleichung:

$$W_z = w^n. \qquad (4)$$

Der Beweis ergibt sich ohne Schwierigkeit aus Hauptsatz 1 bzw. Gl. (1).

Satz 2: Die Wahrscheinlichkeit W_z für das Zusammentreffen von je m oder mehr Ereignissen von n voneinander unabhängigen Ereignissen gleicher Wahrscheinlichkeit w ist, wenn die Wahrscheinlichkeit w sehr klein ist, angenähert gegeben durch die Gleichung:

$$W_z \approx \binom{n}{m} w^m. \qquad (5)$$

Der Beweis ergibt sich wie folgt: Nach der Kombinationslehre beträgt die Anzahl aller möglichen Zusammenstellungen von je m Elementen aus n Elementen, wenn in jeder Zusammenstellung jedes Element nur einmal auftritt,

$$\frac{n(n-1)(n-2)\ldots(n-m+1)}{1.2.3\ldots m} = \binom{n}{m}.$$

Für jede mögliche Zusammenstellung von m Ereignissen gleicher Wahrscheinlichkeit ergibt sich die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen der Ereignisse nach Gl. (4) zu $W_z = w^m$.

Für die $n - m$ übrigen Ereignisse ergibt sich die Wahrscheinlichkeit W_{zn} dafür, daß das Ereignis nicht eintrifft, nach den Gleichungen (1a) und (4) zu:

$$W_{zn} = (1 - w)^{n-m}.$$

Daher ergibt sich für jede mögliche Zusammenstellung von m Ereignissen mit den $n - m$ übrigen Ereignissen die Wahrscheinlichkeit W_z für das Zusammentreffen der m Ereignisse zu

$$W_z = w^m (1 - w)^{n-m}.$$

Für sämtliche dieser möglichen Zusammenstellungen ergibt sich also:

$$W_z = \binom{n}{m} w^m (1 - w)^{n-m}.$$

Darin sind aber noch nicht die Fälle des Zusammentreffens von mehr als m Ereignissen enthalten. Werden auch diese berücksichtigt, so ergibt sich:

$$W_z = \binom{n}{m} w^m (1 - w)^{n-m} + \binom{n}{m+1} w^{m+1} (1 - w)^{n-(m+1)} + \ldots + \binom{n}{n-1} w^{n-1} (1 - w) + w^n.$$

Ist nun der Wert w sehr klein, so wird $1 - w$ nahezu gleich 1 und die höheren als m. Potenzen von w sind gegenüber der m. Potenz von w so klein, daß sie vernachlässigt werden können. Man kann daher schreiben:

$$W_z \approx \binom{n}{m} w^m.$$

Käme es bei diesen Rechnungen auf hohe Genauigkeit an, würde die Anwendung der oben wiedergegebenen genaueren Formel keine Schwierigkeiten bieten.

Satz 3: Aus Satz 2 ergibt sich, wenn man gemäß Gl. (2) $w = w_1 + w_2$ setzt,

$$W_z \approx \binom{n}{m} (w_1 + w_2)^m. \qquad (6)$$

Entwickelt man diese Gleichung nach dem binomischen Lehrsatz, so erhält man:

$$W_z \approx \binom{n}{m} \left[w_1^m + \binom{m}{1} w_1^{m-1} w_2 + \binom{m}{2} w_1^{m-2} w_2^2 + \ldots + \binom{m}{m-2} w_1^2 w_2^{m-2} + \binom{m}{m-1} w_1 w_2^{m-1} + w_2^m \right].$$

Macht man nun die Annahme, daß einer der beiden für das Eintreten des Ereignisses günstigen Fälle w_1 und w_2 bei jedem Zusammentreffen von Ereignissen nur einmal vorkommen kann, so fallen, wenn die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen dieses Falles gleich w_2 ist, aus obiger Gleichung alle Glieder, die zweite und höhere Potenzen von w_2 enthalten, fort, und man erhält, wenn man noch $w_2 = k\, w_1$ setzt,

$$W_z \approx \binom{n}{m} w_1^m (1 + m k) \text{ [2*]}. \qquad (7)$$

Satz 4: Die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen von 2 Ereignissen, für welche die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens durch die Gleichungen

$$W_{z_1} \approx \binom{n}{m} w_1^m (1 + m k)$$

und

$$W_{z_2} = w_3 + w_4$$

gegeben ist, ergibt sich gemäß Hauptsatz 3, wenn man $k = \frac{w_2}{w_1}$ setzt, zu

$$W_z \approx \binom{n}{m} (w_1^m w_3 + w_1^{m-1} w_2 w_3 m + w_1^m w_4 + w_1^{m-1} w_2 w_4 m).$$

Macht man dann die Annahme, daß die Ereignisse, für deren Eintreten die Wahrscheinlichkeit gleich w_2 bzw. w_4 ist,

[1] Koll, Die Theorie der Beobachtungsfehler und die Methode der kleinsten Quadrate, Berlin 1901.

[2*] Auch diese Gleichungen sind nur angenähert richtig, da mit dem Ausscheiden eines Teiles der für das Eintreten des Ereignisses günstigen Fälle auch die Anzahl aller möglichen Fälle geringer geworden ist. Die genauere Formel würde lauten:

$$W_z \approx \frac{\binom{n}{m} w_1^m (1 + m k)}{1 - \binom{n}{m} \left[\binom{m}{2} w_1^{m-2} w_2^2 + \binom{m}{3} w_1^{m-3} w_2^3 + \ldots + \binom{m}{m-2} w_1^2 w_2^{m-2} + \binom{m}{m-1} w_1 w_2^{m-1} + w_2^m \right]}.$$

Wegen der geringen Größe der Werte w kann man aber, wenn keine große Genauigkeit erforderlich ist, den Nenner gleich 1 setzen und erhält damit die oben angegebene Näherungsformel.

nicht zusammentreffen können, so geht die vorstehende Gleichung, wenn man wieder $w_2 = k\,w_1$ und ferner $w_4 = k'\,w_3$ setzt, über in die Form:

$$W_z \approx \binom{n}{m} w_1{}^m\, w_3\,(1 + m\,k + k')^{3*} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Die Anwendung der in vorstehendem entwickelten Formeln auf die Untersuchung der Wahrscheinlichkeit von Betriebstörungen soll nun an einigen Beispielen erläutert werden.

Beispiel 1.

Es werden zunächst reine Dampfkraftanlagen behandelt. Es bedeute:

- w_{Dr} die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Betriebsunterbrechungen für regelmäßig vorzunehmende Überholungsarbeiten,
- w_{Dz} die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Betriebsunterbrechungen durch zufällige Störungen,
- n die Anzahl der Maschinensätze der Dampfanlage ohne Reserven,
- r die Anzahl der Reservesätze der Dampfanlage.

Zunächst sei die Frage aufgeworfen, in welcher Weise die Wahrscheinlichkeit für das gleichzeitige Auftreten von Betriebsunterbrechungen bzw. Störungen an mehreren Sätzen einer Dampfanlage von der Anzahl der Betriebsätze und Reservesätze abhängt. Es ist hierzu nötig, über die Häufigkeit bzw. Dauer der regelmäßigen und zufälligen Störungen einige Annahmen zu machen. Da dem Verfasser kein brauchbares statistisches Material vorlag, sind die angegebenen Werte nur roh geschätzt und dürfen daher keinesfalls verallgemeinert werden.

Es sei angenommen, daß jeder Satz der Dampfanlage zweimal im Jahre je sieben Tage zur Vornahme von Überholungsarbeiten stillgelegt wird. Somit ergibt sich

$$w_{Dr} = 14 \text{ Tage/Jahr} = \frac{14}{365} = 0{,}0384.$$

Ferner sei angenommen, daß durchschnittlich an vier Tagen im Jahr unvorhergesehene, also zufällige Störungen auftreten. Damit wird

$$w_{Dz} = 4 \text{ Tage/Jahr} = \frac{4}{365} = 0{,}011.$$

Wie schon weiter oben erwähnt wurde, ist es zulässig, damit zu rechnen, daß die regelmäßigen Betriebsunterbrechungen w_{Dr} nicht bei zwei oder mehr Maschinen gleichzeitig auftreten können. Es können also somit nur die zufälligen Störungen w_{Dz} unter sich und die zufälligen Störungen mit den regelmäßigen Betriebsunterbrechungen w_{Dr} eines Maschinensatzes zusammentreffen. Setzt man unter dieser Voraussetzung in Gl. (7) $w_{Dr} = w_2$ und $w_{Dz} = w_1$, so wird zunächst

$$k = \frac{w_2}{w_1} = \frac{w_{Dr}}{w_{Dz}} = \frac{0{,}0384}{0{,}011} = 3{,}5.$$

Setzt man nun voraus, daß die Reservemaschinen, da sie verhältnismäßig wenig in Anspruch genommen werden, ständig betriebsbereit sind[4], d. h. daß bei ihnen keine Störungen auftreten, so wird eine Einschränkung der Leistungsabgabe der Dampfanlage eintreten müssen, wenn gleichzeitig $r + 1 = m$ von den n Sätzen des Werkes versagen, da dann für die Kraftlieferung eine Maschine zu wenig betriebsbereit ist. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten solcher Betriebstörungen ist also, wenn man für w_2, w_1 und k die oben für w_{Dr}, w_{Dz} und k gefundenen Werte einsetzt,

$$W_z \approx \binom{n}{m} . \, 0{,}011^m . \, (1 + m \, . \, 3{,}5).$$

Diese Gleichung ist in Zahlentafel 1 für Werte von n im Intervall 2 ... 20 und für Werte von m im Intervall 2 ... 6 ausgewertet. Die Einheit der dort wiedergegebenen Zahlen ist, um eine gedrängtere Darstellung zu ermöglichen, zu 10^{-6} gewählt. Aus den Größen der dort berechneten Zahlen geht hervor, daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen nicht nur bei einer Vergrößerung des Verhältnisses der Anzahl der Reservesätze zu der Anzahl der Betriebsätze, sondern auch bei gleichbleibendem Verhältnis, aber höherer Anzahl der Maschinensätze stark abnimmt, bzw. daß die Betriebsicherheit sich entsprechend erhöht.

Zahlentafel 1.

n \ m	2	3	4	5	6
2	970				
3	2 900	15,8			
4	5 800	61,5	0,22		
5	9 700	153	1,1	0,002 98	
6	14 500	306	3,29	0,017 9	0,000 089
7	20 300	535	7,70	0,062 5	0,000 272
8	27 100	855	15,40	0,167	0,001 09
9	34 800	1 280	27,60	0,376	0,003 27
10	43 500	1 840	46,00	0,75	0,008 2
11	58 000	2 520	72,50	1,38	0,018
12	64 000	3 360	109,00	2,36	0,036
13	75 500	4 350	157,00	3,84	0,067
14	88 000	5 500	222,00	6,00	0,117
15	102 000	6 950	299,00	8,95	0,195
16	116 000	8 550	399,00	13,00	0,315
17	132 000	10 400	520,00	18,40	0,48
18	148 000	12 500	670,00	25,50	0,725
19	165 000	14 800	845,00	34,50	1,06
20	184 000	17 400	1060,00	46,00	1,51

Weiterhin läßt sich aus dieser Zahlentafel feststellen, daß die Kuppelung von je zwei Dampfkraftanlagen für die Betriebsicherheit ganz außerordentlich günstig ist. Dies sei an einem Beispiel gezeigt: Verbindet man zwei Dampfkraftwerke, in denen je $n = 6$ Betriebsätze und je $r = 2$ Reservesätze installiert sind, so ergibt sich für jede der Anlagen, wenn sie für sich betrieben wird, gemäß Gl. (7), wenn man für m den Wert $r + 1 = 3$ einsetzt, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen nach der Zahlentafel zu

$$W_z \approx 306 \, . \, 10^{-6}.$$

Verbindet man nun beide Anlagen, so ergibt sich für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Störungen, wenn man für n den Wert 12 und für r den Wert 4, also $m = r + 1 = 5$ einsetzt, nach der Zahlentafel

$$W_z \approx 2{,}36 \, . \, 10^{-6}.$$

Durch das Kuppeln der beiden Anlagen ist also eine $\frac{306}{2{,}36}$ = rd. 130fache Verbesserung des Sicherheitsgrades erreicht worden. Setzt man nun voraus, daß der für den alleinigen Betrieb einer Anlage sich ergebende Wert $W_z = 306 \cdot 10^{-6}$ auch für die gekuppelten Anlagen zulässig ist, so ergibt sich, daß nach der Zusammenschaltung der Anlagen eine geringere Anzahl von Reservemaschinen erforderlich sein wird. Es ergäbe sich nämlich für $n = 12$ Betriebsätze und $r = 3$ Reservesätze mit $n = 12$ und $m = r + 1 = 4$ nach der Zahlentafel

$$W_z \approx 109 \, . \, 10^{-6},$$

also auch noch eine größere Sicherheit als beim getrennten Arbeiten beider Anlagen.

Beispiel 2.

Was sich im vorhergehenden für das Zusammenarbeiten zweier Dampfkraftanlagen ergab, gilt grundsätzlich auch für das Zusammenarbeiten von Dampfwerken und Wasserkraftanlagen, d. h., das Zusammenschalten zweier Werke ist gleichbedeutend mit einer Erhöhung der Betriebsicherheit. Auch dies läßt sich am besten an Hand von Beispielen zeigen. Es sei zunächst der Fall behandelt, daß eine Wasserkraftanlage mit einer Dampfkraftanlage mit sechs Betriebsätzen und zwei Reservesätzen gekuppelt wird, und daß die Leistung der Wasserkraftanlage der Leistung eines Satzes der Dampfkraftanlage entspreche. Würde die Dampfkraftanlage für sich allein betrieben werden, so ergäbe sich, wie oben festgestellt wurde, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen zu

$$W_z \approx 306 \, . \, 10^{-6}.$$

Bringt man nun die Dampfkraftanlage mit der Wasserkraftanlage in Verbindung, so wird sich natürlicherweise die Betriebsicherheit verringern, wenn die Wasserkraftanlage nicht mit einer Reserveanlage versehen ist. In welchem Maße sich die Betriebsicherheit ändert, kann nun auf Grund der Gl. (8) berechnet werden. Im folgenden bedeute für die Wasserkraftanlage:

- w_{Wr} die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Betriebsunterbrechungen für regelmäßig vorzunehmende Überholungsarbeiten und durch Wassermangel,
- w_{Wz} die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Betriebsunterbrechungen durch zufällige Störungen.

Es sei die Annahme gemacht, daß im Jahr insgesamt an 30 Tagen Betriebsunterbrechungen dadurch eintreten, daß

[3*] Bezüglich der Genauigkeit dieser Formel sei auf die Fußnote 2* verwiesen.

[4] Im allgemeinen werden nicht einzelne Sätze lediglich als Reserve benutzt, sondern es werden sämtliche installierten Maschinensätze gleichmäßig zur Energieerzeugung herangezogen. Für das Ergebnis dieser Untersuchungen ist das aber nicht von Belang. Lediglich bei der Festsetzung der Zahlen für die Häufigkeit des Eintretens von Störungen muß hierauf Rücksicht genommen werden.

regelmäßige Überholungsarbeiten vorgenommen werden, und daß Wassermangel eintritt. Diese Zahl könnte etwa für Talsperrenkraftanlagen zutreffen, da hier Störungen durch Wassermangel nur in besonders wasserarmen Jahren einzutreten pflegen. Für Flußkraftwerke ohne Speichermöglichkeit würde diese Zahl wahrscheinlich noch zu erhöhen sein. Es sei hierzu noch bemerkt, daß es in den meisten Fällen möglich sein wird, die Überholungsarbeiten dann vorzunehmen, wenn die Wasserkraftanlage zur Zeit der Wasserklemme stilliegt.

Es ergibt sich also

$$w_{Wr} = 30 \text{ Tage/Jahr} = \frac{30}{365} = 0{,}08\,219.$$

Bezüglich der unvorhergesehenen, also zufälligen Störungen sei angenommen, daß diese an zwei Tagen im Jahr auftreten. Es scheint gerechtfertigt, hierfür eine etwas geringere Zahl anzunehmen als bei Dampfkraftanlagen, da im allgemeinen eine Wasserkraftanlage in ihrem Aufbau nicht so verwickelt ist wie eine Dampfkraftanlage und daher solchen zufälligen Störungen weniger unterworfen ist. Es wird also

$$w_{Wz} = 2 \text{ Tage/Jahr} = \frac{2}{365} = 0{,}005\,48.$$

Für das Auftreten von Störungen der miteinander verbundenen Anlagen kommen zwei Fälle in Betracht:

1. das gleichzeitige Versagen von drei Dampfsätzen,
2. das gleichzeitige Versagen von zwei Dampfsätzen und der Wasserkraftanlage.

In beiden Fällen ist für die Erzeugung der erforderlichen Leistung ein Satz zu wenig betriebsfertig. Für den ersten Fall ergibt sich nach der Zahlentafel

$$W_{zD} \approx 306 \,.\, 10^{-6},$$

für den zweiten Fall kommt, wie schon erwähnt, die Anwendung der Gl. (8) in Frage:

$$W_z \approx \binom{n}{m} w_1^m \, w_3 (1 + m\,k + k').$$

Nach früherem gibt dieser Wert die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen von Ereignissen an, für die die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens gegeben ist durch die Gleichungen

$$W_{z_1} \approx \binom{n}{m} w_1^m (1 + m\,k) \quad \ldots \ldots \quad (7)$$

und

$$W_{z_2} = w_3 + w_4,$$

wenn die für das Eintreten der Ereignisse günstigen Fälle, denen die Wahrscheinlichkeiten w_2 und w_4 entsprechen, nicht zusammentreffen können. Die erste der beiden Gleichungen ergibt die Wahrscheinlichkeit für das gleichzeitige Auftreten von Störungen von m Sätzen einer Dampfanlage von n Sätzen an. Die zweite Gleichung stelle die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen der Wasserkraftanlae dar. Setzt man nun wie früher in die erste Gleichung für w_1 bzw. w_2 w_{Dz} bzw. w_{Dr} und in die zweite Gleichung für w_3 bzw. w_4 die oben berechneten Werte w_{Wz} bzw. w_{Wr} ein, so ergibt sich, da nach Voraussetzung w_{Dr} und w_{Wr} nicht zusammentreffen können, gemäß früherem aus den vorstehenden Gleichungen die Gl. (8). Wenn man noch $k' = \frac{w_4}{w_3} = \frac{w_{Wr}}{w_{Wz}} = \frac{0{,}082\,19}{0{,}005\,48} = 15$ einführt, so wird die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen der gleichzeitigen Störungen von zwei Dampfsätzen und der Wasserkraftanlage zu

$$W_{zD+W} \approx \binom{6}{2} \,.\, 0{,}011^2 \,.\, 0{,}005\,48 \,.\, (1 + 2 \,.\, 3{,}5 + 15)$$

$$W_{zD+W} \approx 229 \,.\, 10^{-6}.$$

Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen der miteinander verbundenen Dampf- und Wasserkraftanlage ergibt sich also zu

$$W_z = W_{zD} + W_{zD+W} \approx (306 + 229) \,.\, 10^{-6},$$

$$W_z \approx 535 \,.\, 10^{-6}.$$

Das Verhältnis der Betriebsicherheit vor Zusammenschalten der beiden Anlagen zu der Betriebsicherheit nach Zusammenschalten der beiden Anlagen wird also zu 535 : 306. Würde man nun wieder die vorher bei getrenntem Betriebe für die Dampfanlage gültige Betriebsicherheit erreichen wollen und einen weiteren Reservesatz einbauen, so würde sich ergeben:

$$W_z \approx 7{,}16 \,.\, 10^{-6}.$$

Das Verhältnis der Betriebsicherheit vor und nach Zusammenschalten der Anlagen betrüge also 7,16 : 306, d. h., die Betriebsicherheit würde ganz wesentlich erhöht. Das vorstehende Ergebnis läßt nun erwarten, daß bei der Verbindung einer Dampfanlage mit einer Wasserkraftanlage zwar zur Gewährleistung der gleichen Betriebsicherheit die Reserveanlage vergrößert werden muß, daß diese Vergrößerung aber nicht der vollen Höhe der Leistung der Wasserkraftanlage zu entsprechen braucht. Daß diese Annahme richtig ist, sei wieder an einem Beispiel gezeigt. Verbindet man eine Dampfkraftanlage von sechs Betriebsätzen und zwei Reservesätzen mit einer Wasserkraftanlage, deren Leistung doppelt so groß ist wie die Leistung eines Satzes der Dampfanlage, und erhöht die Reserveanlage um einen Satz, so ergibt sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen der miteinander gekuppelten Anlagen zu

$$W_z \approx 232{,}29 \,.\, 10^{-6}.$$

Das Verhältnis der Betriebsicherheit vor und nach Zusammenlegung der Anlagen beträgt daher 232,29 : 306. Es ergibt sich somit für diesen Fall, daß eine Erhöhung der Reserveanlage um 50 % der Leistung der Wasserkraftanlage völlig ausreicht, um die vor Kuppelung der Anlagen für die Dampfanlage bestehende Betriebsicherheit zu erreichen.

Bei Wasserkraftanlagen, die ihr Betriebswasser aus Talsperren erhalten, wird es oft wirtschaftlich sein, die Turbinenanlage so hoch auszubauen, daß sie neben der Normalleistung vorübergehend die Leistung eines Satzes des mit ihr verbundenen Dampfwerkes übernehmen kann. Dies wird besonders dann in Frage kommen, wenn die Triebwasserleitungen verhältnismäßig kurz sind, so daß ihre Vergrößerung keine großen Kosten verursacht. Für die Sicherheit des Betriebs lassen sich auf diese Weise große Vorteile erzielen, wie im folgenden gezeigt werden soll. Schaltet man eine Dampfkraftanlage mit sechs Betriebs- und zwei Reservesätzen mit einer Wasserkraftanlage zusammen, deren Normalleistung der Leistung eines Maschinensatzes des Dampfwerkes entspricht, und die so hoch ausgebaut ist, daß sie vorübergehend außer der Normalleistung die Leistung eines Satzes des Dampfwerkes übernehmen kann, so treten Störungen des Betriebes in folgenden beiden Fällen ein:

1. Versagen von vier Dampfsätzen,
2. Versagen von zwei Dampfsätzen und der Wasserkraftanlage.

Wie in dem vorhergehenden Beispiel erhält man für beide Fälle zusammen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Störungen zu

$$W_z \approx 232{,}29 \,.\, 10^{-6}.$$

In diesem Fall könnte also gänzlich auf eine Vermehrung der Reservemaschinen verzichtet werden, ohne daß die Sicherheit des Betriebes dadurch beeinträchtigt würde.

Es sei hier noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die wiedergegebenen Zahlen und Beispiele, da sie sich nur auf roh geschätzte Zahlen gründen, keine Allgemeingültigkeit haben. Sie sollen nur dem Zwecke dienen, ganz generell den Einfluß des Zusammenarbeitens von Dampfkraftwerken mit einander und von Dampfkraftwerken mit Wasserkraftwerken auf die Betriebsicherheit festzustellen. Hierbei war es nicht von so großer Bedeutung, welche Werte den Beispielen zugrundegelegt wurden. Für genauere Ermittlungen und vor allen Dingen für Wirtschaftlichkeitsvergleiche sind die mitgeteilten Zahlen dagegen wertlos, und zwar besonders deshalb, weil die Zahlen für das Zusammentreffen von Störungen sich als Potenzwerte der Zahlen für das Eintreffen von zufälligen Betriebsunterbrechungen der einzelnen Sätze ergaben, und daher nicht nur ihre absoluten Größen, sondern auch beim Vergleichen verschiedener Anlagen ihr gegenseitiges Verhältnis schwankt.

Zum Schluß soll nun noch kurz die Frage gestreift werden, wie beim Entwurf von Wasserkraftanlagen, die mit bestehenden Dampfkraftanlagen zusammenarbeiten sollen, von diesen Untersuchungen Gebrauch gemacht werden kann. Zunächst wird es erforderlich sein, sich statistisches Material über die regelmäßigen und zufälligen Störungen der Maschinen der für das Zusammenarbeiten in Frage kommenden Dampfkraftanlagen zu beschaffen. Auf Grund dieses Materials wird man dann untersuchen,

in welchem Maße die Leistung der Reserveanlage des Dampfwerkes zu erhöhen ist, damit in der Betriebsicherheit keine Änderung eintritt, wenn man die Dampfanlage selbst um die Leistungsgröße der anzuschließenden Wasserkraftanlage vergrößert. Danach wird man untersuchen, um welchen Betrag die Reserveanlage zu erweitern ist, um dieser Forderung gleichfalls zu genügen, wenn der Anschluß der Wasserkraftanlage durchgeführt wird. Berechnet man weiterhin für beide Fälle die gesamten Jahreskosten, so hat man damit ohne weiteres einen Anhalt zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der projektierten Wasserkraftanlage und der durch ihren Bau zu erzielenden Ersparnisse.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß ein Zusammenschluß einer größeren Anzahl von Kraftwerken zu einer „Versicherungsgesellschaft auf Gegenseitigkeit gegen die Schäden von Betriebstörungen" durch Abwälzung des Risikos auf die Gesamtheit für das einzelne Unternehmen von großem Vorteil wäre. Zur Berechnung der Versicherungsprämien wäre die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung, wie schon erwähnt, zulässig und auch erforderlich. In diesem Zusammenhang sei auf den interessanten Aufsatz: Blau, Die Bedeutung der Werkerhaltungsversicherung für die Elektrizitätsindustrie, ETZ 1926, S. 1102, hingewiesen.

Die oben entwickelten Formeln werden im allgemeinen nicht für die in der Praxis vorkommenden Fälle ausreichen, da sie nur Näherungswerte ergeben und da außerdem die Verhältnisse durchweg verwickelter sind, als bei den durchgerechneten Beispielen vorausgesetzt wurde. Es wird aber sicher ohne große Schwierigkeiten möglich sein, die angegebenen Formeln zu erweitern, um auch noch zu Ergebnissen zu gelangen, wenn die Sätze der Dampfanlagen verschieden groß sind, ferner, wenn Kesselanlagen und Maschinen wechselseitig zusammenarbeiten, und wenn die Leistung der Wasserkraftanlagen teilweise vorübergehend zurückgeht und seltener ganz fortfällt. Es muß noch betont werden, daß Störungen in der elektrischen Übertragung, die für die Sicherheit der Stromlieferung von größter Bedeutung sind, selbstverständlich auch in Betracht gezogen werden müssen. Es würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, allen diesen Fällen Rechnung zu tragen und die erforderlichen Gleichungen hier zu entwickeln, da der Zweck dieser Ausführungen zur Hauptsache der ist, die sich mit einschlägigen Fragen beschäftigenden Fachkollegen anzuregen, zu der Frage der Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf diese Untersuchungen Stellung zu nehmen, nicht aber, einen abgeschlossenen Lehrgang oder wohl gar Rezepte für die Behandlung solcher Aufgaben zu bringen.

Die mechanischen Fördermittel beim Postscheckamt Leipzig.

Von **P. Heilbron**, Berlin.

Übersicht. Es werden die für den Barscheckverkehr beim Postscheckamt Leipzig benutzten mechanischen Fördermittel beschrieben. Sie bestehen aus zwei sogenannten Elektropostanlagen zur Verbindung der Annahme mit der Verteilungstelle und den Kontostellen sowie aus einem Verteilerband zwischen Verteilungstelle und Kassenschaltern. Die mechanische Beförderung spart Zeit und Botenkräfte.

Die Verwendung mechanischer Fördermittel für den Innenverkehr ist vorzugsweise dort wirtschaftlich und verkehrstechnisch lohnend, wo die zu befördernden Sendungen ihrer Menge nach für einen ununterbrochenen Betrieb der Förderanlagen ausreichen, einheitlich in ihren Abmessungen sind, einen ganz bestimmten Förderweg einhalten und schnell zum Ziele gelangen müssen.

Abb. 1. Annahmeschalter mit Sendeaufzügen.

Diesen Bedingungen entspricht der Innenverkehr bei den Postscheckämtern, er muß daher für eine Mechanisierung geeignet sein. Ein Dauerbetrieb ist durch den von Monat zu Monat steigenden Umfang des Postscheckverkehrs gewährleistet. Von den innerhalb eines Scheckamtes erforderlichen Förderleistungen kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man aus der Statistik feststellt, daß beispielsweise in Leipzig täglich rd. 200 000 Buchungen auszuführen sind. Befördert werden Scheckformulare und Abrechnungskopien, für welche bestimmte Abmessungen vorgeschrieben sind. Für die Beförderung der Schecke innerhalb des Amts ergeben sich, je nachdem es sich um Bar- oder Verrechnungsschecke handelt, mit geringen Abweichungen zwangsläufig zwei Wege: Der Barscheck geht vom Einlieferungschalter zu den einzelnen Kontostellen und von hier zu den Auszahlungschaltern. Der gewöhnlich mit der Post eingehende Verrechnungscheck läuft von einer Verteilungstelle ebenfalls zu den Kontostellen und von diesen zu einer Sammelstelle, welche die Versendung an die Einzelkunden veranlaßt. Daß auf beschleunigte Erledigung der Buchungen und Weitergabe der Schecke großer Wert gelegt werden muß, liegt auf der Hand. Das gilt besonders für die Barschecke, auf deren Auszahlung der Auflieferer zu warten pflegt.

Der Neubau des Postscheckamts Leipzig bot Gelegenheit, einen umfangreichen Versuch mit der Mechanisierung des Verkehrs von Stelle zu Stelle vorzunehmen und dabei zugleich die praktische Brauchbarkeit der von der Firma Mix & Genest entwickelten Elektropost für Postscheckämter zu erproben. Es lag nahe, zu diesem Versuch den besonders eiligen Teil des Scheckverkehrs, den Barscheckverkehr, herauszugreifen. Unter diesem Gesichtspunkt sind auch die mechanischen Fördereinrichtungen beim Postscheckamt Leipzig geplant und ausgeführt worden. Von dem Ausfall des Versuchs wird es abhängen, ob später eine Erweiterung der Förderanlage für das gesamte Amt vorgenommen werden soll.

Die Anordnung der Diensträume beim neuen Postscheckamt Leipzig ist folgende: Im Erdgeschoß befindet sich der Schaltervorraum für das Publikum, daran an-

schließend liegen die Annahmeschalter und Auszahlungschalter. Das 1. und 2. Geschoß sind durch die Kontosäle ausgefüllt, und zwar liegt im 1. Geschoß der Saal für die vorwiegend mit Barschecken arbeitenden Konten. Im gleichen Stockwerk befindet sich auch die Scheckverteilungstelle, die als die gegebene Zentrale für die Mechanisierung gelten kann. Hier beginnen oder enden auch die drei Fördereinrichtungen, die den Barscheckverkehr vermitteln sollen, nämlich

1. die kleine Elektropost zwischen den Annahmeschaltern und der Verteilungstelle,
2. die größere Elektropost zwischen Verteilungstelle und Kontostellen,
3. die Verteilerbandanlage zwischen Verteilungstelle und Auszahlungschaltern.

Zu 1. Die kleine Elektropost zwischen der Annahme- und Verteilungstelle dient dazu, die bei den Annahmeschaltern im Erdgeschoß aufgelieferten Scheckformulare nach dem 1. und 2. Geschoß zu befördern, von wo aus sie weiter verteilt werden. Sie besteht aus einer als Kreisbahn ausgebildeten Fahrschiene, die an der Decke des Erdgeschosses entlang läuft, zwei Elektropostwagen, zwei Sendeaufzügen bei den Annahmeschaltern und zwei Empfangsaufzügen. Der Verlauf der Fahrbahn ist aus Abb. 3 zu erkennen, in der im oberen Teil der rechts ausgezogenen Schleife die Sende- und im unteren die Empfangsaufzüge angedeutet sind. Die Sendeaufzüge (vgl. Abb. 1) haben 2 Fächer von je 250 × 120 mm Grundfläche, eins für Sendungen nach dem 1., das andere für Sendungen nach dem 2. Geschoß bestimmt. Dementsprechend sind auch die Wagen mit zwei untereinanderliegenden Aufnahmefächern ausgerüstet. Die beiden Empfangsaufzüge befinden sich in ihrer Ruhelage in Fahrbahnhöhe und sind so eingerichtet, daß der eine bis zum 1., der andre bis zum 2. Stockwerk fährt und die dorthin gehörenden Sendungen mitnimmt.

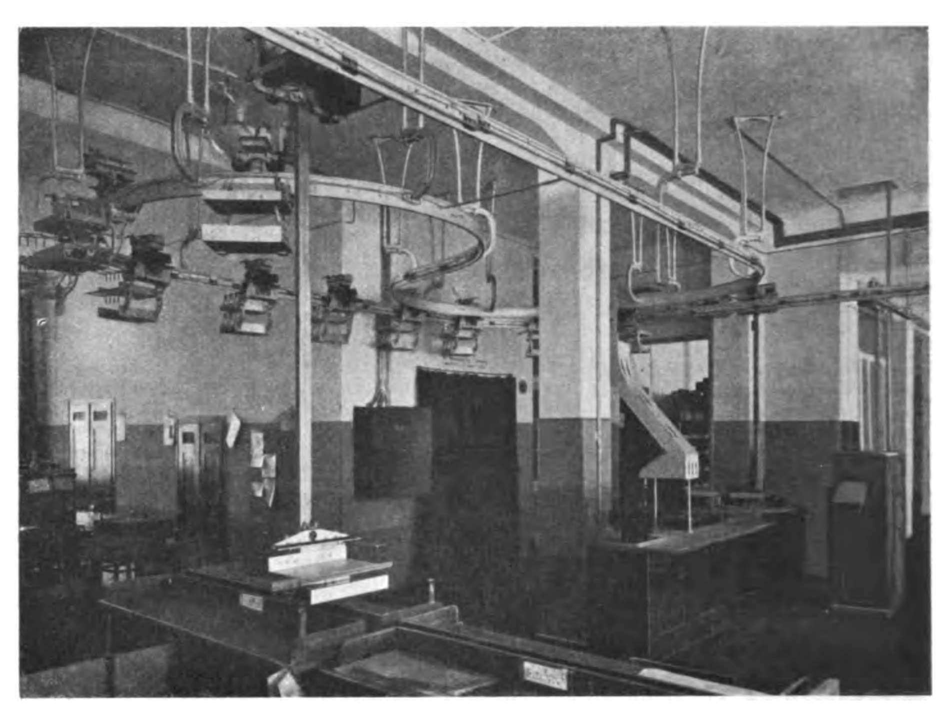


Abb. 2. Elektropostzentrale mit Bahnhof bei der Verteilungstelle im 1. Geschoß.

Der Betrieb geht folgendermaßen vor sich: Die am Schalter aufgelieferten Schecke werden nach Stockwerken getrennt in die Fächer eines Sendeaufzuges gelegt. Ein Tastendruck leitet den Beförderungsvorgang ein. Daraufhin setzt sich der in Bereitschaft stehende Wagen bei freier Bahn sofort in Bewegung. Ist schon ein Wagen mit einer Sendung unterwegs, so wartet der andere, bis sein Vorgänger weit genug entfernt ist, damit er selbst freie Fahrt hat, und läuft dann erst an. Beim Anfahren schaltet er den Motor des beladenen Aufzuges ein, der hochfährt und sich in die Fahrbahn stellt. Beim Durchfahren des Aufzugskorbes übernimmt der Wagen die hineingelegten Schecke und bringt sie zu den beiden Etagenaufzügen, die er durchfährt. Dabei leert jeder der Empfangsaufzüge das ihm zugehörige Wagenfach und, sobald der Wagen weiterfahrend einen Kontakt geschlossen hat, steigt der eine zum 1., der andere zum 2. Geschoß auf und wirft dort selbsttätig seine Ladung ab, worauf beide Aufzüge in ihre Anfangstellung zurückkehren.

In Abb. 2 ist die Empfangstelle in dem 1. Geschoß dargestellt. Sie befindet sich auf der rechten Seite des Bildes in der Holzverkleidung, die auch das Führungsrohr des Aufzuges zum 2. Geschoß umschließt.

Inzwischen fährt der Wagen weiter, bis er kurz vor den Annahmeschaltern angelangt ist, wo er Halt macht und für weitere Sendungen bereitsteht. Ist der eine Wagen unterwegs, so kann der zweite in derselben Weise in Gang gesetzt werden. Die Fahrbahn ist in Blockstellen eingeteilt, damit ein Aufeinanderfahren der Wagen vermieden wird. Zur unmittelbaren Verbindung des ersten und zweiten Geschosses ist noch ein Einzelaufzug vorhanden.

Zu 2. Die größere Elektropost zwischen der Verteilung- und Kontostelle im 1. Geschoß. Sie enthält außer der mit 2 Sendeaufzügen ausgestatteten Zentrale bei der Verteilungstelle 18 Unterstationen bei den einzelnen Arbeitstischen, an denen die Konten geführt werden, und wird mit 15 Elektropostwagen betrieben. Zur Zielbestimmung dient eine bei der Zentrale angebrachte Druckknopfplatte, die für jede Station einen besonderen Druckknopf erhält. Die Unterstationen sind, da sie nur zur Zentrale zu senden haben, mit je einem Druckknopf ausgerüstet. Die Anordnung der Fahrbahn und der Stationen geht aus Abb. 3 hervor. Die Fahrbahn ist vor der Zentrale zu einer großen Schleife ausgebildet, die als Bahnhof für die Elektropostwagen dient. Auf der linken Seite der Abb. 2 ist der Bahnhof mit den in Bereitschaft stehenden Wagen zu erkennen. Die Wagen besitzen, ebenso wie die Aufzüge, ein Sende- und Empfangs- oder Sammelfach. Die für die Zentrale bestimmten Sendungen werden aus den Wagensammelfächern durch einen Abstreifer in die Empfangsrutsche gestreift. Sie ist in Abb. 2 rechts von der Mittelsäule sichtbar.

Betrieben wird die Anlage folgendermaßen: Man legt die bei der Zentrale von den Annahmeschaltern oder von anderer Stelle eingehenden Schecke in das Sendefach eines der beiden Zentralaufzüge und drückt auf der Druckknopfplatte den Knopf der Station, welche die Sendung erhalten soll. Dadurch wird der Aufzug in Bewegung gesetzt und ein im Bereich der Fahrschiene angebrachtes Wählwerk auf die Zielstation eingestellt. Sobald der Förderkorb in Fahrbahnhöhe steht, fährt der erste in Bereitschaft stehende Wagen an, wird vom Wählwerk auf die Zielstation eingestellt und übernimmt beim Durchfahren des Aufzuges dessen Ladung. Während der Sendeaufzug in seine Ruhelage zurückkehrt, fährt der Wagen an sämtlichen Empfangstellen vorbei, bis er zu der Station gelangt, auf die er eingestellt ist. Hier steuert er den Stationsaufzug in seine Bahn, läßt die mitgeführten Schriftstücke in dessen Empfangsfach gleiten und setzt seine Fahrt fort, bis er zu der Bahnhofschleife gelangt, wo er sich den bereits wartenden Wagen anschließt. Durch eine Blockeinteilung der Strecke ist dafür gesorgt, daß die Wagen sich stets in ausreichender Entfernung voneinander halten. Sollen die Schecke nach Ausführung der Buchung zur Zentrale zurückgelangen, so legt die Beamtin sie in das Sendefach des Stationsaufzuges und drückt auf den Druckknopf. Dadurch wird der nächste vorbeifahrende Wagen veranlaßt, den Aufzug der sendenden Station hochzusteuern und die Sendungen in sein Sammelfach zu übernehmen. Nach dem Austausch des Fördergutes gehen die Aufzüge jedesmal selbsttätig in ihre Ruhelage zurück. Damit die Sendungen bei den Unterstationen nicht zu lange auf Beförderung warten müssen, wenn der Verkehr auf der Fahrbahn gering ist, hat man folgende Einrichtung getroffen: Sobald ein Wagen die 7. Station passiert hat, ohne daß ihm ein anderer folgt,

fährt der nächste in Bereitschaft stehende Wagen von selbst an und sammelt die vorliegenden Sendungen ein.

Am Abend haben die Buchungstellen von einer bestimmten Zeit an Rechnungsbelege in stärkeren Bündeln zur Zentrale zu senden. Um eine Überlastung der Wagenfächer durch diese Sendungen zu vermeiden, wird bei der Zentrale ein Schalter umgelegt, mit der Wirkung, daß nun jeder Wagen nur 2 Stationsaufzüge ansteuert und entladet. Abb. 4 stellt einen Teil der Elektropost im Betriebe dar. Der von der Zentrale auf die im Vordergrunde sichtbare Station eingestellte Wagen hat den Stationsaufzug bereits in die Fahrbahn gesteuert, er ist gerade im Begriff, den Förderkorb zu durchfahren und seine Ladung abstreifen zu lassen.

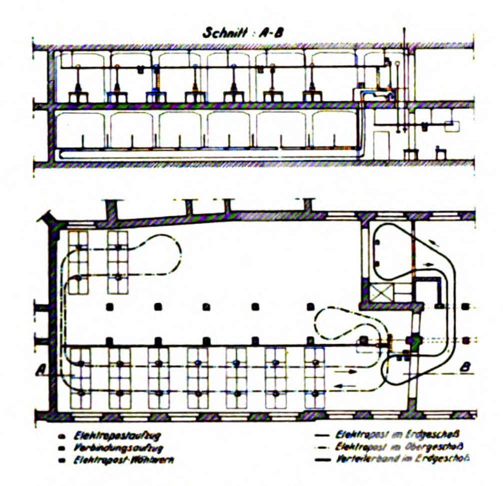


Abb. 3. Gesamtanordnung der Förderanlagen.

Zu 3. Für den dritten Abschnitt des Laufweges der Barscheckformulare ist die Verteilerbandanlage bestimmt. Sie verbindet die Zentrale mit den elf Auszahlungschaltern, denen die Schecke von der Verteilungstelle zugesandt werden. Bei der Zentrale befindet sich der für elf Richtungen ausgebaute Zentralsender der Bandanlage, Abb. 3. Er ist in einen Tisch eingelassen, der den Antrieb des Bandes und das Wählwerk für die Stationswahl trägt. Abb. 2 läßt Wählwerk und Sender erkennen. Das Band, das in einer Rinne von 120 mm lichter Weite läuft, wird vom Sender bis unter die Tischhöhe im Erdgeschoß geführt und verläuft dort auf dem Hinweg unmittelbar unter der Schaltertischplatte, in der sich vor den einzelnen Arbeitsplätzen die Empfänger befinden (vgl. Abb. 3). Am Ende der Schalterreihe ist eine Empfangsmulde für Fehlsendungen angebracht. Jede Fehlsendung wird durch ein hörbares Signal angezeigt, so daß der zunächst sitzende Beamte den Irrläufer dem Empfänger entnehmen und der richtigen Empfangstelle zuführen kann. Den Rückweg zur Sendestelle nimmt das Band 15 cm oberhalb des Fußbodens parallel zum Hinweg.

Bei der Zentrale werden die auszuzahlenden Schecke in die einzelnen Senderfächer gelegt, die durch je eine Klappe gegen das darunter vorbeiführende Band abgeschlossen sind. Das auf dem Sendertisch stehende Wählwerk, das an dem Bandantrieb angeschlossen ist und dessen Bewegung daher von der Bandgeschwindigkeit abhängt, schließt in bestimmter Folge eine Reihe von Kontakten und veranlaßt dadurch ein taktmäßiges Öffnen der Senderklappe. Dabei fallen die in den Einzelfächern liegenden Schecke auf ein bestimmt abgegrenztes Bandstück. Eine zweite Kontaktreihe am Wählwerk betätigt ebenfalls in taktmäßiger Folge nacheinander die Elektromagneten der einzelnen Empfänger und stellt diese dadurch jedesmal dann auf Empfang ein, wenn gerade das Bandstück mit den für sie bestimmten Sendungen vorbeiläuft. Auf diese Weise wird mit Sicherheit ein Abnehmen der Sendungen an der richtigen Empfangstelle erreicht. Sollen die erledigten Schecke zur Zentrale zurückgelangen, so werden sie auf das rückführende Band gelegt, das durch Ausschnitte im Schaltertisch zugänglich ist und die mitgeführten Sendungen in die Empfangsmulde bei der Zentrale gleiten läßt.

Der Hauptvorteil der beschriebenen mechanischen Födereinrichtungen liegt darin, daß sie einen fortlaufenden Transport der Schecke von Stelle zu Stelle ermöglichen und die beim Botenbetrieb unausbleiblichen Lagerzeiten verhüten. Auch die reine Laufzeit ist kürzer als bei Beförderung durch Menschenkraft. Mit Hilfe der Förderanlagen legt eine Sendung den rd. 200 m langen Weg Annahmeschalter—Buchungstelle—Auszahlungschalter in etwa 6 min zurück. Bei Botenverkehr ist mit Rücksicht auf die Höhendifferenzen eine solche Leistung nicht zu erzielen. Eine erwünschte Folge der Mechanisierung ist ferner das Verschwinden der Boten aus den Buchungs- und Kassenräumen, weil dadurch der Betrieb an Ruhe und Sicherheit gewinnt.

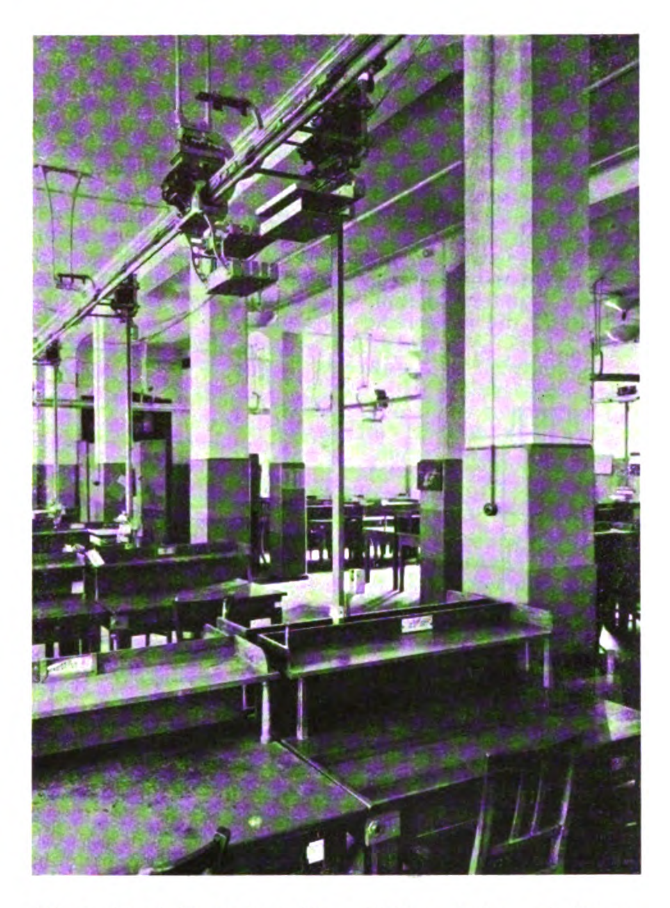


Abb. 4. Ausschnitt aus der größeren Elektropostanlage mit Aufzug und Wagen.

Die Frage nach der Rentabilität der beschriebenen Förderanlagen wird endgültig erst nach längerer praktischer Erprobung beantwortet werden können. Zur Zeit ist nur die Erwägung möglich, wieviel Botenkräfte eingespart werden und wie hoch die laufenden Unkosten der Anlage sind. Die Instandhaltung und Erneuerung von abgenutzten Teilen erfordert schätzungsweise einen jährlichen Aufwand von 1000 RM. An Stromkosten entstehen unter Zugrundelegung eines Strompreises von 15 RPf für den Tagesbedarf von 6 kWh jährlich etwa 300 RM; für die Unterhaltung, die durch einen Mechaniker im Nebenamt ausgeführt wird, kann eine halbe Arbeitskraft mit 750 RM jährlich angesetzt werden. So ergibt sich ein Gesamtkostenaufwand von jährlich 2050 RM. Es werden durch die Anlage etwa 8...10 Boten entbehrlich, so daß die Wirtschaftlichkeit selbst bei reichlicher Abschreibung des Anlagekapitals gewährleistet ist.

Erfahrungen und Verbesserungen am Röhrenvoltmeter zur verlustfreien Messung höherer Spannungen.

Von Dipl.-Ing. **Louis Weisglass**, Wien.

Übersicht. Es wird gezeigt, welche Röhrenqualitäten für das Röhrenvoltmeter günstig sind, ferner welche Methoden angewendet werden, um den Meßbereich in bequemer und einfacher Weise in weiten Grenzen zu verändern.

Die verschiedenen Vorzüge und die gute Verwendbarkeit des in der ETZ 1927, S. 107, beschriebenen Röhrenvoltmeters veranlassen mich, über neue Erfahrungen hierüber zu berichten. Diese Arbeiten wurden im Laboratorium des Wiener Physikers, Ing. Siegmund Strauß, unter dessen Leitung durchgeführt. Die Entwicklung des Röhrenvoltmeters ergab sich aus rein praktischen Gründen, da seine Anwendung für bestimmte Messungen unentbehrlich war. Es galt bei diesen Arbeiten vor allem, die inneren physikalischen Vorgänge an dem Röntgendosiszähler „Mekapion" möglichst genau und eingehend zu verfolgen und insbesondere eine solche Methode hier anzuwenden, daß die vielen hundert sich als notwendig ergebenden Messungen nicht ermüdend wirken. Bei diesem Dosiszähler[1] wird ein kleiner Kondensator von 30 ... 40 cm Kapazität mit wenigen elektrostatischen Einheiten geladen und dann sich selbst überlassen. Der Entladungsvorgang wird durch einen Ionenstrom von der Größenordnung 10^{-12} A, der von den Röntgenstrahlen ausgelöst wird, bewirkt. Sie wird am Kondensator ein bestimmtes unteres Potential unterschritten. Es erfolgt bei diesem Punkte selbsttätig die neuerliche Aufladung.

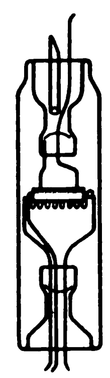


Abb. 1. Röhre mit isolierter Anode für Röhrenvoltmeter (Anode halb offen).

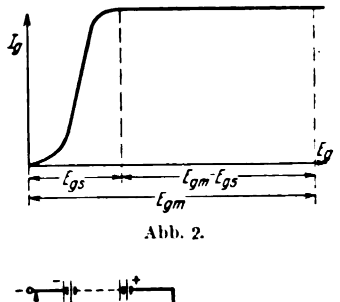


Abb. 2.

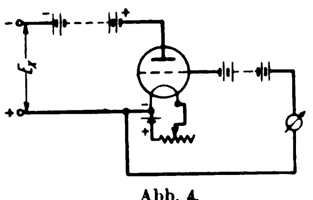


Abb. 4.

Diese Vorgänge mußten nun experimentell sorgfältig verfolgt werden. Die genaue Kenntnis des Spannungsverlaufes gibt erst Gewähr, ob die Ionisationskammer auch über den ganzen Entladungsvorgang gesättigt ist, eine Forderung, die erst die Proportionalität zwischen Strahlenintensität und Angaben des Instrumentes ermöglicht. Die Meßmethode besteht bekanntlich darin, daß ein durch positive Spannung erzeugter Gitterstrom durch Anlegen negativer Anodenspannung verringert wird. Die negative Anodenspannung ist die Prüfspannung selbst. Ein Anodenstrom selbst kann **nicht** zustande kommen. Ein eventueller Stromverbrauch kann sich nur durch etwa mangelhafte Isolation des Gases ergeben. So sind z. B. Verstärkerröhren mit der üblichen Radiobesockelung hauptsächlich wegen der zu nahen Zuleitungen im Quetschfuß unbrauchbar. Bei diesem Röhrenvoltmeter muß der Anodenpol eine überaus gute Isolation gegenüber der Kathode aufweisen. Es ist daher ratsam, nur Röhren zu verwenden, die eine besondere Herausführung der Anode besitzen. Die Marconi-D.E.V.-Röhre läßt sich recht gut verwenden. In der Abb. 1 ist eine andere, besonders für diesen Zweck hergestellte Röhre abgebildet. Diese trägt unten und oben normale Quetschfüße, wo aber von den oberen nur die Anodendurchführung verwendet wurde. Es soll hier noch auf einen gefährlichen Teil der Isolation aufmerksam gemacht werden. Es ist das der bekannte Magnesiumspiegel an der inneren Glaswandung. Dieser darf auf keinen Fall zu stark sein und einen geschlossenen Kathoden-Anodenweg bilden. Zur scheinbaren Erhöhung der Isolation wurden Schutzring- und ähnliche Schaltungen versucht, und zwar mit bestem Erfolg.

[1] Vgl. S. Strauß, El. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 318.

Eine wichtige Frage bei allen Meßgeräten bedeutet die einfache Änderung der Meßbereiche. Bei diesem Röhrenvoltmeter entspricht im allgemeinen eine Erhöhung der Gitterspannung bereits einer starken Zunahme des Gitterstromes. Das Gitter verträgt aber mit seiner geringen Oberfläche die durch den hohen Emissionstrom hervorgerufene Temperatur schlecht, die Gefahr der Gasabgabe wird dadurch nur erhöht. Folgende Methode hat hier zum Ziel geführt, wenn damit auch dem Meßbereich besondere Grenzen auferlegt werden. Die Heizung der Röhre wird so gering eingestellt, daß schon bei kleinen, erst zu wählenden Gitterspannungen bereits volle Sättigung besteht. Dabei soll dieser Sättigungs-Emissionstrom gering sein, vielleicht nur 1 mA oder noch weniger betragen. Nennt man die Gitterspannung, bei der Sättigung eintritt, die Gittersättigungsspannung E_{gs} und die bei Erhöhung des Meßbereiches später eingestellte, bedeutend höhere Gitterspannung E_{gm}, so ergibt sich ein Intervall $E_{gm} - E_{gs}$, das zur Erhöhung des Gitterstromes nichts mehr beiträgt (Abb. 2). Die Kompensation dieses Gitterspannungsintervalles durch die negative Anodenmeßspannung bewirkt noch keinen Rückgang des Gitterstromes. Erst Anodenspannungen, die, auf das Gitter reduziert, größer als $E_{gm} - E_{gs}$ sind, werden durch Rückgang des Gitterstromausschlages nachweisbar. Es erfolgt demnach bei dieser Methode eine Erhöhung des oberen wie des unteren Punktes des Meßbereiches. Dies läßt sich in folgender Art ausdrücken:

Unterer Meßwert $E_{xu} = \frac{E_{gm} - E_{gs}}{D}$ (D = Durchgriff),

Oberer Meßwert $E_{xo} = \frac{E_{gs}}{D}$,

Meßbereich $E_{xo} - E_{xu} = \frac{E_{gm}}{D}$.

Nach dieser Methode ist es nun einfach, bis zu beträchtlich hohen Meßspannungen zu gelangen, so hoch, als es die Röhre gerade noch gut verträgt. In der Abb. 3 ist noch eine Eichkurve für überhöhte Gitterspannung angegeben.

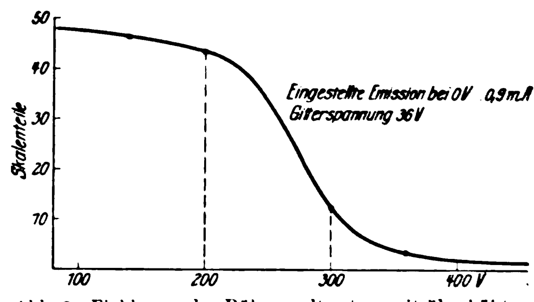


Abb. 3. Eichkurve des Röhrenvoltmeters mit überhöhter Gitterspannung.

Es sei hier noch auf eine zweite Methode hingewiesen, die sich mit gutem Erfolg anwenden läßt. Der Meßbereich wird dadurch erhöht, daß man eine bestimmte Spannung, aus irgendeiner Spannungsquelle entnommen, der Meßspannung entgegenschaltet und somit die an der Anode liegende Meßspannung dadurch entsprechend erniedrigt. Diese ist daher gleich der abgelesenen Spannung, vermehrt um die Zusatzspannung (Abb. 4). Erwähnt sei noch, daß man nur Röhren besten Vakuums verwenden soll. Bei etwas gashaltigen Röhren bildet sich, da immer ein Elektronenstrom fließt, auch ein Ionenstrom aus, der Kondensatorladungen rascher zum Abfließen bringt. Thorierte Röhren lassen sich recht gut verwenden, ihre Emission ist, da sie nicht überbeansprucht werden, durchaus konstant. Da die Röhren infolge nur ganz geringer Gitterströme unterheizt und nicht belastet sind, ist ihre Lebensdauer recht groß, und die einmal aufgenommene Eichkurve behält lange ihre Eichwerte. Selbstverständlich ist die Heizempfindlichkeit gerade bei dieser Einstellung nicht unbedeutend; auf die gute Ausführung des Heizwiderstandes ist daher sehr zu achten.

Das beschriebene Röhrenvoltmeter hat durch die dauernde Verwendung im obengenannten meßtechnischen Betrieb gezeigt, daß es sehr verläßlich ist und an Einfachheit nichts zu wünschen übrig läßt. Es ist daher nicht nur im Laboratorium, sondern auch darüber hinaus mit großem Vorteil zu verwenden.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Das 50 kV-Kabel des Elektrizitätswerkes Zürich. — In Zürich wurden zwei je 1,56 km lange Kabel für 50 kV Betriebspannung zwischen den Stationen Eichhalde und Drahtzug des El.-W. Zürich verlegt. Nach eingehenden Vorstudien wählte man für eine höchste zu übertragende Leistung von 24 000 kVA, Einleiterkabel von je 150 mm² *Cu*-Querschnitt. Maßgebend hierfür war die übersichtliche Anordnung der Leiter, die Möglichkeit, bei Beschädigung einzelner Leiter aus den gesunden Adern rasch ein betriebsfähiges Dreileitersystem herzustellen, die Verwendung kleiner Ersatzmuffen bei Durchschlägen und der billigere Ersatz einzelner Leiter statt der ganzen Leitung. Mit Rücksicht auf die Brandgefahr verzichtete man auf die Juteumwicklung und Asphaltierung und schützte den 2,5 mm starken Bleimantel gegen chemische Einflüsse durch einen in der Fabrik warm aufgebrachten einmaligen Teeranstrich. Das *Cu*-Seil eines jeden Kabels besteht aus 37 runden, in 4 Lagen angeordneten *Cu*-Drähten mit $1 + 6 + 12 + 18$ Einzeldrähten von je 2,27 mm Dmr. Der Gesamtquerschnitt ist demnach $37 \times 4{,}05 = 150$ mm². Die Leitfähigkeit des Kupfers beträgt 56 m/Ωmm². Die Isolation der Kabel besteht aus rd. 140 Lagen imprägnierten Papiers von 20 mm Breite und bestimmtem Zellulosegewicht. Die Anordnung einer Lage metallisierten Papieres am Leiter und über der Isolation war nicht vorgeschrieben, aber gewünscht worden. Von den beiden Kabelleitungen wurde die eine der Kabelfabrik Berthoud, Borel & Cie (Schweiz), und die andere den SSW in Auftrag gegeben. Die berechneten und gemessenen Werte der beiden Kabel sind aus Zahlentafel 1 ersichtlich.

Zahlentafel 1.

Leitung	Messung einz. Längen in der Fabrik				Verlegte Kabel, Messung		Berechn. Induktiv.
	cos δ bei 20° und			Kapazität mittel	Isol.-Widerst.	Ohmsch. Widerst.	
	35 kV	50 kV	70 kV	μF/km	MΩ	Ω	mH/km
Leitung 1	0,0083	0,0083	0,0080	0,203	> 1000	0,1741	0,6
Leitung 2	0,0050	0,0056	0,0065	0,189	> 1000	0,1833	0,6

1 Temperatur des Bleimantels } Phase b, Leitung 1
2 „ „ Kupferleiters } Phase b, Leitung 1
3 „ „ Bleimantels } Phase b, Leitung 2
4 „ „ Kupferleiters } Phase b, Leitung 2
5 Lufttemperatur im Kabelkanal

Abb. 1. Zeitlicher Verlauf der Temperaturen einer Meßstelle.

Die Fabrikationslänge der Kabel betrug 220 ... 375 m. Es wurden 32 Längen vergeben und 5 Kabelschächte für die Verbindungsmuffen vorgesehen. Die Lieferfirmen hatten Transport und Verlegung der Kabel und Muffen mit zu übernehmen. Von den vorgeschriebenen Prüfungsbedingungen seien die wichtigsten genannt. Die einzelnen Fabrikationslängen wurden in den Fabriken einer Isolations- und Leiterwiderstandsmessung unterworfen, die 30 min mit 75 kV, Leiter gegen Mantel, und anschließend 5 min mit 90 kV Wechselspannung erfolgte. Ferner wurde mit der Scheringbrücke von jeder Länge der Verlustwinkel bei 35,5 kV und 70 kV ermittelt. Einzelne Kabel wurden während 36 h einer Dauerprobe mit 60 kV unterworfen unter ständiger Beobachtung des Verlustwinkels bei möglichst gleichmäßiger Temperatur. Als oberste zulässige Grenze des Verlustwinkels war ein $\cos\delta = 0{,}015$ bei 20° und 70 kV zugelassen. Prüfabschnitte von 5,5 m Länge wurden über eine Trommel von 600 mm Radius nach der Formel $90° + 4 \cdot 180° + 90°$ hin- und hergebogen. Die Durchschlagprobe der gebogenen Stücke begann mit 60 kV und wurde jede Minute sprungweise um 20 kV bis zum Durchschlag erhöht. Dieser durfte nicht unter 180 kV liegen. Die Durchschläge erfolgten zwischen 280 und 380 kV, im Mittel bei 322 kV. Die Prüfung der fertig verlegten Kabel umfaßte die Bestimmung des Gleichstromwiderstandes (vorgeschriebene obere Grenze 0,120 Ω/km und Phase bei 15°), eine Isolationsmessung sowie eine Spannungsprobe mit 50 kV, Leiter gegen Erde, während 1 h. Bei dieser Spannung ergab sich ein Ladestrom zwischen Leiter und Mantel von rd. 5 A (rd. 3,5 kW). Außerdem wurden die Kabel während 1 h gegeneinander mit 65 kV geprüft.

Zur Feststellung der Erwärmung der Leiter, von Bleimantel und Luft im Kabelkanal wurden eingehende Untersuchungen angestellt. Die Erwärmungsprobe erstreckte sich auf 48 h, wobei die 6 Adern der beiden Leitungen in Reihe geschaltet waren. Die Speisung erfolgte mit 150 A Gleichstrom, bis der stationäre Temperaturzustand im Kupfer erreicht war; alsdann wurde weitere 4 h mit 270 A geprüft. Die erreichten Temperaturen zeigt Abb. 1.

Die Verlegung der Kabel erfolgte in einem Betonkanal, dessen Querschnitt aus Abb. 2 ersichtlich ist.

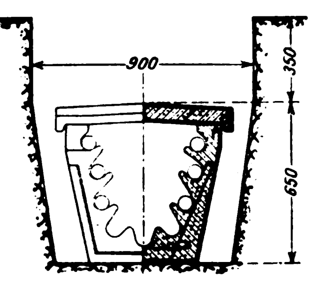


Abb. 2. Querschnitt durch Graben und Betonkanal.

Der Kabeltrog besitzt eine Höhe von etwa 42 cm im Lichten und wird in Längen von 1 m hergestellt. Die Entfernung der Rillenmitten voneinander beträgt rd. 125 mm. Die Kabel liegen an der Luft; die Abdeckung geschieht durch Deckel, die für die Kontrolle leicht abhebbar sind. Die Verlegung erfolgte durch besondere Kabelverlegungswagen ohne besondere Schwierigkeiten und konnte in 40 Tagen erledigt werden. Die Kabel sind seit Ende November 1926 dauernd in Betrieb, ohne daß bisher irgend eine Störung zu verzeichnen gewesen wäre.

Die Baukosten verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Baustoffe und Arbeiten:

Zahlentafel 2.

Prozentuale Verteilung der Kosten.

Einleiterkabel	40,00 %
Muffen, Endverschlüsse, Kleinmaterial	2,66
Meß- und Telephonkabel	4,21
Kabelkanäle	14,15
Grabarbeiten, Schächte für Muffen	15,00
Transport und Verlegung der Kanäle und Kabel	7,33
Kabelproben, Prüfanlage	5,55
Kulturschaden, Straßenbelag	3,60
Pläne, Bauleitung	2,22
Gebühren, Unvorhergesehenes	5,28
	100,00 %

(H. Leuch, Bull. S. E. V. Bd. 18, S. 551.) *Schd.*

Elektromaschinenbau.

Neue Drehstrommotoren der AEG. — Die AEG hat eine neue Reihe von Drehstrommotoren für mittlere und größere Leistungen und für Drehzahlen von 1500 bis 500 entwickelt, die gegenüber der bisherigen Bauart sowohl in elektrischer als auch in mechanischer Hinsicht verschiedene Neuerungen aufweisen. Abgesehen von den kleineren Leistungen wird bei den neuen Motoren die Statorwicklung auf maschinellem Wege hergestellt. Vor dem Einbau wird jede Einzelspule auf kurzgeschlossene Windungen mit einer wesentlich höheren Spannung geprüft, als die durch REM vorgeschriebene Prüfspannung beträgt. Die Spulen liegen in offenen Nuten in ähnlicher Weise wie bei einem Gleichstromanker (Zweischichtwicklung). Durch schwalbenschwanzförmige Keile aus Preßzell werden die Spulen unter starkem Druck in den Nuten festgehalten.



Die Kühlluft wird durch die Eigenventilation des Rotors von beiden Seiten her angesaugt und durch im Stator befindliche Öffnungen wieder hinausgedrückt. Gegenüber der einseitigen Belüftung hat diese Bauart den Vorteil geringerer Eintrittsgeschwindigkeit der Kühlluft, und die Erwärmung fällt gleichmäßiger aus, weil die warme Luft schon nach einem verhältnismäßig kurzen Weg den Motor verläßt.

Die Lager sind, abgesehen bei Motoren sehr großer Leistung, als Wälzlager ausgebildet, wie sie mit gutem Erfolg bereits seit mehreren Jahren bei den Motoren für Bahn- und Kranbetriebe in Anwendung sind. Wälzlager haben bekanntlich den Vorteil geringerer Reibungsarbeit als Gleitlager, und die Baulänge wird kürzer. Ferner ist die Gefahr des Auslaufens der Lager und des damit verbundenen Schleifens des Rotors am Stator beseitigt, auch die Schwierigkeiten, die das Austreten von Öl aus den Lagern häufig bereitet, fallen weg. Mit Wälzlagern ausgerüstete Motoren lassen sich ohne weiteres um die wagerechte Achse schwenken. Bis zu einem gewissen Grade können sie auch für gegen die wagerechte Achse geneigte Schräglagen Verwendung finden.

Bei den Motoren mit Anlaßanker erfolgt das Kurzschließen bzw. Abheben der Bürsten mittels eines in einem verstellbaren Drehpunkt gelagerten zweiarmigen Hebels. Der eine Arm dieses Hebels wird durch einen Exzenter gesteuert, während der andere Arm in die Kurzschließermuffe eingreift und sie beim Verdrehen des Exzenters seitlich verschiebt. Bei Motoren kleinerer und mittlerer Leistung sind die an der Kurzschließermuffe befestigten Kurzschlußkontakte konzentrisch angeordnet, bei größeren Leistungen sind dagegen Messerkontakte vorgesehen, die den Vorteil haben, daß die Kontakte sich sehr bequem ein- und ausbauen lassen. Die Kontaktflächen liegen frei, ihre Beschaffenheit kann daher jederzeit ohne weiteres geprüft werden. Die Schleifringe sitzen isoliert auf einer gußeisernen Büchse, ihre Befestigung erfolgt nach einem besonderen Verfahren durch Aufpressen unter hohem Druck, ein Losewerden der Ringe im Betriebe ist daher ausgeschlossen. (G. Lewinnek, AEG-Mitt. 1928, S. 91.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Folgeschaltungen für Kathodenstrahl-Oszillographen. — Zur Aufzeichnung sehr kurzzeitiger elektrischer Vorgänge, deren Aufnahme nur mit trägheitslosen Oszillographen möglich ist, kommt in erster Linie der aus der Braunschen Röhre hervorgegangene Kathodenstrahl-Oszillograph in Frage, bei welchem die photographische Platte oder der Film im Vakuum der Röhre liegt, da außerhalb derselben keine genügende Einwirkung auf die photographische Schicht erreicht werden kann. Eine Bewegung der Platte zwecks Erzeugung der von der Zeit abhängigen Bewegung des Lichtpunktes kommt für diese schnellen Vorgänge natürlich nicht in Frage. Die Zeitkomponente wird vielmehr durch Ablenkung des Strahles erzeugt. Hierbei entsteht die Schwierigkeit, daß einerseits der Strahl nicht wesentlich länger auf die Platte einwirken soll als für den aufzunehmenden Vorgang nötig ist, weil sonst ein Verschleiern eintritt, und daß anderseits der Vorgang selbst zeitlich sofort nach Beginn oder gleichzeitig mit der Ablenkung des Strahles einsetzen und spätestens im Augenblick der größten Ablenkung beendet sein soll. Für den Oszillographen nach Dufour, der mit selbständiger Strahlung, d. h. ohne Glühkathode arbeitet, geben Harrington und Opsahl vier Schaltungen an[1]. Die Erzeugung der erforderlichen Gleichstrom-Hochspannung geschieht wie üblich in der Weise, daß Kondensatoren über zwei Glühventile durch einen Transformator aufgeladen werden, dessen Sekundärspule in den Abbildungen mit *s* bezeichnet ist. Das in Abb. 3 dargestellte interessante, wenn auch praktisch bedeutungslose Verfahren beruht darauf, daß mit einer Gewehrkugel durch die drei ringförmigen Elektroden einer Doppelfunkenstrecke hindurchgeschossen wird. Beim ersten Überschlag zwischen dem linken und mittleren Ring wird die Erregerspannung für den Strahl an die Röhre gelegt. Beim zweiten Überschlag zwischen dem mittleren und rechten Ring kommt die Ablenkungsspannung an die Platten der Röhre. Gleichzeitig damit kann auch der aufzunehmende Vorgang mittels eines weiteren Plattenpaares bzw. einer Ablenkspule eingeleitet werden derart, daß diese Ablenkung senkrecht zur Zeitablenkung steht. Bei dem von Follou angegebenen Verfahren, Abb. 4, sind zwei mit Synchronmotor angetriebene Isolierscheiben D_1 und D_2 mit Kontaktstücken vorhanden; D_1 ist mit der einen Kugel einer Funkenstrecke F verbunden. Die Kontakte schließen zuerst den Transformator ans Netz an, wodurch der Strahl erfolgt (hier ohne Gleichrichtung); dann schalten sie den Wechselstrom für die Ablenkspule ein. Der Transformator ist dabei nur während einer kurzen Zeit einer Periode, während des Spannungsmaximums angeschlossen, so daß die Spannung praktisch konstant ist. Der Spulenstrom eilt infolge der Induktivität L der Spannung um etwa 90° nach, ändert sich also während der Zeit der angelegten Spannung geradlinig mit der Zeit. Demnach ist auch die Ablenkung proportional der Zeit. Die rotierende Funkenstrecke sorgt dafür, daß im geeigneten Moment der Schaltvorgang an die Röhre gelegt wird. Zwecks Zeitmessung kann auch gleichzeitig eine bekannte hochfrequente Welle, die ein Röhrengenerator liefert, mit aufgenommen werden.

Grundsätzlich ähnlich damit ist der von Rogowski und Flegler für deren neuen lichtstarken Glühkathoden-Oszillographen angegebene Schalter[1], den Abb. 5 zeigt. Der Schaltvorgang wird durch den Elektromagnet *g* bzw. die Feder *f* ausgelöst. Bei der Drehung schließt zunächst der Kontaktstreifen *c* den Stromkreis für den Strahl, worauf der Kontaktstreifen *d* den Kreis für die Ablenkung und den aufzunehmenden Vorgang schließt. Ehe dieser Kreis wieder geöffnet wird, erfolgt die Unterbrechung des ersten Kreises, und die Kathode wird mittels der dritten Bürste auf der Scheibe *a* an Erde gelegt. Dadurch verschwindet der Strahl und kann nicht mehr zurücklaufen und die Platte verschleiern. Für Spannungen unter 1000 V für den Vorgang wurde die Scheibe *b* später durch einen Quecksilberschalter ersetzt.

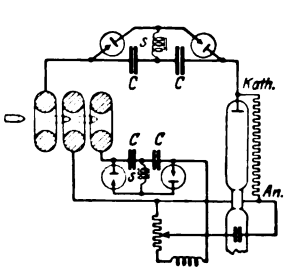


Abb. 3. Geschoßauslösung.

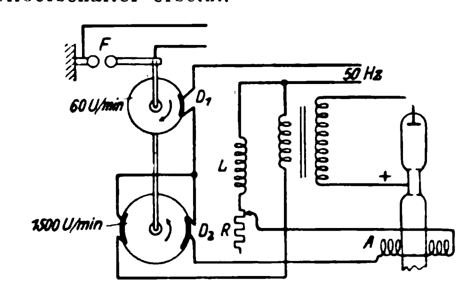


Abb. 4. Auslösung mit umlaufenden Kontaktscheiben.

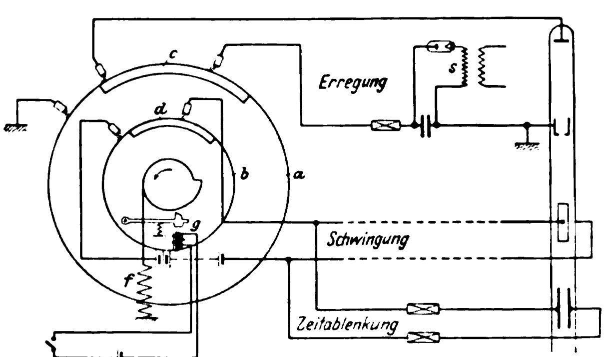


Abb. 5. Folgeschalter.

Die Arbeit von Harrington und Opsahl zeigt noch zwei weitere Schaltungen für den Dufour-Oszillographen, die rein elektrisch arbeiten und bei denen die schwierige Einstellung der Kontaktscheiben vermieden wird. In Abb. 6 schlägt zuerst kurz vor dem Höchstwert von E' die Funkenstrecke G_1 über. Der Strahl entsteht, und es kommt Spannung an R_3 und C. G_2 ist etwas oberhalb der Spannung für den Vorgang eingestellt, G_3 etwas unterhalb. Der Spannungsabfall an R_3 addiert sich zu E'', so daß G_2 überschlägt und gleich darauf G_3. Dadurch wird die Spannung E'' an den Überspannungsableiter A gelegt, dessen Spannungsverlauf hier untersucht werden soll (die gleichzeitige Einleitung einer Zeitablenkung oder Vergleichswelle ist hier nicht angedeutet). Abb. 7 zeigt eine Modi-

[1] The Electric Journ. Bd. 24, S. 384.

[1] Arch. El. Bd. 15, S. 297; Auszug: ETZ 1926, S. 1363.

fikation von Abb. 6 unter Verwendung nur einer Stromquelle. Die vier Kondensatoren links werden aufgeladen, G_2 schlägt über, die Spannung für den Strahl kommt an die Röhre. Gleich darauf schlägt G_3 über, an $R_3 + R_6$ liegt die Spannung ¾ E. Der Spannungsteil an R_6 addiert sich zu ¼ E an G_4, so daß G_4 und darauf G_5 überschlägt. Dadurch kommt die Spannung E an R_5 und an den zu untersuchenden Ableiter A, dessen Stromverlauf mittels einer Ablenkspule und dessen Spannung mittels Ablenkungsplatten senkrecht dazu registriert wird. Es entsteht also hier ein Diagramm, das E als Funktion von J zeigt.

An dieser Stelle interessiert noch eine weitere, wiederum von Rogowski angegebene Schaltung unter Verwendung einer Elektronenröhre (Abb. 8). Vor Beginn der Zeitablenkung wird die Röhre durch eine negative Gitterspannung abgesperrt. Der Kondensator C, welchem die Ablenkungsplatten A parallel geschaltet sind, wird mit Gleichspannung von 900 bis 2000 V (Gleichrichter) über

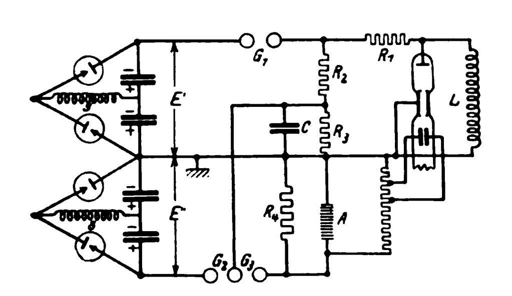


Abb. 6. Rein elektrische Folgeschaltung mit zwei Stromquellen.

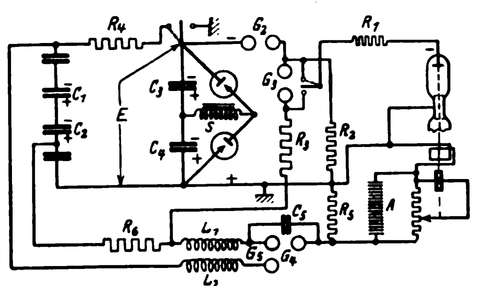


Abb. 7. Rein elektrische Folgeschaltung mit einer Stromquelle.

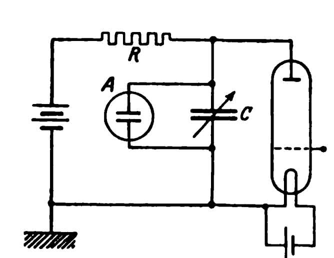


Abb. 8. Auslösung mit Elektronenröhre.

den Widerstand R aufgeladen. Erhält das Gitter plötzlich eine positive Spannung, so entlädt sich C mit konstanter Geschwindigkeit über die Röhre, der Kathodenstrahl bewegt sich aus der Anfangslage, die dem geladenen Kondensator entspricht, in die Endlage, die dem entladenen entspricht. Die Abszissenbewegung kann durch Ändern der Kapazität oder des Heizstromes von Geschwindigkeiten, die mit dem Auge wahrnehmbar sind, bis zu etwa 300 km/s geändert werden. Eine Gitterspannung von 40 V genügt zur Absperrung von 2000 V Anodenspannung. Bei Niederspannungsvorgängen kann nun das Anlegen der Steuerspannung durch Handschalter erfolgen. Bei Hochspannung, insbesondere Aufnahme von Wanderwellen, muß aber der Vorgang selbst die Zeitablenkung einrücken, was durch das von Gábor[1] entwickelte trägheitslose Kipprelais geschieht. Es beruht auf einer Kippschaltung zweier Röhren. Hierbei wird das Gitter der einen Röhre von der aufzunehmenden Welle angestoßen, d. h. die Gitterspannung wird von der Welle erhöht oder erniedrigt. Die Kippschaltung mit der zweiten Röhre hat dann ein plötzliches Hochspringen des Anodenstromes zur Folge. Der Spannungsabfall, den dieser Anodenstrom an einem Widerstand erzeugt, wird nun als Gitterpotential an die obengenannte Ablenkungsröhre gelegt[2]. *Be.*

Apparate.

Wechselstromrelais. — R. Parésy untersucht zunächst theoretisch die Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit ein Wechselstromrelais nicht vibriert. Die Trägheit des Ankers wird bei den Untersuchungen außer acht gelassen. Er kommt zu dem Schluß, daß man eine konstante Anziehungskraft bekommt, wenn man auf den Anker 2 Kerne wirken läßt, deren Wicklungen von um 90° gegeneinander verschobenen Strömen durchflossen sein müssen. Grundbedingung ist, daß die von den beiden Kernen in Beziehung auf den Drehpunkt auf den Anker ausgeübten Momente gleich sind.

Es wurden daraufhin einige Konstruktionen von solchen Relais theoretisch untersucht, Relais von Siemens & Halske und eines der Société Le Material téléphonique. Die Untersuchungen ergaben, daß die oben aufgestellten Bedingungen nur bei einer bestimmten Frequenz und einem bestimmten Luftspalt erfüllt werden können, daß aber, um ein befriedigendes Arbeiten zu erzielen, die genaue Erfüllung der Bedingungen nicht nötig ist. Daraufhin wurde noch ein Relais der Western Electric Company untersucht, bei dem die gestellten Forderungen nur annähernd erfüllt sein können, weil es nur eine Wicklung enthält, deren Fluß in zwei Pfade aufgeteilt ist, von denen der eine, um die nötige Phasenverschiebung zu erhalten, mit einem Kurzschlußring versehen ist. Das Ergebnis der Berechnung ist ungefähr, daß bei normalen Bedingungen, solange der Luftspalt klein ist, der Kupferring so bemessen sein muß, daß er eine Phasenverschiebung von rd. 45° hervorbringt. Dabei soll $\text{tg}\,\varphi = \frac{\lambda\,\omega}{\varrho} = 1$ sein (λ = Induktanz, ϱ = Widerstand). Zum Schluß wird experimentell ermittelt, daß die Relais der WEC sich bei befriedigendem Arbeiten sehr empfindlich bauen lassen. (R. Parésy, Rev. Gén. de l'El. Bd. 22, S. 25.) *M. Schl.*

Englische Vorschriften für Relais für Schutzschaltungen. — Die British Engineering Standards Association hat für eine große Zahl elektrischer Apparate Vorschriften entwickelt; die Veröffentlichung 142/1927 befaßt sich mit Schutzrelais. Sie ist in ähnlicher Weise angeordnet wie die Regeln für Meßgeräte und enthält bemerkenswerte Festlegungen. Die einleitenden Abschnitte befassen sich mit den Begriffsbestimmungen, der Verwendung (Überstromrelais, Richtungsrelais usw.) und der Wirkungsweise (Solenoid-, Dreheisen-, Drehspulrelais usw.). Impedanzrelais sind noch nicht aufgeführt. Unter den Bestimmungen sind folgende bemerkenswert:

13. Überstromrelais für Wechselstrom sollen mindestens für 80 ... 150 % des Nennstromes einstellbar sein. Die höchste Stromeinstellung bei Wechselstrom-Überstromrelais soll gleich sein dem doppelten des geringsten Auslösestromes bei verzögerter Auslösung, gleich dem dreifachen bei Momentauslösung. Diese Bestimmung erscheint dem Berichterstatter wie manche anderen unnötig und die Entwicklung hemmend.

14. Bei Wechselstrom-Spannungsrückgangsrelais soll die Einstellung nur zwischen 25 bis 90 % der Nennspannung möglich sein, bei Spannungssteigerungsrelais 110 ... 130 % der Nennspannung.

15. Richtungsrelais sollen nur zwischen 10 und 100 % des Nennstromes bzw. der Nennleistung einstellbar sein.

16. Unabhängige Überstrom-Zeitrelais. Die größte Zeiteinstellung soll nicht mehr als 10 s und nicht weniger als 2 s betragen. Die kleinste Zeiteinstellung soll nicht weniger als 20 % der größten Einstellung betragen oder 0,5 s. Der größere Wert gilt.

Abhängige Überstrom-Zeitrelais. Bei 25 % Überstrom gegenüber der Einstellung sollen die Zeiten sein:

Maximale Einstellung:

wenn nicht einstellbar, nicht mehr als 8 s und nicht weniger als 0,5 s;

wenn einstellbar, nicht mehr als 8 s und nicht weniger als 2 s.

Die kleinste Einstellung soll nicht weniger als 20 % des Höchstwertes oder 0,5 s betragen. Der größere Wert gilt.

Bei begrenzt abhängigen Überstromrelais gelten dieselben Bestimmungen wie bei abhängigen Überstrom-Zeitrelais, ferner die Bestimmung, daß die Schaltzeit beim 5fachen eingestellten Strom in einem konstanten Verhältnis zu der Schaltzeit beim 1,25-fachen Strom ist, und daß die Auslösezeit für Ströme über dem 5fachen Wert praktisch konstant sein soll.

17. Schaltleistung. Einschaltekontakte jeder Art sollen 350 VA ohne Schaden bei höchstens 660 V und höchstens 3 A zwanzigmal hintereinander einschalten können. Öffnungskontakte mit Stromwandlerauslösung sollen bei höchster Stromeinstellung zwanzigmal hintereinander schalten können

[1] Vgl. Forschungshefte d. Studienges. f. Höchstsp.-Anlagen, H. 1, Sept. 1927.
[2] Weiteres über Kippschaltungen: Friedländer, Arch. El. Bd. 17, S. 1 u. 103; ETZ 1927, S. 511.

bei 15 A Einstellung . . . . . 20 V,
„ 10 A „ . . . . . 30 V,
„ 5 A „ . . . . . 60 V.

In Anbetracht der hohen vorkommenden Kurzschlußströme erscheint diese Forderung viel zu milde.

18. Eigenverbrauch. Der maximal zulässige Eigenverbrauch der Strom- und Spannungsrelais ist in drei Stufen festgelegt:

a) 20 VA,
b) 3 VA,
c) 0,15 VA,

der Spannungsabfall der Gleichstromrelais auf 200 mV am Nebenwiderstand. Auch für den Verbrauch im Spannungspfad und Strompfad von Richtungsrelais sind Höchstzahlen gegeben.

19. Überlastung. Ein Relais soll ohne Schaden aushalten

a) den 1,25fachen Strom dauernd,
b) „ 2 „ „ 30 s lang,
c) „ 10 „ „ 0,5 s „ .

Auch diese Vorschriften sind viel zu milde. In Deutschland fordert man von direkt aufgebauten Auslösern den 60fachen Sekundenstrom, entsprechend dem 10fachen Strom 36 s, d. i. 72mal so lange. Für die Stromspulen von Zeigermeßgeräten fordert man auch bereits den 10fachen Strom durch 5 s, entsprechend dem 23fachen Strom 1 s. Im allgemeinen kann man die Stromspulen von Sekundärrelais stärker belastbar bauen, und die Mehrzahl der deutschen Relais sind es auch. Es ist dabei kaum denkbar, daß die englischen Relais Überstrom so schlecht vertragen. Es scheint hier eine übertriebene Vorsicht gewaltet zu haben.

20. Fehlergrenzen der Strom- und Spannungseinstellung

a) bei Stromrelais für Gleich- und Wechselstrom ± 10 % des Nennwertes,
b) bei Spannungsrückgangsrelais 5 %,
c) bei Spannungserhöhungsrelais 10 %.

Auch für Richtungsrelais werden genaue Vorschriften gegeben.

21. Fehler der Auslösezeit. Bei Momentauslösung soll der Auslösekreis nach höchstens 0,1 s geschlossen werden, wenn der Strom den eingestellten Wert um mindestens 50 % überschreitet. Bei verzögerter Auslösung soll die Auslösezeit vom Sollwert nicht mehr als 10 % oder 0,2 s abweichen, der größere Wert gilt. Ein unabhängiges Strom-Zeitrelais, das bereits zu laufen begonnen hat, soll bei Senkung des Stromes auf 85 % des eingestellten Wertes nach nicht mehr als 0,5 s in seine Normalstellung zurückkehren.

22. Das Relais soll mit unbelasteten Kontakten bei höchster Strom- und Spannungsbelastung 500mal ohne Schaden geschaltet werden können.

23. Die Prüfspannungen entsprechen den englischen Regeln für Meßgeräte.

24. Die Einstelldaten sollen ohne Öffnung des Gehäuses sichtbar sein.

25. Das Schaltbild soll folgende Angaben tragen:

a) Name oder Firmenzeichen des Herstellers;
b) Fabrikationsnummer;
c) Bezeichnung des Relais;
d) Nennstrom bzw. Nennspannung;
e) Frequenz;
f) die Buchstaben BS (British Standard) oder, wenn der Hersteller eine Lizenz dazu hat, die Buchstaben BESA 142/1927 in einem Dreieck.

26. Die Prüfungen sollen nicht an jedem Relais ausgeführt werden. Wenn Belastungsproben verlangt werden, soll es bei der Ausschreibung bereits vermerkt werden. In einer Schlußnotiz wird die regelmäßige Nachprüfung der Relais empfohlen, weiterhin, daß Mittel vorgesehen werden, um die Relais von Hand oder besser elektrisch zu betätigen.

Diese britischen Vorschriften sind eine ausgezeichnete und gründliche Arbeit auf diesem Gebiete, das für die neuzeitliche Stromversorgung so wichtig ist. Die Gliederung der Vorschriften ist durchaus zweckmäßig, und es wäre wünschenswert, dieselbe Einteilung zu übernehmen, wenn auch der VDE sich entschließt, Regeln für Relais auszuarbeiten. Dagegen erscheinen manche Einzelbestimmungen unnötig und die Entwicklung hemmend. Die Bestimmungen über die Belastungsfähigkeit durch Überstrom sind viel zu milde und entsprechen nicht im entferntesten dem, was der Betrieb verlangen muß. Auch die mechanische Prüfung der Relais könnte im Interesse der Betriebssicherheit wesentlich verschärft werden. (British Engg. Stand. Assoc. 1927, Nr. 142.) Keinath.

Installation.

Bergmann-Berührungschutzfassung. — Zu den Fassungen, bei denen das Fassungsgewinde lediglich zum Halten der Lampen dient, während für die Stromzuführung zum Sockelgewinde ein besonderer Außenkontakt vorhanden ist, gehört auch die in Abb. 9 dargestellte Konstruktion der Bergmann-Elektricitäts-Werke. a_1 und a_2 sind die beiden den Außenkontakt bildende Federn; vor diesen ist im Fassungsmantel b ein Isolierring c befestigt, der das metallische Fassungsgewinde d trägt. Eine Verdrehung des letzteren wird dadurch verhindert, daß das Fassungsgewinde 2 Lappen e_1 und e_2 besitzt, die umgebogen werden und dann in Aussparungen auf der Stirnseite des Isolierringes c liegen.

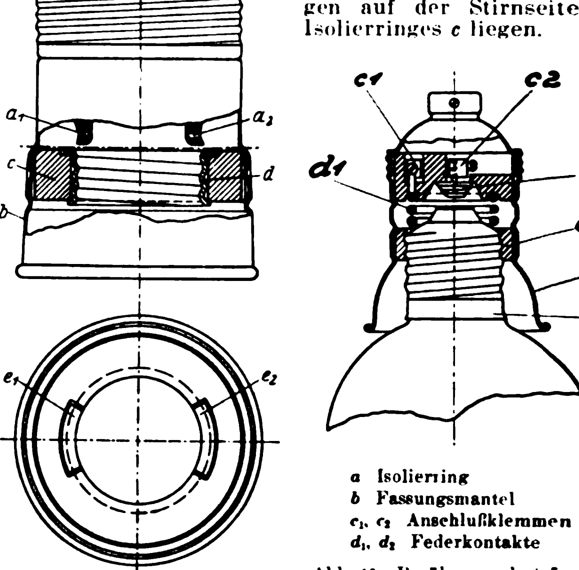


Abb. 9. Berührungschutzfassung mit federndem Außenkontakt.

Abb. 10. Berührungschutzfassung mit federndem Außen- und Innenkontakt.

Eine andere Lösung ist aus Abb. 10 ersichtlich. Hier ist der Außenkontakt ebenso wie der Mittelkontakt axialfedernd ausgebildet. c_1 und c_2 sind die beiden Anschlußklemmen, von denen die erstere mit der den Außenkontakt bildenden Zylinderschraubenfeder d_1, die andere mit dem Mittelkontakt in Verbindung steht, der als konisch gewickelte Feder d_2 ausgebildet ist. Durch die federnde Ausbildung der beiden Fassungskontakte ist dabei auf alle Fälle in der Endstellung eine gute Kontaktgebung gewährleistet. Das Auftreffen des Sockelgewindes auf die Feder d_1 tritt natürlich erst dann ein, wenn die Metallteile des Sockels durch den Fassungsmantel b gegen Berührung verdeckt sind. (Bergmann-Mitt. Bd. 5, S. 28.) *Ka.*

Beleuchtung.

Der Luxmesser „Filmograph". — Ein einfacher Beleuchtungsmesser, welcher nicht wie die meisten neueren Instrumente nach dem Fettfleck-Prinzip gebaut ist, sondern bei dem, ähnlich wie bei dem Blondelschen Apparat[1], in einem zweiteiligen Gesichtsfeld die Helligkeiten zweier Opalglas-Scheiben miteinander verglichen werden, welche von einer kleinen Normallampe bzw. der zu untersuchenden Lichtquelle beleuchtet werden, ist von L. Lobel angegeben worden. Die Schwächung der Helligkeit der Normallampe geschieht durch Verschiebung eines Graukeiles, dessen Stellung an einer Skala abgelesen wird. Voltmeter und Vorschaltwiderstand für die Normallampe sind in dem handlichen Instrument untergebracht. Der Meßbereich beträgt 0,2 ÷ 200 Lux und kann durch Zwischenschaltung von Grau-Scheiben bis auf 20 000 Lux erweitert werden. Abmessungen des Instruments 6 × 13 × 19 cm, Gewicht 1500 g. Der Apparat soll sich auch zur Bestimmung von Belichtungszeiten für photographische Aufnahmen eignen. (Kinotechnik Bd. 10, S. 107.) *Schb.*

[1] ETZ 1928, S. 218.



Ultraviolett-Beleuchtungsvorrichtung zur Beobachtung der Fluoreszenz. — Die zunehmende Untersuchung und Unterscheidung der verschiedensten Körper nach der Art ihres Fluoreszenzlichtes, das sie bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht aussenden, welche besonders durch die bekannte Analysen-Quarzlampe[1] eine weite Verbreitung erfahren hat, ist auch auf mikroskopische Beobachtungen ausgedehnt worden. Beobachtet wird im Mikroskop mit Dunkelfeldbeleuchtung, mit dem sphärischen Opakilluminator, welcher das Ultraviolett gut reflektiert; beleuchtet wird mit der punktförmigen Wolframbogenlampe, welche reich an ultravioletter Strahlung ist. Die störende sichtbare Strahlung wird hierbei nicht mit dem bekannten ultraviolettdurchlässigen Schwarzglas zurückgehalten, da dieses schwach rotdurchlässig ist und daher eine rote Fluoreszenz vortäuschen könnte, sondern durch eine Schwarzglas-Küvette, welche mit einer Kupfersulfatlösung gefüllt ist. Um Mikrophotographien der Fluoreszenzstrahlung herzustellen, müssen Ortho- oder Panchrom-Ultrarapid-Platten benutzt werden und die von dem Objekt reflektierte ultraviolette Strahlung durch eine vor der photographischen Platte angeordnete, mit Triphenylmethan gefüllte Küvette zurückgehalten werden. (G. K ö g e l, Die chemische Fabrik 1928, S. 55.) *Schb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Eine Schnellstraßenbahn. — Jefferson Avenue ist eine der Hauptstraßen von Detroit (V. S. Amerika), die den Verkehr des Geschäftsviertels nach dem Norden und Osten vermittelt; ihre Fahrbahn ist 27,5 m breit; sie ist etwa 11 km lang. Man hat auf ihr den beachtenswerten Versuch gemacht, die Straßenbahn als Schnellbahn zu betreiben. Auf den ersten 3 km von außen her halten die Straßenbahnwagen wie allgemein üblich etwa an jeder dritten Straßenkreuzung, etwa sechsmal auf 1,61 km. Die nächsten 6,7 km werden schnellbahnmäßig betrieben; die Haltestellen liegen hier in 850 m bis fast 2 km Abstand. Dadurch ist die Fahrzeit auf dieser Teilstrecke auf 13,5 min verringert worden, während sie früher bei dem sonst üblichen Haltestellenabstand 20,5 min betrug. Das letzte Stück der Straße, etwa 1 km lang, wird von der Straßenbahn in einer Schleife befahren, was 7 min in Anspruch nimmt. Während bisher die Durchschnittsgeschwindigkeit auf der ganzen Strecke 19,3 km/h betrug, ist sie heute auf der „Expreßstrecke" auf 29 km erhöht. Der Gesamtdurchschnitt beträgt infolgedessen 22,5 km. Damit die Fahrgäste der Straßenbahn auf der Schnellbahnstrecke nicht zu weit zu laufen haben (der durchschnittliche Haltestellenabstand beträgt hier 1,3 km), wird der Verkehr zwischen den Haltestellen der Straßenbahn durch Omnibusse vermittelt, die von den Fahrgästen der Straßenbahn ohne besondere Bezahlung benutzt werden können.

Bei einem solchen Betrieb der Straßenbahn ist eine der ersten Fragen: was wird dabei aus dem Querverkehr? In dieser Beziehung liegen die Verhältnisse bei der Jefferson Avenue in Detroit besonders günstig. Der Querverkehr ist sehr schwach, weil die Straße nicht weit vom Detroitfluß und parallel zu ihm verläuft, auf der dem Fluß zugekehrten Seite also nur eine geringe Zahl von Querstraßen einmündet und diese noch dazu, eben weil sie am Fluß stumpf endigen, keinen Durchgangsverkehr haben. Nur eine von ihnen ist mit einer Straßenbahn belegt. Der Querverkehr kann infolgedessen zur Zeit noch durch Handsignale des Verkehrsbeamten geregelt werden, man macht aber an einer Stelle bereits einen Versuch mit einem selbsttätigen Signal, das von dem herannahenden Schnellbahn-Wagenzug so gesteuert wird, daß es für diesen die Bahn freigibt und den Querverkehr absperrt.

Nach einem Probebetrieb von 3 Monaten Dauer ist man in Detroit zu der Überzeugung gekommen, daß durch die geschilderte Art des Straßenbahnbetriebes wertvolle Möglichkeiten zur Beschleunigung des Verkehrs im Innern der Stadt geboten werden. Es ist selbst in den Stunden des stärksten Verkehrs gelungen, die fahrplanmäßige Geschwindigkeit einzuhalten. Man ist so fast ohne Kosten zu einer Schnellbahn, wenn auch in beschränktem Sinne, gekommen.

Die Straßenbahn fährt mit Zweiwagenzügen in 2 min kürzestem Abstand; sie befördert täglich durchschnittlich 37 200 Personen. Der Schnellverkehr beginnt morgens um 5 Uhr und dauert bis 9 Uhr abends. Die Wagen halten vor den Straßenkreuzungen, so daß der Querverkehr während des Haltens zugelassen ist und abgestoppt wird, wenn sich der Schnellbahnzug in Bewegung setzen will. Die Straßenbahn hat von der neuen Betriebsart den Vorteil, daß sie 6 Wagenzüge aus dem Betrieb hat herausziehen können. An den Schnellbahnhaltestellen sind Schutzräume für die wartenden und aus- und einsteigenden Fahrgäste in 27 m Länge durch Geländer in 2 m Abstand vom Gleis abgetrennt. Dach und Wände aus Leinwand bieten den Wartenden einen gewissen Schutz gegen die Witterung. Die Omnibusse, die 21 Sitzplätze haben, halten neben der Straßenbahn, die in der Mitte der Straße liegt. Für später ist in Aussicht genommen, die Omnibusse an der Bordkante halten zu lassen und Fußgängertunnel anzulegen, so daß eine Kreuzung des Wagenstromes durch die Fußgänger weder beim Aus- und Einsteigen noch beim Umsteigen nötig ist.

Der Fahrpreis der Straßenbahn beträgt nur 6 Cents einschließlich der Benutzung der Omnibusse. Die Neuregelung des Straßenbahnbetriebes findet den Beifall der Fahrgäste. Um diese an die Neuerung zu gewöhnen, wurden in der ersten Zeit an den Haltestellen Aufsichtschaffner aufgestellt, die die Fahrgäste zurechtwiesen und den Verkehr in die richtigen Wege leiteten. Auch wurde die Strecke von Aufsichtsbeamten in Kraftwagen befahren, die Auskünfte gaben und Anweisungen erteilten. An einigen Stellen sind die Aufsichtschaffner noch beibehalten worden. Der Verkehr wickelt sich auf der Jefferson Avenue glatt ab, obgleich die Verkehrsdichte infolge der höheren Fahrgeschwindigkeit zugenommen hat. (El. Railway Journ. Bd. 71, S. 4.) *We.*

Bergbau und Hütte.

Der elektrische Ofen zur Verhüttung von Nickelerzen. — Der elektrische Ofen hat seit einigen Monaten ein neues Anwendungsgebiet gefunden. Eine Nickelhüttengesellschaft in Neukaledonien bedient sich dieser Ofenart zur Verhüttung von Nickelerzen. Die Nickelindustrie in Neukaledonien hat durch den Aufschwung der Nickelindustrie in Kanada außerordentlich gelitten und war durch den hohen Brennstoffverbrauch ihrer niedrigprozentigen Erze so benachteiligt, daß seit 1914 die Förderungsziffer ständig im Abnehmen war. Während 1914 noch 172 000 t Erz gefördert wurden, betrug die Förderziffer 1922 nur noch 45 t. Inzwischen konnte zwar eine höhere Förderung festgestellt werden, die jedoch an die der Vorkriegszeit bei weitem nicht heranreicht. Eine der größten Nickelgesellschaften, Le Nickel, sah sich daher gezwungen, neue Wege ausfindig zu machen, die Nickelindustrie in Neukaledonien wieder in die Höhe zu bringen. Die Wasserfälle des Yateflusses kamen ihr dabei zustatten, so daß sie ein Kraftwerk für 22 000 PS errichtet hat, das den für den Betrieb der elektrischen Öfen erforderlichen Strom liefert. Vorläufig hat man 2 Öfen aufgestellt. Nach den bisherigen Erfolgen beabsichtigt man den Bau weiterer Öfen. Diese Ofenausführung arbeitet mit hoher Spannung und die Öfen sind mit Chromit ausgekleidet. Durch direktes Schmelzen der Nickelerze im elektrischen Ofen kann man ein Ferronickel mit bis zu 90 % Nickel herstellen. Die weitere Raffination dieser Legierung auf Reinnickel wird auf elektrolytischem Wege vorgenommen. Die wesentlichsten Ausgaben bei diesem Verfahren sind der Stromverbrauch, der Elektrodenabbrand und die Unterhaltung der Öfen. Das Schmelzen von 1 t Erz erfordert z. Z. 1100 bis 1200 kWh, während der Elektrodenabbrand 12 kg beträgt. Die Verluste an Nickel durch die Schlacke sind erheblich geringer als beim Schmelzen im bisher üblichen Wassermantelofen (Water-Jacket). Da die Schlacke bei einer höheren Temperatur erzeugt wird, ist sie auch dünnflüssig und das Volumen dieser Schlacke wird schon aus dem Grunde geringer, weil in den Ofen weder Brennstoff noch Gips und nur selten ein Flußmittel aufgegeben wird. Einer der Hauptvorteile des elektrischen Ofens bei der Verhüttung des Garnieriterzes ist die Leichtigkeit, mit der alle Nickelerze, wie hoch ihr Nickelgehalt und wie ihre Zusammensetzung auch immer sein mag, niedergeschmolzen werden können. Der Wassermantelofen erlaubt nicht die Behandlung von Nickelerzen mit weniger als 5 % Nickel. Die kaledonischen Erze enthalten aber nicht selten nur 4 ... 5 % Nickel. Dann war es bisher auch schwierig, die Erze zu schmelzen, wenn sie zuviel Kieselsäure und Magnesia enthielten, welche Verbindungen meistens in einem beträchtlichen Betrag vorzukommen pflegen. Der Anteil an Kieselsäure im kaledonischen Nickelerz beträgt 26 ... 44 %, der an Magnesia 11 ... 24 %. Durch die besondere Anpassungsfähigkeit des elektrischen Ofens an alle Arten von Nickelerzen rechnet man von jetzt ab mit einer wieder steigenden Ausbeute der Erzgruben, die gerade über einen fast unerschöpflichen Vorrat an niedrigprozentigen Nickelerzen ver-

[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1185.

fügen. Ferner wird es möglich sein, eine Serie neuer Legierungen von Nickel und Eisen der verschiedensten Zusammensetzungen bei direktem Ausgehen vom Erz aus zu erhalten (Rev. de Métallurgie, Bd. 24, S. 646). *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Strahlungsdichte und Empfangsfläche (Beitrag zur Kennzeichnung von Funkanlagen). — Die Leistung (oder Energie in der Sekunde), die eine Funkempfangsanlage vom Sender aufnimmt, hat Rüdenberg zuerst berechnet. Hat nämlich die Sendeantenne die wirksame Höhe h_1 m, die Empfangsantenne die wirksame Höhe h_2 m; beträgt der Strom in der Sendeantenne J_1 A, der Dämpfungswiderstand der Empfangsantenne $R_2\,\Omega$, ist ferner λ m die Länge der Welle, auf die Sender und Empfänger abgestimmt sind, und r_{12} km der Abstand zwischen Sender und Empfänger, so hat bei ungestörter Ausbreitung der Wellen über ebenem Gelände die empfangene Leistung den Betrag

$$N_2 = \frac{(120\,\pi)^2\,h_1^2\,h_2^2\,J_1^2\,.\,10^{-6}}{\lambda^2\,R_2\,r_{12}^2}\ \text{Watt.}$$

Diese Formel läßt eine sehr anschauliche Deutung zu, wenn man die Ausdrücke:

$$S_1 = \frac{120\,\pi\,h_1^2\,J_1^2\,.\,10^{-6}}{\lambda^2}\ \text{Watt} \quad \text{und} \quad F_2 = \frac{120\,\pi\,h_2^2}{R_2}$$

Quadratmeter zusammenfaßt, so daß sie die Form annimmt:

$$N_2 = \frac{S_1\,F_2}{r_{12}^2}\ \text{Watt.}$$

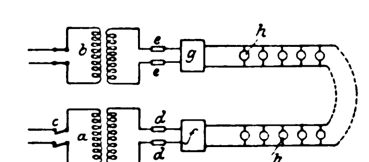
Die beiden Ausdrücke S_1 und F_2 haben besonders einfache Bedeutungen: In S_1 sind die Größen zusammengefaßt, die den Sender charakterisieren, seine Höhe, Stromstärke und Wellenlänge; F_2 enthält die Bestimmungsgrößen des Empfängers. Die physikalische Deutung dieser beiden Ausdrücke zeigt, daß S_1 die Energie darstellt, die in jeder Sekunde im Abstande 1 km vom Sender durch eine Fläche von 1 m² hindurchströmt; diese Größe, die die Wirkung des Senders bezeichnet, nennt Dieckmann die Sendedichte. Der Ausdruck F_2 hat die physikalische Bedeutung einer Fläche, und zwar des Querschnitts der ankommenden Wellenfront, aus dem die Empfangsantenne Energie aufnimmt; diese Fläche ist für die Wirksamkeit des Empfängers bezeichnend und wird von Dieckmann Empfangsfläche genannt.

Die Formel für den Empfangswert besagt dann: Die von der Empfangsantenne aufgenommene Leistung ist gleich dem Produkt aus der Sendedichte und Empfangsfläche, dividiert durch das Quadrat des Abstandes.

In dieser Form ist das Empfangsgesetz einer großen Verallgemeinerung fähig; denn die Begriffe Sendedichte und Empfangsfläche sind stets als Betriebseigenschaften einer Sende- oder Empfangsanlage wirksam, auch wenn sie nicht mit algebraisch einfachen Formeln aus den Antennenabmessungen errechnet werden können. Wegen Einzelheiten, besonders wegen der graphischen Darstellung der zahlenmäßigen Zusammenhänge zwischen Sendedichte und Empfangsfläche einerseits und den Konstanten der Antennen anderseits, wird auf den Aufsatz selbst verwiesen. (M. Dieckmann, Jahrb. drahtl. Telegr. Bd. 31, S. 8.) *Kb.*

Verschiedenes.

Unfallgefahr durch Stromdiebstahl. — Wie G. N. Richter im Power berichtet, hatte ein Monteur den das 2. Stockwerk eines Hauses versorgenden Transformator a (Abb. 11) auszuwechseln. Der Transformator wurde nach



a auszuwechselnder Transformator (2. Stock)
b Transformator im 3. Stock
c Schalter
d, e Sicherungen
f, g Zähler
h Glühlampen
--- unbefugte Verbindung

Abb. 11. Unbefugte Schaltung zwecks Stromdiebstahls.

Ausschalten von c entfernt und nach vorgenommener Reparatur dann wieder niederspannungseitig angeschlossen. Als der Monteur aber die Hochspannungseite an den Schalter von c legen wollte, erhielt er einen Schlag und zog sich Verletzungen zu. Die Untersuchung ergab, daß der Inhaber des 3. Stockwerkes heimlich die in der Abbildung punktierte Verbindung zwischen seinem Lichtstromkreis und demjenigen des 2. Stockwerkes hergestellt hatte, um zeitweise durch Herausnahme der Sicherung e die Speisung seines Stromkreises nicht durch den Transformator b, sondern durch a vornehmen zu lassen. Hier lag auch die Ursache für die Überlastung von a, welche die Beschädigung des Transformators und die Hinzuziehung des Monteurs zur Folge hatte. (G. N. Richter, Power Bd. 9·, S. 197.) *Ka.*

Neue Normblätter des DNA. — Technische Grundnormen (Passungen). DIN 2051, Edelfestsitz, Edelpassung, Einheitsbohrung. — 2052 Edeltreibsitz, Edelpassung, Einheitsbohrung. — 2053 Edelhaftsitz, Edelpassung, Einheitsbohrung. — 2054 Edelschiebesitz, Edelpassung, Einheitsbohrung. — 2055 Edelgleitsitz, Edelpassung, Einheitsbohrung. — 2056 Edelwelle, Einheitswelle. — 2060 Zulässige Abnutzung der Arbeitslehren-Gutseite. — 2071 Abmaße der Arbeitslehren, Edelpassung, Einheitsbohrung.

Lokomotivbau. DIN LON 1101 Bandeisen, Flacheisen, gewalzt, Abmessungen, Gewichte. — LON 1102 Stabeisen, Rundstahl, Quadratstahl, Sechskantstahl, Abmessungen, Gewichte. — LON 2056 Rauchrohre mit kegeligem Übergang, Konstruktionsblatt. — LON 3233 Wasserstandanzeiger, leicht, Zusammenstellung. — LON 3234 Wasserstandanzeiger, leicht, Gehäuse. — LON 3235 Wasserstandanzeiger, leicht, Einzelteile. — LON 269 Überwurfmuttern für Ölrohrverschraubungen. — LON 281 Blatt 1 Gewinde für den Lokomotivbau, Übersicht. — LON 281 Blatt 2 Gewinde für den Lokomotivbau, Übersicht unter Berücksichtigung der einzelnen Gruppen nach LON 2. — LON 32·1 Wasserstandablaßhahn, leicht.

Geänderte Normblätter. Lokomotivbau. DIN LON 428 Hahngriffe mit Holzheft (2. Ausgabe, geändert). — LON 284 Kegeliges Whitworth-Gewinde ohne Spitzenspiel für Reinigungsschrauben und Stutzen (3. Ausgabe, geändert). — LON 8001 (3) Rohrflanschverbindung für Großrohrüberhitzer durch Flansch mit Ansätzen (3. Ausgabe, geändert und erweitert). — LON 212 Gelenkbänder, Einzelteile. — LON 2032 ... 2037 Bodenringecke. — LON 2063 Schmelzpfropfen. — LON 3021 Fangrohr für Wasserstandprüfhähne. — LON 5338 Blanke Bundmutter. — LON 6120 und 6121 Wassereinlauf.

Technische Grundnormen (Passungen und Lehren). DIN 18 Edelbohrung, Einheitsbohrung (4. Ausgabe). — 23 Gleitsitz, Feinpassung, Einheitsbohrung (4. Ausgabe). — 24 Schiebesitz, Feinpassung, Einheitsbohrung (4. Ausgabe). — 25 Haftsitz, Feinpassung, Einheitsbohrung (4. Ausgabe). — 26 Festsitz, Feinpassung, Einheitsbohrung (4. Ausgabe). — 40 Feinwelle, Einheitswelle (4. Ausgabe). — 48 Edelgleitsitz, Edelpassung, Einheitswelle (3. Ausgabe). — 49 Edelschiebesitz, Edelpassung, Einheitswelle (4. Ausgabe). — 50 Edelhaftsitz, Edelpassung, Einheitswelle (4. Ausgabe). — 51 Edelfestsitz, Edelpassung, Einheitswelle (4. Ausgabe). — 56 Edelreibsitz, Edelpassung, Einheitswelle (2. Ausgabe). — 58 Treibsitz, Feinpassung, Einheitsbohrung (2. Ausgabe). — 152 Spiele und Übermaße, Einheitsbohrung (2. Ausgabe). — 153 Spiele und Übermaße, Einheitswelle (2. Ausgabe). — 170 Große Spiele (2. Ausgabe). — 772 Paßeinheit, theoretische Werte (2. Ausgabe). — 773 Paßeinheit, gerundete Werte (2. Ausgabe). — 775 Bl. 3 Passungen, Grundbegriffe, Gütegrad, Paßtoleranz, Paßeinheit (2. Ausgabe). — 776 Passungen, Bezeichnung der Gütegrade und Sitze (3. Ausgabe). — 777 Passungen, Übersicht, Einheitsbohrung (3. Ausgabe). — 778 Passungen, Übersicht, Einheitswelle (3. Ausgabe). — 784 Abmaße der Arbeitslehren, Feinpassung, Einheitsbohrung (2. Ausgabe). — 2057 (früher DIN 168) Herstellungsgenauigkeit der Arbeitslehren und Abnahmelehren. — 2058 (früher DIN 171) Herstellungsgenauigkeit der Prüflehren für Wellenarbeitslehren. — 2059 (früher DIN 172) Herstellungsgenauigkeit der Prüflehren für Bohrungsarbeitslehren. — 2063 (früher DIN 878) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Edelpassung, Einheitsbohrung. — 2064 (früher DIN 878) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Feinpassung, Einheitsbohrung. — 2065 (früher DIN 879 und 881) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Schlichtpassung, Einheitsbohrung. — 2066 (früher DIN 880 und 882) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Grobpassung, Einheitsbohrung. — 2067 (früher DIN 883) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Edelpassung, Einheitswelle. — 2068 (früher DIN 884) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Feinpassung, Einheitswelle. — 2069 (früher DIN 885 und 887) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Schlichtpassung, Einheitswelle. — 2070 (früher DIN 886 und 888) Abmaße der Prüflehren für Arbeitslehren, Grobpassung, Einheitswelle. — 2072 (früher DIN 812) Abmaße der Abnahmelehren, Edelpassung, Einheitsbohrung. — 2073 (früher DIN 816) Abmaße der Abnahmelehren, Edelpa-



sung, Einheitswelle. — 2074 (früher DIN 787) Abmaße der Arbeitslehren, Edelpassung, Einheitswelle.

Werkzeuge. DIN 1041 Schlosserhämmer, 50 bis 2000 g Gewicht.

Kraftfahrbau. DIN Kr M 207 Flanschdichtungen.

Bauwesen. DIN 1980 Technische Vorschriften für Bauleistungen, Be- und Entwässerungsanlagen und Gasleitungen (innerhalb der Grundstücke).

25 Jahre Telefunken. — Am 27. V. 1903 wurde unter Führung von Emil Rathenau, Wilhelm von Siemens und deren Mitarbeitern, Paul Mamroth und Adolf Franke die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H." gegründet, die heute unter dem Namen „Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" eine der führenden Weltfirmen des Funkwesens ist. Der Zweck der Gründung war, die beiden in der Entstehung befindlichen, bisher getrennt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und Siemens & Halske geförderten deutschen Funksysteme Slaby-Arco und Braun-Siemens zu einem einheitlichen deutschen System zusammenzufassen.

Die neue Telefunkengesellschaft warf sich unter der technischen Führung des Grafen Georg von Arco, unter Mitarbeit hervorragender Wissenschaftler und Techniker, von denen heute eine ganze Anzahl auf Lehrstühlen von Universitäten und Hochschulen und in leitenden Industriestellungen ihre bei Telefunken gewonnenen Erfahrungen weiten Kreisen zugänglich machen, auf die wissenschaftliche Erforschung des neuen Gebiets und die praktische Erschließung der elektro-magnetischen Welle für die verschiedenartigsten Anwendungsgebiete.

Die große Linie der technischen Entwicklung bei Telefunken kennzeichnet sich etwa wie folgt: Auf der Sendeseite:

- Gekoppelter Funkensender (Braun),
- Wellenmesser (Franke-Dönitz),
- Sender mit Quecksilberdampflampe (Rendahl),
- Löschfunkensender (M. Wien, Telefunken, Lepel),
- ungedämpfter Sender mit Serienbogenlampe (Schapira),
- Hochfrequenzmaschine (Graf Arco),
- Hochvakuumröhre (Meißner-Rukop),
- Röhrensender (Meißner),
- Bildsender (Karolus — Schröter).

Auf der Empfangseite:

- Abstimmspule (Slaby — Arco),
- Drehkondensator (Koepsel,)
- Fritter,
- Elektrolytischer Detektor (Schlömilch),
- Kristall-Detektor (Braun),
- Elektromagnetischer Empfangsverstärker (Schlömilch),
- Röhren-Empfangsverstärker (Lieben — Reisz),
- Hochvakuumröhre (Meißner, Rukop),
- Rückkoppelung (Meißner),
- Hochfrequenzverstärkung (von Bronk),
- Bildempfänger (Karolus).

Die erste praktische Verwendung der Funkentelegraphie war auf Zwecke der Armee, Marine und Handelschiffahrt beschränkt. Erst nachdem etwa 1908 der Löschfunkensender von Telefunken eingeführt wurde, erhöhte sich die Reichweite und Betriebsicherheit so, daß die Funkentelegraphie auch für den öffentlichen Verkehr mit Nutzen Anwendung finden konnte. Die zunehmende Zahl der Funkverbindungen nach dem Löschfunkensystem in aller Welt in den nächsten Jahren kennzeichnet am besten die Erfolge der technischen Pionierarbeit der Telefunken-Geselschaft, die sich bald neben der englischen Marconi-Gesellschaft die wirtschaftliche und technische Führung im Funkwesen in einem solchen Umfange erwarb, daß bereits 1912 der seitens der Marconi-Gesellschaft seit Jahren mit mächtigen Geldmitteln überall gegen das deutsche System geführte Patentkampf zu einem ehrenvollen Abschluß für das deutsche System gelangte. Es kam zu einem Freundschaftsabkommen, auf Grund dessen ein gegenseitiger Austausch der Patentrechte und Erfahrungen in allen Ländern der Welt festgelegt wurde.

Der Gedanke, die Funkentelegraphie für den Nachrichtenverkehr Deutschlands mit den überseeischen Ländern zu verwenden, ist schon sehr früh bei Telefunken aufgetreten und nahm 1906, nach der Errichtung der Funkstation Nauen als Versuchsanlage für Fernverkehr, feste Gestalt an. Bereits 1909 gelang es, mit einem Löschfunkensender von Nauen aus Entfernungen von mehr als 5000 km zu überbrücken, so daß bereits 1911 mit dem Bau von Funkverbindungen zwischen Deutschland und den afrikanischen Kolonien begonnen werden konnte. Gefördert wurden diese für Deutschland wegen des Fehlens genügender Kabelverbindungen besonders wichtigen Pläne durch Aufstellung der nach Anregungen von Graf Arco konstruierten Hochfrequenzmaschine in Nauen, mit der es möglich wurde, die Sende-Energie beliebig zu steigern. Trotzdem Telefunken in den ersten Jahren nach der Gründung wegen Mangel an Mitteln die Lösung der Weltnachrichtenfrage durch Funkentelegraphie nur sehr langsam hatte fördern können, besaß die Gesellschaft schon Anfang 1914 vielversprechende Ansätze für ein späteres Weltnachrichtennetz. Es waren von Nauen ausgehende Funkverbindungen mit Nordamerika, Togo und Südwestafrika vorhanden. Ferner waren die deutschen Südseebesitzungen miteinander und mit dem deutschen Schutzgebiete in China und dem Weltkabelnetz verbunden. Diese Funkverbindungen haben nach Kriegsausbruch, solange bis die Gegenstationen in die Hände der Gegner fielen, der deutschen Sache ausgezeichnete Dienste geleistet, und die gewonnenen Erfahrungen ermöglichten es der Telefunken-Gesellschaft, sofort nach Kriegsende den Verlust des deutschen Kabelnetzes dadurch einigermaßen auszugleichen, daß, von der inzwischen zu einer mächtigen Welttelegraphenzentrale entwickelten früheren Versuchsstation Nauen ausgehend, unter anderem Verbindungen mit den Vereinigten Staaten, Brasilien, Niederländisch-Indien, China, Japan und anderen Ländern hergestellt werden konnten.

Bekannt ist, daß Telefunken in Deutschland in der Röhrentechnik Pionierarbeit geleistet hat. 1912 wurde zuerst die Lieben-Röhre für Empfangsverstärkung und 1913 unter Verwendung des bekannten Rückkoppelungspatents von A. Meißner als Sender verwendet. Der 1914 erfolgte Übergang zur Hochvakuumröhre für Empfangsüberlagerung und Verstärkung und seit 1915 für den Sendebetrieb leitete in Deutschland die neue Funktechnik ein, die jetzt auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung steht.

Bis etwa 1922 hatte sich das Funkwesen abseits von der öffentlichen Aufmerksamkeit entwickelt und spielte im Wirtschaftsleben nur eine geringe Rolle, da nur wenige Spezialfirmen, von denen sich nur Telefunken, C. Lorenz und Huth mit der Sendetechnik beschäftigten, vorhanden waren. Mit der durch den Röhrensender gegebenen Möglichkeit der Verbreitung von Nachrichten und Darbietungen auf telephonischem Wege, trat mit einem Schlage das Funkwesen in die breite Öffentlichkeit und wurde Bestandteil des täglichen Lebens. Die Grundlage für die Entwicklung dieses neuen, immer wichtiger werdenden Wirtschaftszweiges der Elektrotechnik wurde die deutsche Rundfunkorganisation, die sich in technischer Beziehung in erster Linie auf die Erfahrungen und technischen Leistungen der Telefunken-Gesellschaft stützen konnte. So ist es auch hier Telefunken vergönnt gewesen, bahnbrechend zu wirken, und wenn dem 25jährigen Bestehen dieser Gesellschaft eine allgemeine Bedeutung beigemessen werden muß, so ist dies auf die Tatsache zurückzuführen, daß ihre Gründung der Ausgangspunkt für die Entwicklung einer neuen Technik geworden ist, die außerordentlich befruchtend auf die gesamte Elektrotechnik eingewirkt hat. Ein neuer Industriezweig, der vielen Tausenden Beschäftigung gibt, ist in dieser Zeit aufgewachsen. Wenn diese Entwicklung mit einer Schnelligkeit möglich war, wie etwa in den letzten 5 Jahren, so ist dies auch mit darauf zurückzuführen, daß nicht nur eine große Anzahl von aus der Schule Telefunkens hervorgegangener Fachleute zur Verfügung stand, sondern daß neben den allgemeinen in den letzten drei Jahrzehnten gewonnenen Erfahrungen auf diesem Spezialgebiet der unschätzbare Besitz an technischem Können sowie der Patentschutz von Telefunken der gesamten deutschen Funkindustrie zugute kam und dem neuen entstehenden Wirtschaftszweig den notwendigen Rückhalt gab und manche kostspielige Entwicklungsarbeit unnötig machte.

Dr.-Ing. E. h. Hans Bredow.

Die hier auf unsere Bitte gegebene Würdigung der Telefunken-Gesellschaft wäre unvollständig, wollte man nicht auch der großen Verdienste des Verfassers, des Herrn Dr.-Ing. E. h. Bredow, nachmaligen Staatssekretärs und jetzigen Rundfunkkommissars des Reichspostministers, an der Entwicklung der Gesellschaft gedenken. Herr Bredow hat aus Bescheidenheit unterlassen, anzuführen, welch großen Anteil er selbst an dieser Entwicklung und damit an der gesamten deutschen Funktechnik gehabt hat. Er hat, nachdem er schon 1904 bei Telefunken eingetreten war, seit 1908 als Direktor, zusammen mit Graf Arco, die Geschicke der Gesellschaft geleitet. Ihm ist der wirtschaftliche Aufbau Telefunkens bis zu seiner Ernennung zum Staatssekretär, die unmittelbar nach dem Weltkrieg erfolgte, zu danken.

Die Schriftleitung.



Energiewirtschaft.

Der Jahresbericht der Bewag-Betriebsdirektion 1926. — Der 403 Abbildungen und 45 Zahlentafeln enthaltende Bericht[1] gibt einen klaren Überblick über das weitere Werden und Wirken der vielseitigen technischen Anlagen, die der Elektrizitätsversorgung der Reichshauptstadt dienen, und erörtert hauptsächlich diejenigen Besonderheiten, welche auch für andere Werke und Fachmänner von Wichtigkeit und Interesse sind. Von einer Beschreibung des Großkraftwerkes Klingenberg ist abgesehen worden, weil darüber mehrere Sonderveröffentlichungen im Laufe des Jahres 1927 erschienen sind. Die technischen Einzelheiten der übrigen sieben Kraftwerke der Bewag (Charlottenburg, Moabit, Oberspree, Altrummelsburg, Steglitz, Mauerstraße und Schiffbauerdamm) behandelt der Bericht aber sehr eingehend. Letztere beiden Werke sind freilich am 28. IV. 1926 als Eigenerzeugungsstätten eingegangen und werden jetzt als Umformerwerke betrieben. Die weiteren fünf verfügen in 30 Turbogeneratoren über eine Drehstromleistung von zusammen 246 700 kW und in sieben Umformern über eine Gleichstromleistung von 7950 kW. Im Stadtgebiet verteilt sind an 18 Stellen weitere 179 Drehstrom-Gleichstrom-Umformer (zwei davon sind Gleichrichter) von zusammen 249 520 kW; sie werden an 16 Stellen unterstützt durch 56 Akkumulatorenbatterien für den Licht- und Bahnbetrieb mit insgesamt 53 311 kW. Einer Drehstromleistung (abgesehen vom Großkraftwerk Klingenberg) von 246 700 kW stehen also im Versorgungsgebiet der Bewag an Gleichstrom immer noch 257 470 kW Maschinenleistung und 53 311 kW Batterieleistung gegenüber. Von einem Verschwinden der Gleichstromabgabe, wie häufig behauptet wird, kann in Berlin daher einstweilen noch keine Rede sein, zumal das Versorgungsgebiet des Elektrizitätswerkes Südwest, welches die wichtigsten westlichen Wohnviertel beliefert, mit Gleichstrom gespeist wird. Bei der besonders im Winter 1925/26 stark angewachsenen Belastung erwiesen sich einzelne Teile der bestehenden Gleichstromnetze freilich als zu schwach, und als wirtschaftlichste Abhilfemöglichkeit ergab sich die Umschaltung einer Anzahl derjenigen Gleichstromabnehmer auf Drehstrom, welche die abendliche Lichtspitze besonders stark belasteten. Die betreffenden Straßenzüge wurden festgestellt und zu kleinen getrennten Drehstromnetzen zusammengefaßt. Für ihre Speisung hat man bisher 37 Netz-Umspannwerke von 6000 auf 380/220 V errichtet und 65 km Niederspannungs-Drehstromkabel von 3 × 95/50 mm² verlegt. In Abb. 12 (S. 134 des Berichtes) sind diese kleinen Drehstromnetze verzeichnet.

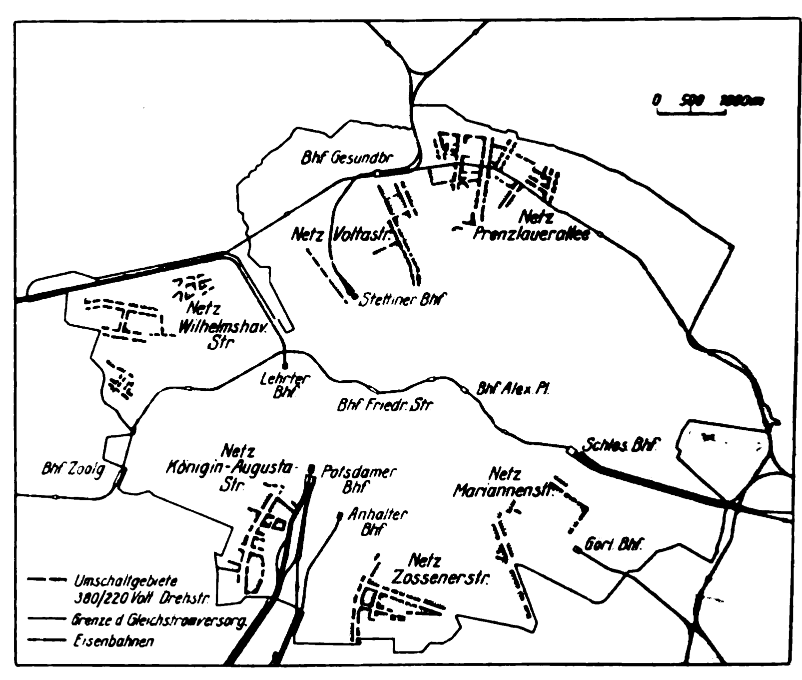


Abb. 12. Neue Drehstromnetze (für Umschaltung von Gleich- auf Drehstrom).

Anerkennung verdient die im Jahresbericht vertretene Ansicht der Verwaltung (S. 175), „daß die ausführliche Veröffentlichung von Unfällen an elektrischen Anlagen nur zur allgemeinen Aufklärung dienen könne". Der Bericht geht daher bei der Beschreibung der einzelnen Anlagen auf vorgekommene Unzuträglichkeiten ein und widmet den größeren Störungen des Jahres 1926 einen besonderen Abschnitt (S. 175/180).

Recht interessant und die Bedeutung eines Unternehmens, wie das der Bewag, kennzeichnend ist der kurze Abschnitt „Einkauf" (S. 181/82), aus dem hervorgeht, daß im Jahre 1926 an 3902 Firmen über 34 000 Aufträge erteilt und rd. 89 000 Lieferantenrechnungen über einen Gesamtbetrag von 114 Mill. RM geprüft wurden. Bei der Stillegung der beiden Kraftwerke Mauerstraße und Schiffbauerdamm und den zahlreichen Umbauten im Netz ist Altmaterial in größerem Umfange freigeworden, für das die Gesellschaft im Gesamtwert fast 1,6 Mill. RM erzielte. Diese Zahlen „geben zugleich einen Schätzungswert über den belebenden Einfluß, den ein in kräftiger Aufwärtsentwicklung stehendes Elektrizitätsunternehmen auf die industrielle Beschäftigung und den allgemeinen Arbeitsmarkt ausübt".

In einem mehr als die Hälfte des Buches einnehmenden Anhang (S. 185/413) sind u. a. acht Sonderbeiträge veröffentlicht, von denen der 183 Seiten starke Aufsatz von E. Schulz, „Aus Bau und Betrieb amerikanischer Kraftwerke (Eindrücke auf einer Studienreise)" besondere Erwähnung verdient. Leider kann auf diese Sonderbeiträge hier nicht näher eingegangen werden.

Thierbach.

[1] Veröffentlichungen der Bewag Reihe II, Bd. 3, 1927. Über den entsprechenden Bericht der Verkehrsdirektion vgl. ETZ 1927, S. 1579.

Kurze Auslandsnachrichten. — Argentinien. Aus einem kürzlich veröffentlichten Börsenprospekt geht hervor, daß die Compañia Hispano Americana de Electricidad (Chade), Madrid, Ende 1926 in Buenos Aires über 227 620 kW und 7458 km Kabelnetz verfügte, dessen Anschlußwert 623 037 kW betrug. Hiervon entfielen 221 406 Kilowatt auf Beleuchtung, 212 816 auf Motoren, Ventilatoren und Apparate, 118 767 auf elektrische Bahnen und 70 048 kW auf fremde Elektrizitätswerke. Der Stromabsatz erreichte 1926 im ganzen rd. 451 Mill. kWh, d. s. rd. 7 % mehr als im Vorjahr (421 Mill. kWh), und verteilte sich zu 162 Mill. kWh auf Beleuchtung, 126 auf Motoren, 87 auf Bahnen, 63 auf fremde Elektrizitätswerke und zu 13 Mill. kWh auf Selbstverbrauch. Die Compañia Argentina de Electricidad S.A., Buenos Aires, deren Aktienmajorität die Chade besitzt, bezieht ihren Strom mit Ausnahme des für La Plata selbst erzeugten von der Chade und hatte Ende 1926 ein Kabelnetz von 2275 km Länge mit 50 394 kW Anschlußwert. Ihre Lieferung ist seit 1925 (26 Mill. kWh) auf fast 29 Mill. kWh, also um rd. 10 % gestiegen. Die gleichfalls von der Chade kontrollierte Empresa de Luz y Fuerza S.A., Buenos Aires, verkaufte 1926 (vom 1. IV. ab) bei einer Werkleistung in Mendoza und Cacheuta von 11 509 kW, 1551 km Kabelnetz und 23 619 kW Anschlußwert 11 Mill. kWh gegen 12 im ganzen Wirtschaftsjahr 1925/26. — Chile. Wie El. Review einem englischen Handelsbericht aus Santiago entnimmt, gab es im Frühjahr 1927 in Chile 140 öffentliche Elektrizitätswerke, davon aber nur 36 bedeutende, die 1926 nahezu 210 Mill. kWh, d. h. 136 kWh je Kopf der Bevölkerung erzeugten. Von der Gesamtproduktion entfielen 85 % auf die Cia. Chilena de Electricidad, Ltda., von Santiago, wohin auch das neue Wasserkraftwerk der Cia. Hidro-Electrica „Volcan" (55 800 PS) über 60 km Entfernung Strom liefert. Neben den öffentlichen Zentralen besteht eine Reihe beachtlicher industrieller Kraftwerke, darunter das der Chile Exploration Co. in Tocopilla (93 000 kW) und der Braden Copper Co. bei Sewell (rd. 21 000 kW).

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

XXXIII. Jahresversammlung des VDE in Berlin

vom 17. bis 19. Juni 1928.

Wir verweisen auf das ausführliche Programm unserer vom 17. bis 19. Juni 1928 in Berlin stattfindenden Jahresversammlung in der ETZ, Heft 13, S. 514, und Heft 18, S. 699.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Ergangenen Anträgen auf Verlängerung der gemäß Ankündigung in Heft 15 und 16 der ETZ festgesetzten Einspruchsfrist bis spätestens zum 16. Mai 1928 zu den Entwürfen der

Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929

sowie der

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929

zufolge, wird die Einspruchsfrist bis

Donnerstag, den 31. Mai 1928

verlängert. Einsprüche zu den obengenannten Entwürfen müssen längstens bis zu diesem Termin in doppelter Ausfertigung der Geschäftstelle des VDE eingereicht sein.

Kommission für Isolierstoffe.

Erläuterung zu den Leitsätzen für die Bestimmung von Isolierstoffen und Isolierteilen.

Der bisher geltende Begriff der Feuersicherheit[1] genügte den Anforderungen nicht mehr; es ist daher in Aussicht genommen, ihn in die beiden Begriffe

a) Glutsicherheit und
b) Schaltfeuersicherheit

aufzuteilen.

Auf Glutsicherheit werden Träger spannungführender Teile mehr oder weniger häufig beansprucht, während bei ihnen, von einzelnen Sonderfällen abgesehen, eine Zerstörung durch Schaltlichtbogen nicht in Frage kommt.

Bei Abdeckungen, welche im allgemeinen mit stromführenden Leitern keine Berührung haben, ist eine Beanspruchung durch Glut selten oder gar nicht vorhanden; dagegen treten in gewissen Geräten Schaltlichtbogen auf, die die Abdeckungen beanspruchen.

Der Begriff der Glutsicherheit wird im Gegensatz zu dem der Schaltfeuersicherheit nicht nur auf Isolierteile, sondern auch auf Isolierstoffe bezogen, weil die Glutsicherheit in ziemlich weitem Maße von der Konstruktion des zu untersuchenden Isolierteils unabhängig ist. Es genügt häufig, die Glutsicherheit der Isolierstoffe zu erproben, um für die Verwendung im fertigen Isolierteil hinreichende Anhaltspunkte zu erhalten.

Die Beanspruchung eines Isolierteils durch einen glühenden Leiter ist verschieden groß, je nach der Temperatur des Leiters, der Zeit der Einwirkung, der Masse des Leiters und des ihn unmittelbar berührenden Isolierstoffes, der Berührungsfläche, dem Berührungsdruck und ähnlichem.

Da es nicht möglich ist, diese Faktoren in ihrer Zusammenwirkung zahlenmäßig zu erfassen, sind sechs Stufen für die Glutsicherheit der Isolierstoffe bzw. Isolierteile festgesetzt, und es ist später zu bestimmen, welche dieser Stufen bestimmten Isolierteilen zugeordnet werden sollen.

[1] Vorschriftenbuch 15. Auflage, Seite 153; Sonderdruck VDE 318 und VDE 318a.

Es sind zwei wesentliche Fälle zu unterscheiden:

betriebsmäßig vorkommende Glut an Teilen, die mit dem Isolierstoff in Berührung stehen, z. B. bei Heizgeräten, oder

unbeabsichtigtes Auftreten von Glut durch unvorschriftsmäßige Behandlung und Beanspruchung außerhalb des normalen Betriebes (schlechte Kontakte bei Installationsmaterial, mangelnde Sorgfalt in der Wartung und dadurch bedingte erhöhte Temperatur der Zuleitungsdrähte, usw.).

Mit dieser nicht betriebsmäßig vorkommenden Beanspruchung durch Glut wird mehr oder weniger zu rechnen sein, je nachdem die Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden ist. In Fällen, in denen mit nachlässiger Wartung gerechnet werden kann, also eine solche Beanspruchung leichter und häufiger auftreten wird, muß deshalb ein höherer Gütegrad der Glutsicherheit verlangt werden. Dieser wird insbesondere dort vorzuschreiben sein, wo Geräte in die Hände von Laien gelangen und entweder überhaupt nicht oder nur ganz selten von Sachverständigen untersucht werden können, also insbesondere bei Installationsmaterial in Wohnungen.

Die Methoden zur Prüfung der Glutsicherheit sind bereits festgelegt worden, während die Methoden zur Bestimmung der Schaltfeuersicherheit zur Zeit noch ausgearbeitet werden. Es wird daher einstweilen nachstehend ein Entwurf für „Leitsätze für die Bestimmung der Glutsicherheit von Isolierstoffen und Isolierteilen" veröffentlicht.

Einsprüche gegen den nachstehenden Entwurf, der der diesjährigen Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt werden soll, sind bis zum 15. Juni 1928 in doppelter Ausfertigung an die Geschäftstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu richten.

Entwurf I.

Leitsätze für die Bestimmung der Glutsicherheit von Isolierstoffen und Isolierteilen[1].

Geltungsbeginn.

Die Leitsätze treten am 1. Juli 1928 in Kraft.

Begriffserklärung.

Glutsicher ist ein Isolierstoff oder Isolierteil, der bei Berührung mit glühenden Leitern keine seinen Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleidet. Es werden verschiedene Stufen der Glutsicherheit unterschieden, je nach der vorkommenden Beanspruchung.

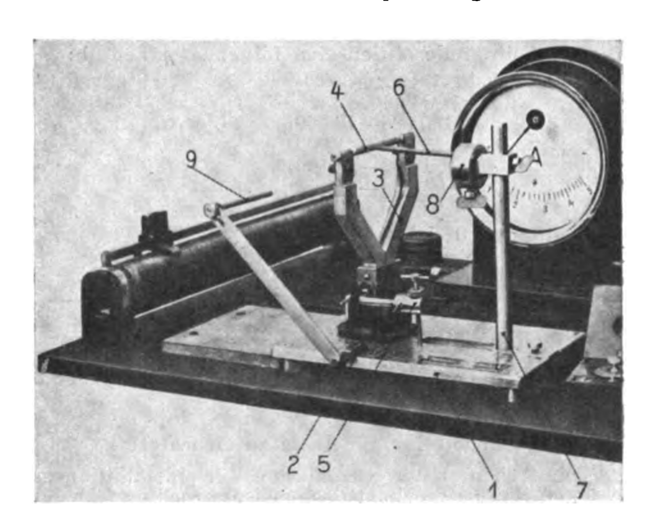


Abb. 1. Glühstabapparat zur Bestimmung der Feuersicherheit.

Der Prüfapparat.

Die Glutsicherheit ist durch den Glühstabapparat Abb. 1[2] festzustellen.

[1] Vgl. Vorschriftenbuch 15. Auflage, Seite 153 I, A5 und Seite 150 II. A5 (Feuersicherheit); VDE 318 und VDE 318a.

[2] Dieser Apparat (nach Schramm) ist von der Fa. Louis Schopper, Leipzig, Bayerschestr. 77, zu beziehen.



Auf einer Grundplatte (1) befindet sich ein drehbarer Lagerbock (2) mit dem schwenkbaren, aus Isolierstoff bestehenden Halter (3), der den elektrisch beheizbaren Glühstab aus Siliziumkarborund (z. B. „Silit") (4) von 8 mm Durchmesser und 80 mm freier Länge trägt.

Der Apparat kann mit einem entsprechenden Regulierwiderstand durch Gleichstrom oder Wechselstrom von 110 Volt an aufwärts betrieben werden; er ist vor Luftzug geschützt aufzustellen.

Das Gegengewicht (5) mit Einstellschraube dient zur Begrenzung des Nachfolgeweges des Glühstabes auf 5 mm. Zur Befestigung des Probestabes (6) dient eine verschiebbare Säule (7) mit dem Klemmring (8); zur Einstellung dient ein an Stelle des Glühstabes zu schwenkender Einstellstab (9).

Für die Versuche sind Flachstäbe folgender Abmessungen anzuwenden: Dicke $a = 3$ mm, Breite $b = 15$ mm, ganze Länge $L = 120$ mm. Bei Stoffen geringer Brennbarkeit genügen auch Stäbe von einer Länge kleiner als 120 mm (diese Flachstäbe sind durch teilweises Abschleifen der Normalstäbe herstellbar).

Durchführung der Messung.

Der Probestab wird, auf 10 mg genau, abgewogen, danach in den Klemmring (8) eingespannt und auf die Mitte des hochgeschwenkten Einstellstabes (9) derart eingerichtet, daß die 15 mm breite Kante des Probestabes in der Mitte des Glühstabes gut anliegt. Der Glühstab wird nunmehr in heruntergeschwenkter Lage auf Grund der jedem Apparat beigegebenen Eichkurve mit Hilfe eines Regulierwiderstandes und eines Ampèremeters auf die Temperatur von 950 °C eingestellt; die hierzu notwendige Stromstärke beträgt bei einem Spannungsabfall von 100 V am Glühstab etwa 4 A. Sobald die Temperatur des Glühstabes konstant ist (was an der Beruhigung des Ampèremeter-Zeigers festgestellt wird), ist der Einstellstab herunter- und dafür der Glühstab hochzuschwenken.

Nach 3 min, oder bei stark brennbaren Materialien im Augenblick, wo die durch Einwirkung des glühenden Stabes am Probestab entstandene Flamme die Einspannstelle desselben erreicht, ist die Flamme am Probestab trocken zu löschen und der Stab herauszunehmen. Darauf ist der Gewichtsverlust in mg (auf 10 mg genau) und die Flammenausbreitung in ganzen cm zu bestimmen. Bei der Abrundung der Flammenausbreitung auf ganze cm sind Werte unter 1 cm auf 1 cm zu erhöhen, während Werte über 1 cm in der üblichen Weise nach oben oder nach unten abgerundet werden.

Ist bei stark brennbaren Stoffen der Versuch in weniger als 3 min beendet, so ist sowohl der gefundene Gewichtsverlust als auch die Flammenausbreitung in cm/min auf die Zeit von 3 min umzurechnen, indem man beide Größen der Brennzeit direkt proportional annimmt.

Das Produkt aus dem Gewichtsverlust in mg und der Flammenausbreitung in cm bildet den Maßstab für die Glutsicherheit.

Die Gütegrade stufen sich folgendermaßen ab:

Produkt (mg × cm)	Gütegrad
über 100 000	0
100 000—10 000	1
10 000— 1 000	2
1 000— 100	3
100— 10	4
unter 10	5

Gütegrad 0 bezeichnet die völlig verbrennenden, Gütegrad 5 die unbrennbaren Stoffe.

Bericht über die Tätigkeit des Verbandes seit der letzten Jahresversammlung in Kiel 1927.

(Schluß.)

Kommission für Installationsmaterial.

Die Arbeiten der Kommission für Installationsmaterial und ihrer Unterkommissionen erstreckten sich in der Hauptsache im letzten Jahre auf die Ausarbeitung des neuen Entwurfes zu „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I./1928". Der Entwurf wurde Anfang Februar 1928 auf eine Ankündigung in der ETZ hin den Interessenten bekanntgegeben. Auf Grund der sehr zahlreich eingegangenen Einsprüche ist ein Schlußentwurf aufgestellt worden, der der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt wird.

Da der neue Entwurf der K.P.I./1928, die bisher für Installationsmaterial geltenden Bestimmungen umfaßt, müssen durch die Jahresversammlung nachstehende Arbeiten außer Kraft gesetzt werden:

Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlungen 1925/1926, Sonderdruck VDE 336.

Vorschriften, Regeln und Normen für plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen 500 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 313.

Vorschriften, Regeln und Normen für einpolige Drehschalter 6 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 310.

Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 6 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 312.

Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 10 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 311.

Vorläufige Leitsätze für die Prüfung des Berührungsschutzes bei nackten Fassungen, Armaturen und Handleuchtern, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlung 1926, Sonderdruck VDE 336 b.

Vorschriften für Isolierrohre, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch den Vorstand April 1926, Sonderdruck VDE 361.

Die Kommission hat ferner einen Entwurf zu „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V" in der ETZ 1928, S. 191, bekanntgegeben, der ebenfalls der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt wird.

Die Hauptkommission selbst hat zwei Sitzungen, in Nürnberg und München, abgehalten.

In der Unterkommission für Installations-Selbstschalter haben sehr umfangreiche Beratungen stattgefunden. Es ist damit zu rechnen, daß der zweite Entwurf der „Leitsätze für Installations-Selbstschalter" demnächst in der ETZ veröffentlicht werden wird.

Ferner sind Bestimmungen für Soffittenfassungen ausgearbeitet worden, die ebenfalls in einigen Wochen in der ETZ als Entwurf bekanntgegeben werden können.

Von der Kommission bzw. den Unterkommissionen sind ferner die das Gebiet des Installationsmaterials betreffenden Normblätter teilweise neu bearbeitet worden, teilweise sind neue Normblätter aufgestellt worden.

Großer Steckerausschuß.

Der große Steckerausschuß hat in einer Sitzung sich mit den Arbeiten der Unterausschüsse befaßt.

Die Leitsätze für Gerätesteckvorrichtungen konnten noch nicht endgültig aufgestellt werden, da in letzter Zeit erst neuere Versuche über die bei Koch- und Heizgeräten auftretenden Temperaturen durchgeführt wurden.

Von der Unterkommission für Steckvorrichtungen wurden „Leitsätze für zweipolige Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt (für Erdung, Nullung und Schutzschaltung)" aufgestellt, die z. Zt. allen an dieser Frage interessierten Kommissionen des VDE zur Stellungnahme bekanntgegeben worden sind.

Für gekapselte Steckvorrichtungen sind ebenfalls Leitsätze in Aussicht genommen.

Kommission für Schaltgeräte.

Die Kommission hat seit der letzten Jahresversammlung eine Sitzung in München abgehalten.

Ein von der Kommission aufgestellter Entwurf zu „Leitsätzen für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung" ist in der ETZ 1928, S. 664, bekanntgegeben und wird der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt.

Zur Zeit ist die Kommission mit der Aufstellung von Sonderregeln für Schaltgeräte mit Ölfüllung für Wechselspannung unter 100 V beschäftigt. Die späteren Arbeiten werden sich hauptsächlich mit Normen befassen, die z. Zt. durch eine besondere Normengruppe beim „Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie" vorbereitet werden.

Kommission für Hochspannungschaltgeräte.

Die Kommission hat mit Genehmigung des Vorstandes des VDE den Einführungstermin der auf der Jahresversammlung 1927 angenommenen

„Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsgeräten für Schaltanlagen"



um ein Jahr bis zum 1. VII. 1929 hinausgeschoben. Diese Hinausschiebung des Gültigkeitstermins ist notwendig, da die früheren Normen für Porzellan-Stützer- und -Durchführungen für ungültig erklärt worden sind. Solange die alten Leitsätze für Hochspannungschaltgeräte gelten, werden die früher üblichen Stützer und Durchführungen weiter benutzt werden. Eine neue Normung von Stützern und Durchführungen entsprechend den neuen R.E.H. wird z. Zt. durch den „Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie" vorbereitet. Sie ist soweit fortgeschritten, daß die neuen Normen aller Voraussicht nach mit den R.E.H. zu dem neuen Termin am 1. VII. 1929 in Kraft treten können.

Die Hauptkommission selbst hat keine Sitzung seit der letzten Jahresversammlung abgehalten. Dagegen hat die Unterkommission zu verschiedenen Fragen Stellung genommen.

Kommission für Schwachstrombeeinflussung.

Die Kommission arbeitet zur Zeit an der Aufstellung von „Leitsätzen für Maßnahmen an elektrischen Bahnen mit Gleichstrombetrieb und an Fernmeldeanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen". Zur redaktionellen Fassung und Überarbeitung des durch das Reichspostzentralamt als Beratungsunterlage vorgelegten Entwurfes wurde eine eigene Unterkommission eingesetzt, deren Arbeiten unmittelbar vor dem Abschluß stehen; eine Vorlage bei der diesjährigen Jahresversammlung ist nicht beabsichtigt.

Gleichzeitig liegt der Kommission ein noch nicht erledigter Antrag zu einer Änderung der Anleitung zur Prüfung der Zulässigkeit von Näherungen zwischen Fernmeldeleitungen und oberirdischen Drehstromleitungen der „Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen im Hinblick auf gegenseitige Näherungen" vor, der eine Vereinfachung des bisherigen Rechenverfahrens beabsichtigt.

Seitens der Deutschen Reichspost wird die Frage der Nullpunktserdung in Hoch- und Höchstspannungsanlagen, deren Behandlung bis zur Durchführung weiterer Versuche zurückgestellt worden war, erneut aufgeworfen. Ferner wurde von der gleichen Seite aus ein Antrag eingebracht, zur Bekämpfung der Auswirkungen von Doppelerdschlüssen in Hoch- und Höchstspannungsanlagen auf Fernmeldeanlagen diesbezügliche Leitsätze auszuarbeiten.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Der Ausschuß hat einen Entwurf

„Vorschriften für den elektrischen Sicherheitsgrad elektrischer Anlagen"

in der ETZ 1928, S. 112, veröffentlicht.

Der Ausschuß hat ferner die Arbeiten betreffend

„Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an"

abgeschlossen. Die Arbeiten wurden gemeinsam mit der Kommission für Freileitungen durchgeführt. Der erste Entwurf der Leitsätze war in der ETZ 1927, S. 372, veröffentlicht, der Schlußentwurf, der der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt wird, ist in der ETZ 1928, S. 702, bekanntgegeben.

Da der neue Entwurf der Leitsätze mehrere bisher gültige Arbeiten ersetzt, müssen durch die Jahresversammlung außer Kraft gesetzt werden:

Normen und Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren, Absatz D (gültig ab 1. Oktober 1920, angenommen durch die Jahresversammlung 1920, Sonderdruck VDE 255) sowie Leitsätze für die Prüfung von Kettenisolatoren, gültig ab 17. Oktober 1922, angenommen durch die Jahresversammlung 1922, Sonderdruck VDE 282.

Zur Zeit beschäftigt sich ein besonderer Unterausschuß mit der Aufstellung von Prüfvorschriften für statische Kondensatoren. Ein Entwurf zu „Leitsätze für statische Kondensatoren" wird demnächst in der ETZ bekanntgegeben werden.

Die Arbeiten des Unterausschusses für Hochfrequenzprüfung konnte noch nicht abgeschlossen werden

Zur Zeit ist der Ausschuß damit beschäftigt, verschiedene Fragen, die durch die Arbeiten der IEC bedingt sind, zu klären. (Kugelfunkenstrecken, Regenmenge bei der Naßprüfung von Isolatoren.)

Der Ausschuß hat drei Sitzungen abgehalten (zwei in Berlin, eine in München).

Kommission für Fernmeldetechnik.

Die in dem vorjährigen Tätigkeitsbericht erwähnten drei Arbeiten der Unterkommission „Galvanische Elemente", nämlich

1. Regeln für die Bewertung und Prüfung von dreiteiligen Taschenlampenbatterien,
2. Regeln für die Bewertung und Prüfung von galvanischen Elementen,
3. Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anodenbatterien

sind auf Grund der dem Vorstand durch die vorjährige Jahresversammlung erteilten Vollmacht mit dem 1. Januar 1928 in Kraft gesetzt. Die zu den unter 1. und 3. genannten Arbeiten gehörenden DIN VDE-Normblätter, nämlich DIN VDE 1201 „Taschenlampenbatterien, dreiteilig, 4,5 V" und DIN VDE 1600 „Rundfunkgerät, Anodenbatterien" sind inzwischen endgültig herausgegeben, während für die Herausgabe des zu der Arbeit unter 2. gehörenden Normblattes DIN VDE 1205 die Auswertung der vorliegenden Meßergebnisse so weit gefördert ist, daß in absehbarer Zeit auch mit der endgültigen Herausgabe dieses Normblattes gerechnet werden kann.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hat durch ihren Unterausschuß II auf vielseitigen Wunsch nunmehr auch „Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Wechselstrom-Niederspannungsanlagen entnommen wird (Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger)" aufgestellt, deren Entwurf in ETZ 1928, S. 557 veröffentlicht ist und der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung zugeleitet werden soll. Hierdurch haben sich verschiedene Änderungen an den bereits bestehenden „Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Wechselstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Wechselstrom-Netzanschlußgeräte)", „Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Gleichstrom-Netzanschlußgeräte)" und „Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen entnommen wird (Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger)" erforderlich erwiesen, die ebenfalls ETZ 1928, S. 558/560 veröffentlicht sind und der Jahresversammlung 1928 mit der Maßgabe vorgelegt werden sollen, daß diese Vorschriften in der geänderten Fassung am 1. Juli 1928 in Kraft treten sollen.

Die in dem vorjährigen Tätigkeitsbericht angekündigte Arbeit des Unterausschusses III, die die Hochfrequenz-Heilgeräte betrifft, konnte erst unlängst zum Abschluß gebracht werden, da infolge der ungeklärten Patentlage die ursprünglich beabsichtigte Inkraftsetzung dieser Bestimmungen durch den Vorstand mit Gültigkeit ab 1. Januar 1928 nicht eingehalten werden konnte. Der Entwurf zu „Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten" ist in ETZ 1928, S. 591 veröffentlicht und soll der Jahresversammlung 1928 mit der Maßgabe zur Beschlußfassung vorgelegt werden, daß diese Regeln mit dem 1. Juli 1928 in Kraft treten sollen. In der vorgenannten Ankündigung in der ETZ ist bereits darauf hingewiesen, daß Verfahren zur Messung der Funkempfangsstörungen durch diese Heilgeräte z. Z. ausgearbeitet werden und, daß nach Abschluß dieser Arbeiten genauere Angaben in § 12 aufgenommen und die Regeln dann zu Vorschriften erhoben werden sollen.

Über die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anodenbatterien" und das hierzu gehörende Normblatt DIN VDE 1600 ist bereits vorstehend bei der Kommission für Fernmeldetechnik berichtet worden.

Kommission für Benennungen.

Der in dem vorjährigen Tätigkeitsbericht erwähnte Manuskriptdruck für die von der Unterkommission „Systematik" geschaffene „Stoffeinteilung der Elektrotechnik" ist erschienen und durch eine Ankündigung in ETZ 1927, S. 409/411 zur allgemeinen Erörterung gestellt. Auf Grund der eingegangenen Äußerungen wird die Stoffeinteilung z. Z. einer nochmaligen Durcharbeitung und Ergänzung unterzogen, nach deren Abschluß die Herausgabe eines endgültigen Sonderdruckes erfolgen wird.

Die Kommission ist jetzt nach Abschluß der Arbeiten an der „Stoffeinteilung der Elektrotechnik" in die Durchführung einer weiteren Arbeit eingetreten, nämlich die in den einzelnen VDE-Bestimmungen verstreuten Begriffserklärungen zusammenzutragen und nach Abgleichung verschiedener Unstimmigkeiten in den von den einzelnen Kommissionen und Ausschüssen für den gleichen Gegenstand geschaffenen Begriffserklärungen eine endgültige Liste der offiziellen VDE-Begriffserklärungen herauszugeben.



Kommission für die Durchführung der VDE-Vorschriften und -Normen.

Die verschiedenen in Angriff genommenen Arbeiten wurden fortgeführt. Insbesondere beschäftigte sich eine Unterkommission mit der Frage der Einführung in die VDE-Vorschriften an den technischen Hoch- und Mittelschulen. In Aussicht genommen ist die Herausgabe einer „Elektrotechnischen Warenkunde" für Unterrichtszwecke.

Besonders aufmerksam wurden Artikel in den Tages- und Fachzeitungen verfolgt, in denen das Laienpublikum zu gefährlichen Basteleien und Reparaturen an elektrischen Geräten angeregt wird.

Mit den Herstellern elektrischer Erzeugnisse, die in keiner Weise den VDE-Vorschriften Rechnung tragen, wurden mehrfach Verhandlungen angeknüpft, die zu Konstruktionsänderungen bzw. Einstellung der Fabrikation führten.

Die von der Kommission herausgegebenen Merkblätter über „Installationsmaterial und elektrische Hausgeräte" sowie „Für die Hausfrau" wurden in sehr großen Auflagen verbreitet, desgleichen das Merkblatt „Die Sicherung".

Auf Anregung der Kommission ist von verschiedenen Elektrotechnischen Vereinen und Gesellschaften ein Warenhausausschuß gebildet worden, der die elektrotechnischen Verkaufstände in dem jeweilig in Frage kommenden Bezirk auf unvorschriftsmäßige Erzeugnisse hin mustert.

Ausschuß für Schaltbilder.

Der Ausschuß hat, nachdem die endgültigen Schaltzeichen und Schaltbilder für Starkstromanlagen der Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC) nunmehr vorliegen, seiner in den von ihm herausgegebenen Normblättern enthaltenen Ankündigung entsprechend, diese Normblätter auf Angleichung an die endgültigen Festlegungen der IEC durchgesehen und die Normblätter DIN VDE 710 bis 717 und 719 in einer entsprechend geänderten Ausgabe neu aufgelegt. Über die wesentlichsten Punkte bei dieser Neuauflage der Normblätter gibt der in ETZ 1928, S. 715 bis 722, erschienene Aufsatz „Die Arbeiten des Ausschusses für Schaltbilder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker" eingehenden Aufschluß.

Aufstellung der der Jahresversammlung 1928 vorzulegenden Verbandsarbeiten.

1. Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.
   Änderungen an den ab 1. Juli 1924 in Kraft befindlichen „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln", die bis zu der für die Jahresversammlung 1929 in Aussicht genommenen neuen, umgestalteten Fassung der Vorschriften als Richtlinien zu gelten haben.
   Entwurf: ETZ 1927, S. 784, 821 und 1311.
   Endgültig: ETZ 1928, S. 700.
2. Kommission für Isolierstoffe.
   „Leitsätze für die Prüfung keramischer Isolierteile".
   Entwurf: ETZ 1928, S. 630.
   „Leitsätze für die Prüfung von Isolierbändern".
   Entwurf: ETZ 1928, S. . . .
3. Kommission für Maschinen und Transformatoren.
   Neufassung der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M./1929" und „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929".
   Kostenfreier Sonderdruck des Entwurfes angekündigt: ETZ 1928, S. 591 und 630.
4. Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen.
   „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K./1929".
   Entwurf: ETZ 1928, S. 305.
   Endgültig: ETZ 1928, Heft 22.
5. Kommission für Bahnwesen.
   Änderung der „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und sonstigen Maschinen und Transformatoren auf Triebfahrzeugen R.E.B./1929".
   Die Kommission bittet die Jahresversammlung, den Vorstand zu ermächtigen, diese Neufassung der R.E.B. nach ordnungsgemäßer Behandlung in Kraft zu setzen.
6. Ausschuß für Handgeräte.
   a) Außerkraftsetzung der „Leitsätze für die Konstruktion und Prüfung elektrischer Starkstrom-Handapparate für Niederspannungsanlagen (ausschließlich Koch- und Heizgeräte)".
   b) Änderungen in den „Vorschriften für Christbaumbeleuchtungen".
   Entwurf: ETZ 1928, S. 664 u. 699.
7. Kommission für Drähte und Kabel.
   Änderungen der „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen".
   Entwurf: ETZ 1928, S. 267.
   Endgültig: ETZ 1928, S. 769.
8. Kommission für Installationsmaterial.
   a) Änderung der „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial".
   Kostenfreier Sonderdruck angekündigt: ETZ 1928, S. 157.
   b) „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V."
   Entwurf: ETZ 1928, S. 191.
   c) Außerkraftsetzung nachstehender Arbeiten:
   Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlungen 1925/1926, Sonderdruck VDE 336,
   Vorschriften, Regeln und Normen für plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen 500 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 313,
   Vorschriften, Regeln und Normen für einpolige Drehschalter 6 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 310,
   Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 6 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 312,
   Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 10 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, Sonderdruck VDE 311,
   Vorläufige Leitsätze für die Prüfung des Berührungschutzes bei nackten Fassungen, Armaturen und Handleuchtern, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlung 1926, Sonderdruck VDE 336 b,
   Vorschriften für Isolierrohre, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch den Vorstand April 1926, Sonderdruck VDE 361.
9. Kommission für Schaltgeräte.
   „Leitsätze für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung".
   Entwurf: ETZ 1928, S. 664.
10. Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.
    a) „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an."
    Entwurf: ETZ 1928, S. 372.
    Endgültig ETZ 1928, S. 702.
    b) Außerkraftsetzung nachstehender Arbeiten:
    Normen und Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren, Absatz D (gültig ab 1. Oktober 1920, angenommen durch die Jahresversammlung 1920, Sonderdruck VDE 255) sowie
    Leitsätze für die Prüfung von Kettenisolatoren, gültig ab 17. Oktober 1922, angenommen durch die Jahresversammlung 1922, Sonderdruck VDE 282.
11. Kommission für Hochfrequenztechnik.
    a) Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Wechselstrom-Niederspannungsanlagen entnommen wird (Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger).
    Entwurf: ETZ 1928, S. 557.
    b) Änderungen an den „Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Wechselstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Wechselstrom-Netzanschlußgeräte)".
    Entwurf: ETZ 1928, S. 558.
    c) Änderungen an den „Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunk-



geräte aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Gleichstrom-Netzanschlußgeräte)".
Entwurf: ETZ 1928, S. 558.

d) Änderungen an den „Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen entnommen wird (Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger)".
Entwurf: ETZ 1928, S. 558.

e) Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten.
Entwurf: ETZ 1928, S. 590.

Mitgliederbewegung.

Diese war in der Berichtzeit folgende:

Bestand am 1. Juni 1927 . .	9 660 Mitglieder
Bestand am 15. Mai 1928 . .	10 052 „
Zuwachs . .	392 Mitglieder.

So erfreulich der Zuwachs von 392 Mitgliedern ist, muß doch an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß ein größerer Zuwachs von Mitgliedern angestrebt werden muß. Die Einrichtung von außerordentlichen Mitgliedern der einzelnen Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften müßte auf ein geringstes Maß herabgesetzt werden durch entsprechende Beeinflussung solcher Fachgenossen, die den im Vergleich zu dem Gebotenen angemessenen Jahresbeitrag von 30 RM scheuen, weil ihnen seitens ihrer Verwaltung die ETZ zur Benutzung freisteht. Wenn alle in auskömmlicher Stellung befindlichen Fachgenossen dem VDE beitreten würden und durch persöliche Werbung wird dies zu einem gewissen Prozentsatz erreichbar sein, würde sich die Zahl der Verbandsmitglieder um das Doppelte erhöhen lassen. In der letzten Hauptversammlung eines uns eng befreundeten Fachvereins konnte der Vorsitzende mit berechtigtem Stolze bekanntgeben, daß ihm alle Fachgenossen ausnahmslos angehörten. Ein auch für den VDE erstrebenswertes Ziel.

Die Zahl der Verbandsmitglieder verteilte sich am 15. Mai 1928 auf die 32 zum Verband gehörenden Vereine wie folgt:

Eigene	309
Elektrotechnischer Verein zu Aachen e. V.	100
Elektrotechnischer Verein des Bergischen Landes e. V.	137
Elektrotechnischer Verein E. V. (Berlin)	2986
Elektrotechnischer Verein zu Breslau	153
Elektrotechnischer Verein Chemnitz	359
Deutsche Elektrotechnische Gesellschaft zu Danzig	93
Dresdner Elektrotechnischer Verein	476
Elektrotechnischer Verein Düsseldorf E. V.	119
Elektrotechnische Gesellschaft zu Frankfurt a. M.	368
Elektrotechnische Gesellschaft Halle a. S. E. V.	175
Elektrotechnischer Verein in Hamburg	345
Elektrotechnische Gesellschaft Hannover E. V.	205
Hessische Elektrotechnische Gesellschaft Darmstadt	148
Elektrotechnischer Verein zu Kassel E. V.	118
Elektrotechnische Gesellschaft zu Köln E. V.	184
Elektrotechnischer Verein Leipzig e. V.	268
Elektrotechnische Gesellschaft E. V. zu Magdeburg	199
Elektrotechnischer Verein Mannheim-Ludwigshafen e. V.	352
Elektrotechnischer Verein München e. V.	357
Elektrotechnischer Verein Niederrhein E. V.	128
Elektrotechnische Gesellschaft zu Nürnberg	198
Oberrheinischer Elektrotechnischer Verein E. V., Karlsruhe i. B.	158
Oberschlesischer Elektrotechnischer Verein	170
Ostdeutscher Elektrotechnischer Verein Königsberg/Pr.	93
Pommerscher Elektrotechnischer Verein	87
Elektrotechnischer Verein des rhein.-westf. Industriebezirks e. V.	777
Elektrotechnischer Verein an der Saar	114
Schleswig-Holsteinischer Elektrotechnischer Verein Kiel	61
Elektrotechnischer Verein Südbaden	149
Thüringer Elektrotechnischer Verein Erfurt	176
Elektrotechnischer Verein Trier	64
Württembergischer Elektrotechnischer Verein	426

Der Vorstand hatte den Verlust seines verdienstvollen Mitgliedes, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. G. Rößler der Technischen Hochschule Danzig zu betrauern.

Durch den Tod verlor der Verband in der Berichtzeit ferner eine Reihe verdienstvoller Mitglieder. Von diesen seien genannt:

Bergmann, S., Geh. Baurat, Dr.-Ing. E. h., Berlin.
Edelmann, O., Prof. Dr., Nürnberg.
Gunderloch, F., Obering., Berlin.
Hagen, Fr., Komm.-Rat, Köln a. Rh.
Heinicke, Direktor, Berlin.
Müller, A. R., Direktor, Berlin.
Pfeil, R., Reg.-Baumeister, Dr.-Ing., Berlin.
Schiff, E. J., Direktor, Berlin.
Schmidt, Gg., Direktor, Berlin.
Thurm, F., Direktor, Magdeburg-Sudenburg.
Voß, M., Baurat, Quedlinburg.
Wolters, K., Obering., Stolp/P.

Der Verband wird allen ein ehrendes Andenken bewahren.

Den Schatzmeistern der zum Verband gehörenden Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften an dieser Stelle für ihre opferwillige, ehrenamtliche Tätigkeit den herzlichsten Dank des Verbandes auszusprechen, ist uns eine angenehme Pflicht.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.
(Eingetragener Verein.)

Vorläufige Anzeige.

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet **am Montag, dem 18. Juni 1928,** von 7 Uhr abends ab einen **Begrüßungsabend für die Teilnehmer an der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker** auf den Terrassen am Halensee.

Weitere Einzelheiten folgen im nächsten Heft der ETZ.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Geschichtliche Darstellungen aus der Elektrotechnik. Einladung zur Subskription.

Die Elektrotechnik blickt auf eine verhältnismäßig kurze, aber um so interessantere und reichhaltigere Geschichte zurück. Im Interesse der wissenschaftlichen Forschung und zur Förderung der Weiterbildung der Fachgenossen beabsichtigt der Elektrotechnische Verein, geschichtliche Arbeiten aus den verschiedenen Gebieten der Elektrotechnik in zwangloser Folge als geschichtliche Einzeldarstellungen herauszugeben. Wir sind überzeugt, daß dieses Unternehmen in den Reihen der Fachgenossen großem Interesse begegnen wird. In dem ersten Bande, der in nächster Zeit erscheint, werden folgende Aufsätze veröffentlicht werden:

I. „Die Geschichte des Tranformators" von L. Schüler.
II. „Über Wechselstromtransformatoren usw." von Gisbert Kapp.
III. „Über den Wirkungsgrad von Transformatoren" von Dolivo-Dobrowolsky.
IV. „Über die Vorausbestimmungen des Spannungsabfalles bei Transformatoren" von Gisbert Kapp.
V. „Zur Geschichte des Elektrizitätszählers" von W. Stumpner.

Der Band wird rund 100 Seiten mit 99 Abbildungen umfassen und kostet im Buchhandel broschiert 6 RM, ganzleinen gebunden 7 RM.

Um den Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins und der dem Verband Deutscher Elektrotechniker angeschlossenen Vereine und Gesellschaften die Anschaffung zu erleichtern, lädt der Elektrotechnische Verein zu einer Subskription ein, wobei sich

bei einer Bestellung bis 1. Juli 1928

der Preis für das broschierte Exemplar auf 3,40 RM, für das ganzleinen gebundene auf 3,90 RM ermäßigt.



Wir bitten, Bestellungen tunlichst bald an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins — Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II — zu richten und den Betrag zuzüglich Porto (30 Pf pro Exemplar bei Einzelbezug) gleichzeitig durch Postanweisung oder Postscheck einzusenden (Postscheckkonto Berlin Nr. 13302).

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

SITZUNGSKALENDER.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin und Ärztlicher Verein für Strahlenkunde. 24. V. 1928, abds. 8½ h, Langenbeck-Virchow-Haus (kl. Saal), Luisenstr. 58-59: a) Vortrag Pickhan, „Röntgendiagnostik der Lungentuberkulose im Kindesalter". b) Vortrag H. Behnken, „Vergleichsmessungen zwischen der deutschen, der amerikanischen und der französischen Röntgendosiseinheit". c) Vortrag v. Schubert, „Die neue Stromversorgung der Physikal. Abteilung der Charité".

„Relma" Reichsverband der Elektro-Maschinenfabriken, Apparatebau- und Reparaturwerke, Düsseldorf. 23. bis 26. VI. 1928, 9. Jahresversammlung in Leipzig. Programme sind von der Geschäftstelle in Düsseldorf, Scharnhorststr. 12, kostenlos erhältlich.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

F. Deutsch †. Am 19. d. M. starb der Vorsitzende des Direktoriums der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Herr Geh. Kommerzienrat Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. pol. h. c. Felix Deutsch, wenige Tage, nachdem er, von aller Welt geehrt und gefeiert, sein 70. Lebensjahr vollendet hatte. Wir werden im nächsten Heft eine besondere Würdigung des Verstorbenen bringen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Die Elektrizität im Grubenbetrieb.

In der ETZ 1928, H. 11, ist auf S. 440 unter obiger Überschrift eine der „Berg-Technik" entnommene Darstellung der mit elektrischen Anlagen im Grubenbetrieb verbundenen Gefahren veröffentlicht, die nicht unwidersprochen bleiben darf. Sie fängt damit an, daß gesagt wird, der elektrische Strom sei in den letzten Jahren wiederholt die Ursache größerer Grubenkatastrophen gewesen. Trotzdem hielte die Bergindustrie es für angebracht, den elektrischen Strom noch mehr als bisher zu verwenden, man sei sogar dabei, ganze Schachtanlagen über und unter Tage auf Verwendung der Elektrizität als Maschinenkraft einzustellen und darüber hinaus die Beleuchtung der gesamten unterirdischen Räume bis zum Abbaubetrieb durch den elektrischen Draht erfolgen zu lassen.

Diese Darstellung gibt ein vollkommen falsches Bild und wird auch durch die in der zweiten Hälfte des Berichtes wiedergegebene Erklärung des Oberbergamts Dortmund nicht genügend richtiggestellt. In dieser Erklärung werden zwar nähere Angaben darüber gemacht, wie bei den elektrischen Lokomotiven ein gefahrloser Betrieb sichergestellt werden soll, und in welcher Weise man bezüglich der sonstigen elektrischen Anlagen vorzugehen beabsichtigt, um unter Wahrung äußerster Vorsicht Unfälle zu vermeiden. Der Eindruck bleibt aber bestehen, daß elektrische Anlagen unter Tage gefährlich sind und die Gefahren, die ohnehin mit dem Grubenbetrieb verbunden sind, wesentlich erhöhen. Das ist, so wie die Dinge heute liegen, falsch, eine Richtigstellung ist daher erforderlich.

In den Berichten von Tageszeitungen, denen es anscheinend schwer fällt, über technische Anlagen, insbesondere wenn es sich um die Darstellung von Unfällen handelt, technisch richtige Berichte zu bringen, ist bei der Behandlung elektrischer Anlagen unter Tage in den letzten Jahren wiederholt der große Fehler gemacht worden, daß deshalb, weil bei ein paar Schlagwetterexplosionen die Vermutung ausgesprochen wurde, daß die Ursache in dem Betrieb einer Fahrdrahtlokomotive und den dabei entstandenen Funken gelegen hätte, die elektrischen Anlagen unter Tage überhaupt als gefährlich hingestellt wurden. Dabei ist die Frage, ob bei den sonstigen elektrischen Anlagen unter Tage die Gefahr gefährlicher Funkenbildungen überhaupt vorhanden ist und nicht vielmehr durch die Art der Anlagen und die gewählten Konstruktionen praktisch so gut wie gänzlich verhindert wird, gar nicht berührt worden. Es ist aber noch kein Fall bekannt, wo eine nach neuzeitlichen Gesichtspunkten und Vorschriften ausgeführte elektrische Anlage unter Tage, von der Fahrdrahtlokomotive abgesehen, eine Schlagwetterexplosion herbeigeführt haben sollte. Daß vereinzelt durch Berührung spannungführender Teile Todesfälle vorgekommen sind oder vorkommen können, soll nicht geleugnet werden. Aber derartige Unfälle sind unter Tage nicht häufiger als über Tage. Nur die Fahrdrahtlokomotive muß nach dieser Richtung hin, da der unter Spannung stehende Fahrdraht in verhältnismäßig geringen Abständen über den Schienen liegt, als gefährlicher angesehen werden als viele Anlagen über Tage. Durch geeignete Betriebsmaßnahmen lassen sich aber auch bei Grubenbahnen mit Fahrdrahtlokomotiven Todesfälle so gut wie gänzlich verhüten.

Die sonstigen motorischen Betriebe unter Tage, insbesondere die im Abbau benutzten elektromotorisch angetriebenen Arbeitsmaschinen, wie Schrämmaschinen, Schüttelrutschenantriebe, kleine Haspel, Antriebe von Förderbändern usw. werden ebenso wie die zugehörigen Kabel, Verteilungschaltanlagen und sonstigen Apparate gegenwärtig so kräftig und für den schwierigen Grubenbetrieb geeignet ausgeführt, daß selbst in den sehr niedrigen, sehr oft nassen Räumen unter Tage Unglücksfälle außerordentlich selten sind. Bei den Anlagen in schlagwettergefährdeten Grubenräumen gehen die Elektrizitätsfirmen von sich aus schon so vorsichtig vor, daß die seitens der Grubenbehörden gegebenen Vorschriften höchstens als eine Bestätigung der Gesichtspunkte, durch die die Elektrizitätsfirmen sich von vornherein leiten lassen, angesehen werden können. Anderseits ist aber zu betonen, was in den meisten Zeitungsveröffentlichungen, auch in der oben angezogenen Veröffentlichung in H. 11 der ETZ, nicht zum Ausdruck kommt, daß elektrische Anlagen unter Tage nicht nur bedeutend wirtschaftlicher als sonstige Anlagen, insbesondere als Druckluftanlagen, sind, sondern auch zur Erhöhung der Sicherheit des Grubenbetriebes wesentlich beitragen können. So liegt ein großer Vorteil des elektromotorischen Antriebes von Schüttelrutschen und Schrämmaschinen darin, daß sie wesentlich geräuschloser als Druckluftmotoren arbeiten und infolgedessen Bewegungen im Steinkohlenflöz, die sich häufig durch Geräusche anmelden, bei elektromotorischem Antrieb der Arbeitsmaschinen viel leichter rechtzeitig bemerkt werden können, als bei Antrieben durch Druckluftmotoren. Anderseits aber liegt in der weitgehenden Einführung einer guten Beleuchtung nicht nur der Strecken, sondern vor allen Dingen der Abbaubetriebe ein so großes Sicherheitsmoment, daß an denjenigen Stellen, wo die verbesserte Beleuchtung eingeführt ist, die Bergleute ohne diese Beleuchtung gar nicht mehr arbeiten wollen. Sie haben sich eben an die gute Beleuchtung sehr rasch gewöhnt, und ein anderes Ergebnis war eigentlich auch nicht zu erwarten. Wenn trotzdem vielfach in Zeitungen von einer Erhöhung der Gefahren im Abbaubetrieb durch die verbesserte elektrische Beleuchtung gesprochen wird, so kann dieses entweder nur auf grobe Unkenntnis oder die ja leider weit verbreitete Absicht zurückgeführt werden, alles, was vom Unternehmer kommt, zu verdächtigen und in ein falsches Licht zu stellen. Da dies natürlich bei den Lesern der ETZ nicht in Frage kommt, so darf wohl erwartet werden, daß durch vorstehende kurze Hinweise der durch die Veröffentlichung in H. 11 hervorgerufene ungünstige Eindruck hinsichtlich der mit elektrischen Anlagen unter Tage verbundenen Gefahren beseitigt wird.

Charlottenburg, 10. IV. 1928. Philippi.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Herausgegeben von Prof. Dr. L. Graetz. Band 5, Lieferung 2. Starkstromtechnik: Gleichstrommaschinen, synchrone Wechselstrommaschinen von Hugo Stössinger. Die Transformatoren und Asynchronmaschinen von Gerhard Reerink. Die Umformer von Max Zorn. Elektrische Gleichrichter von H. Jungmichl. Mit 365 Textabb., IV u. 357 S. in 8°. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth. 1927. Preis geh. 29 RM.



In diesem Teil des bekannten Handbuches erhält der Leser einen guten Überblick über Wirkungsweise, Konstruktion und Berechnung der wichtigsten elektrischen Maschinen und der Gleichrichter. Der Umfang entspricht etwa der Hauptvorlesung über Elektromaschinenbau, wie sie für die Studierenden der Elektrotechnik an den Technischen Hochschulen abgehalten werden. Die Wechselstromkommutatormotoren sind nicht behandelt, ein Grund ist nicht recht einzusehen.

Es muß anerkannt werden, daß das ganze Buch mit großer Sorgfalt verfaßt ist. Die Darstellung ist übersichtlich und flüssig, die Figuren sind durchweg recht gut. Das Buch kann ohne Vorbehalt empfohlen werden als Lehrbuch für Studierende der Elektrotechnik und des Maschinenbaues sowie für Physiker. Auch in der Praxis stehenden Ingenieuren wird es zur Klärung theoretischer Fragen über Vorgänge in Maschinen von Nutzen sein. Ganz besonders praktisch erscheint dem Berichter, daß ausführliche Literaturangaben an Ort und Stelle als Fußnoten mitgegeben sind.

Bei der Bearbeitung einer Neuauflage könnten vielleicht folgende Hinweise beachtet werden. Die Gleichungen sollten als allgemeine Größengleichungen im Sinne von W a l l o t angeschrieben werden. Zum Rechnen sollen nur die internationalen elektrisch definierten Einheiten verwendet werden. Auch Drehmomente können anstatt in Meterkilogramm ruhig in Joule angegeben werden. Die absoluten Einheiten sollten nicht mehr erwähnt werden. Aus Pietät könnte man vielleicht noch die Induktion und den Fluß in absoluten Einheiten angeben, obwohl man eigentlich gerade so schnell an Stelle von 7000 Gauß schreiben kann $7000 \cdot 10^{-8}$ Vs/cm².

Auf S. 442 ist das Zustandekommen der kritischen Stromwerte beim plötzlichen Kurzschluß mit dem berühmten Satz erklärt „Das Ankerrückwirkungsfeld braucht zu seiner Ausbildung erst einige Sekunden usw." Gegen diese abwegige Darstellung muß energisch protestiert werden. Die kritischen Stromwerte entstehen dadurch, daß die vom Kurzschluß betroffenen Wicklungen ihren Fluß, den sie im Schaltmoment hatten, festhalten müssen. Sie treten auch auf, wenn der Läufer lamelliert ist und keine Wirbelstrombildung von Bedeutung aufweist. Daß bei der Berechnung der kritischen Stromwerte fast immer nur die Ständerstreuung eine Rolle spielt, rührt daher, daß die Längskomponente der Dämpferwicklung mit ihrer sehr kleinen Streuung der Erregerwicklung magnetisch parallelgeschaltet ist, so daß die allein maßgebende Ziffer der Gesamtstreuung $\sigma = 1 - \frac{1}{(1+\sigma_1)(1+\sigma_2)}$ sich reduziert zu $1 - \frac{1}{1+\sigma_1}$.

Bei der Behandlung der Asynchronmaschine wäre die analytische Ableitung des Stromdiagramms, die nach B l o c h ja so einfach ist, erwünscht. Beim Einankerumformer müßte erwähnt werden, daß auch ohne vorgeschaltete Drosseln eine Änderung der Übersetzung durch Regeln der Erregung eintritt, die in der Formänderung der Feldkurve begründet ist und die bei vielen Maschinen erstaunlich groß ist. Die Erklärung der Gefahr der Labilität der Drehzahl beim umgekehrten Umformer auf S. 576 unten dürfte zu kurz sein, um richtig verstanden zu werden.

Robert B r ü d e r l i n k.

D a u e r v e r s u c h e über die A l t e r u n g von D a m p f t u r b i n e n - Ö l e n i m B e t r i e b. Auf Grund gemeins. Versuche herausg. v. d. V e r e i n i g. d. E l e k t r i z i t ä t s w e r k e E. V. u. d. V e r e i n D t. E i s e n h ü t t e n l e u t e. Mit zahlr. Tab., Abb. u. Kurventafeln u. 49 S. in 8⁰. Verlag der Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V., Berlin 1927. Preis kart. 8 RM.

Für die Auswahl des richtigen Turbinenöles, d. h. desjenigen Öles, welches die größte Gewähr für die Betriebsicherheit der Maschinen und für wirtschaftlichsten Ölverbrauch geben soll, stehen dem Betriebsleiter heute als Hilfsmittel die im Juli 1924 in 4. Auflage vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute herausgegebenen „Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln" zur Verfügung. Darüber hinaus ist er auf seine eigenen chemischen Kenntnisse und Erfahrungen und allenfalls auf die Beratung der Ölfirmen angewiesen. Zahlreiche Beobachtungen aus der Praxis des Turbinenbetriebes haben nun gezeigt, daß die Anwendung der „Richtlinien" beim Einkauf der Öle noch keineswegs vor unliebsamen Überraschungen im späteren Betriebe zu schützen vermag. Eine Vertiefung unserer Kenntnisse über die Eigenschaften der Öle mit dem Ziele, das Verhalten der verschiedenen Öle im Betriebe bereits am Neuöl mit einiger Sicherheit zu erkennen und dem Ölverbraucher geeignete Prüfmethoden und Normen an die Hand zu geben, erschien dringend notwendig. Es ist klar, daß der einzige erfolgversprechende Weg zur Klärung des Hauptproblems, wie die „Alterung" der Öle erfaßt werden kann, die Durchführung von praktischen Dauerversuchen unter Berücksichtigung aller im Betriebe der Turbinen auftretenden Faktoren sein kann. Dieser langwierigen und mühevollen Aufgabe haben sich die Bearbeiter der vorliegenden Veröffentlichung, die Herren Dr. B a a d e r (RWE), Dr. B a u m (Verein Deutscher Eisenhüttenleute) und F. L. H a n a (Elektrowerke) unterzogen. In einer gemeinsamen Einleitung wird das Versuchsprogramm dargelegt, aus welchem zu entnehmen ist, daß die Versuche in drei Versuchsgruppen an 21 in Betrieb befindlichen Dampfturbinen nach einheitlichen Gesichtspunkten ausgeführt wurden. Der erste Bericht (Dr. Baader) faßt die im Goldenberg-Werk als erste Versuchsgruppe gewonnenen Ergebnisse zusammen. Diese Versuche wurden mit Ölen gleicher Herkunft, aber verschiedener Raffinationsart, durchgeführt. Es folgt der Bericht der zweiten Versuchsgruppe (Dr. Baum) über das Verhalten mehrerer Handelsöle verschiedener Herkunft bei gleicher Raffinationsart. Über die Versuche der dritten Gruppe, an welcher 7 Elektrizitätswerke und 2 chemische Betriebe mit ihren Turbinen beteiligt waren, wird von Hana berichtet. Den Schluß bildet wieder eine gemeinsam von den Bearbeitern zusammengestellte Betrachtung der gewonnenen Ergebnisse. Die Arbeiten sind mit außerordentlicher Gründlichkeit durchgeführt und haben eine seltene Fülle von wertvollstem Beobachtungsmaterial zutage gefördert. Die Darstelung ist mustergültig in ihrer Übersichtlichkeit. Zahlreiche Tabellen und Kurven erläutern den Gang der Versuche. Als besonders interessantes und bedeutungsvolles Ergebnis mag hervorgehoben werden, daß der bisher als ausschlaggebenden Faktor gewerteten „Verteerungszahl" nicht mehr die frühere Bedeutung beigemessen werden kann. An ihrer Stelle werden die „Säurezahl" und insbesondere die „Verseifungszahl", deren Bestimmung zudem wesentlich einfacher und schneller als die der Verteerungszahl ausführbar ist, besonderer Beachtung empfohlen. Die Berichte über die zur Zeit noch laufenden Versuche wollen und können noch nichts Abgeschlossenes geben. Die gebührende Beachtung an maßgebenden Stellen der wissenschaftlichen Ölforschung ist der Veröffentlichung gewiß, so daß mit einer baldigen endgültigen Klärung der angeschnittenen Fragen auf dem Wege der Kritik und gemeinsamen Weiterarbeit gerechnet werden kann. Es ist noch zu erwähnen, daß die gewonnenen Erkenntnisse auch in weitestgehender Weise auf die I s o l i e r ö l e angewendet werden können, und auch hier zur Revision mancher bisherigen Anschauungen, insbesondere über den Wert der Verteerungszahl, führen werden.

Den Herausgebern und Bearbeitern gebührt der Dank aller an der Ölfrage interessierten Kreise für diesen Vorstoß in ungeklärte und betriebswichtige Gebiete. Das Studium der Arbeiten kann jedem, der an verantwortlicher Stelle mit Turbinen- und Isolierölen zu tun hat, zum eigenen Vorteil aufs wärmste empfohlen werden.

F. F o e r s t e r, Ulm.

B l i t z s c h u t z d e r G e b ä u d e. Von Baurat H. K l a i b e r. (Samml. Göschen Bd. 982.) Mit 39 Textabb. u. 128 S. in 16⁰. Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1928. Preis geb. 1,50 RM.

In dem einleitenden Abschnitt (Gewitter, Blitz, Einschlag) macht der Verfasser den Leser mit dem Wesen des Blitzes bekannt. Die Betrachtungen werden abgeschlossen mit allgemeinen Folgerungen für die Erzielung eines genügenden Blitzschutzes. Anschließend wird dann, hauptsächlich in Anlehnung an F i n d e i s e n (Ratschläge über den Blitzschutz der Gebäude), eine Reihe charakteristischer Einschläge in Gebäude geschildert und jeweils eine Erklärung des Blitzweges gegeben. In den folgenden drei Abschnitten (Ausführung der Blitzableiter, Sonderausführungen, Prüfung der Blitzableiter) folgt der Verfasser in der Hauptsache den vom Ausschuß für Blitzableiterbau in seinem Büchlein „Blitzschutz" gegebenen Erläuterungen und Ausführungsvorschlägen. Dies ist durchaus verständlich, da dieses Büchlein ja in knapper Form alles enthält, was den Gebäudeblitzschutz betrifft. Sehr zu begrüßen ist der letzte Abschnitt des 128 Seiten umfassenden Büchleins, der die „Kosten der Blitzableiter" behandelt. Gerade diese Seiten dürften berufen sein, aufklärend zu wirken und manche irrige Auffassung zu beseitigen.

Dem Verfasser ist es gelungen, eine knappe und allgemeinverständliche Darstellung des Blitzschutzes der Gebäude zu geben. Es ist zu wünschen, daß das Büchlein viele Abnehmer findet und damit zur Verbreitung des Blitzableiters beiträgt.

M o e n c h.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Verteilung der chilenischen Elektroeinfuhr. — Nach einem englischen Handelsbericht aus Santiago[1] hat sich der Anteil Großbritanniens an der Versorgung Chiles mit elektrotechnischen Erzeugnissen[2] in letzter Zeit verringert; während er 1921 bei einem Gesamtwert der Elektroeinfuhr von rd. 1 Mill. £ 24 % betrug — auf die V. S. Amerika entfielen damals 40, auf Deutschland 25 % —, hielt er sich in den nächsten drei Jahren auf etwa 20 %, ist aber 1926, wo der Import elektrotechnischer Waren im ganzen 1,375 Mill. £ und die Quote der Amerikaner 65 %, die der Deutschen[3] 20 % ausmachte, auf 10 % gesunken. Von der hauptsächlich in Betracht kommenden Einfuhr elektrischer Maschinen im Wert von 0,42 Mill. £ deckte die nordamerikanische Union 79, England nur 6 %, ein Verhältnis, das für Dynamos und Elektromotoren (insgesamt 0,35 Mill. £) 65 und 8 % betrug. Für England günstiger stellte sich die Lieferung von Kabeln und isolierten Drähten, insofern hier sein Anteil 18 bzw. 20 % erreichte. Bei Fernsprechapparaten war er sogar 30 %, während die Vereinigten Staaten solche nicht nach Chile eingeführt haben, es jedoch wohl jetzt, wo die Chile Telephone Co., Ltd., in amerikanische Hände übergegangen ist, tun werden. Ihr Anteil an der Versorgung der Republik mit Material für Eisen- und Straßenbahnen betrug 1924/26 durchschnittlich 50 %, der Englands 20 % von rd. 1 Mill. £.

Zur Entwicklung der polnischen Elektroindustrie. — Der Ind. Handelszg. sind kürzlich aus Warschau Angaben über die Entwicklung der polnischen Elektroindustrie in den letzten drei Jahren zugegangen[4], nach denen die Erzeugung sich im Verhältnis zur Aufnahmefähigkeit des Innenmarktes mengenmäßig wie folgt gestellt hat:

Jahr	Erzeugung t	Verbrauch t
1925	7 677,5	23 387,0
1926	8 627,9	21 098,8
1927	11 951,7	30 943,3

Die Zahl der beschäftigten Arbeiter betrug in den drei Jahren 3900, 5300, 6700 und die der Werkbeamten 400, 700, 1000. Dabei ist zu berücksichtigen, daß, dem genannten Bericht zufolge, eine erhebliche Anzahl elektrotechnischer Erzeugnisse, z. B. Kondensatoren, Fördermotoren und Bohrmaschinen für Bergwerke, elektrolytische Vorrichtungen, Elektroöfen, Zähler, teilweise auch Lampen und automatische Fernsprechapparate, in Polen noch nicht hergestellt wird. Infolgedessen war auch die Einfuhr trotz des hohen Zollschutzes recht erheblich und ist 1927 dem Wert nach von rd. 67,3 Mill. Zl im Jahr 1925 auf 95,1 Mill. Zl gestiegen. Dazu kommt, wie der Bericht sagt, noch ein Import von Turbinen (die Art ist nicht genannt), der 1927 3 Mill. Zl und von elektrischen Lokomotiven, der 0,4 Mill. Zl ausmachte. Die deutsche Elektroausfuhr nach Polen betrug 1926 rd. 27 900 dz im Wert von 9,7 Mill. RM, 1927 aber 57 200 dz bzw. 18,3 Mill. RM.

Belebung der ausländischen Märkte. — Einem Bericht des VDMA entnehmen wir folgende für den Export wichtigen Sätze: Die Gesamtlage im Maschinenbau kennzeichnet sich dadurch, daß die Entwicklung des Inlandsgeschäftes seit Jahresbeginn stockt, daß dafür aber der Auftragseingang aus dem Ausland infolge der in Europa und Übersee sich fortsetzenden Konjunkturbelebung dauernd stieg. Die Maschinenausfuhr des ersten Vierteljahres 1928 lag um 30 % über der des ersten Vierteljahres 1927. In dem jetzigen Zeitpunkt einer nicht mehr steigenden, sondern eher abfallenden Inlandskonjunktur bei gleichzeitiger Belebung der Auslandsmärkte erscheint es als wichtigste Aufgabe einer wohl überlegten Konjunkturpolitik, alles zu fördern, was geeignet ist, Deutschland auf dem Wege über seine Ausfuhr an dieser Belebung der ausländischen Märkte teilnehmen zu lassen. (Dt. Allg. Zg.)

Aus der Geschäftswelt. — Die vom RWE, Essen, 1926 von Köln bis Mannheim erbaute, bisher mit nur 110 kV betriebene Hohlseilfernleitung für 220 kV soll bis Sommer 1929 bis nach Vorarlberg weitergeführt und dann mit 220 kV in Betrieb genommen werden. Die gesamte Ausrüstung dieser Höchstspannungsübertragung mit Transformatoren und Schaltern wurde den Siemens-Schuckertwerken A. G. in Auftrag gegeben. Für Anfangs- und Endstation sowie für mehrere Zwischenstationen, die sämtlich als Freiluftstationen gebaut werden, sind 14 Transformatoren zu je 60 000 kVA für 220/110 kV, 36 dreipolige Ölschalter und 104 Trennschalter zu liefern. Zugleich wurde den SSW eine noch größere Zahl von dreipoligen Öl- und Trennschaltern für 110 kV für neue Unterstationen des 110 kV-Netzes des RWE bestellt. Auch die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft hat aus dem eingangs genannten Anlaß einen größeren Auftrag auf Transformatoren für 40 000 und 60 000 kVA, eine größere Anzahl elektrischer Schaltapparate für die Umspannwerke (220 kV) sowie auf einige hundert Kilometer Hohlseil erhalten. — Nach dem Bericht der Mix & Genest A. G., Berlin-Schöneberg, für 1927, ist der Gesamtumsatz zwar etwas gestiegen, das Behördengeschäft aber wegen der Etatsbeschränkungen der Reichspostverwaltung erheblich zurückgegangen und das Privatverkaufsgeschäft bei gedrückter Preislage annähernd unverändert geblieben. Die Gesellschaft hat 10 von ihr hergestellte Selbstanschlußämter, darunter das Stettiner mit 16 000 Teilnehmern, dem Verkehr übergeben und auf dem Vermietungsgebiet weitere Erfolge erzielt. Die Auslandsorganisation entwickelt sich; zwecks Errichtung und Betrieb eines Fernsprechamtes in Curityba wurde eine brasilianische Gesellschaft gegründet, deren Anteile Mix & Genest besitzen. Der Geschäftsgewinn betrug 4 097 215 RM (3 313 497 i. V.) und der Reingewinn 805 167 RM (674 900 i. V.); aus ihm wurden auf jetzt 9,5 Mill. RM Stammaktienkapital, das die Gesellschaft um 6,5 Mill. RM vermehrt[1], wieder 9 % Dividende verteilt. — Bei der Dr. Paul Meyer A. G., Berlin, war 1927 ein Jahr guter Entwicklung, die Umsatzziffern sind, besonders im Inland, gestiegen. Mit der AEG wurde ein Abkommen getroffen, nach dem die Zählerfabrikation der Berichterstatterin im Austausch gegen andere Produktionszweige an jene übergeht. Als Bruttoüberschuß werden 1 965 480 RM (1 745 603 i. V.) und als Reingewinn 345 105 RM (251 246 i. V.) ausgewiesen. Die Dividende beträgt 8 % auf 3,5 Mill. RM Aktienkapital (6 % i. V.). — Seit Bestehen der Hartmann & Braun A. G., Frankfurt a. M., hat deren Umsatz in Meßinstrumenten 1927 die größte Höhe erreicht, u. zw. nicht nur wegen der regen Nachfrage nach Präzisionsinstrumenten, sondern auch infolge des Auftauchens neuer Probleme im Zusammenhang mit den Rationalisierungsbestrebungen aller industriellen Betriebe. „In den großen Anlagen der Energieerzeugung tritt immer mehr die Notwendigkeit zutage, die einzelnen Vorgänge des Betriebs von einer übersichtlichen Stelle aus zu überwachen, und es ist fast immer möglich, irgend eine physikalische Größe oder einen maschinellen Vorgang in elektrische Werte umzusetzen, die sich an weit entfernten und zentral gelegenen Plätzen zur Anzeige bringen lassen. Derartige Aufgaben kann man nur im vereinigten Zusammenarbeiten zwischen theoretischen Wissenschaftlern, praktisch erfahrenen Betriebsingenieuren und Präzisionsmechanikern lösen.“ Das ist der Gesellschaft einmal mit Hilfe eines Stammes geeigneter Fachleute und sodann dadurch ge[illegible]lungen, daß sie sich bemüht, immer für das Aufgreif[illegible] neuer Grenzgebiete bereit zu sein. Mit Hilfe neugeschaffe[illegible]ner Lichtzeigerinstrumente war es ihr auch möglich, Meß- und Überwachungsapparate mit Skalen von über Mann[illegible]größe zu bauen, deren Angaben sich von den weitesten [illegible] der Praxis vorkommenden Entfernungen ablesen lassen. [illegible] die Preisbildung keine größeren Gewinnzuschläge erl[illegible] und die Steuern und sozialen Abgaben immer noch zu [illegible] auf Unternehmungen dieser Art lasten, ist der Reinge[illegible] nicht in dem Maße gestiegen, wie es die Werktät[illegible] eigentlich hätte erwarten lassen. Nach Abzug aller [illegible]kosten betrug der Betriebsüberschuß 686 770 RM (386[illegible] i. V.) und der Reingewinn mit Vortrag 346 471 RM (216 7[illegible] i. V.). Auf 1,920 Mill. RM Stammaktienkapital kamen 10 [illegible] Dividende zur Verteilung (8 % i. V.).

[1] El. Rev. Bd. 102, 1928, S. 748.
[2] Vgl. ETZ 1926, S. 815.
[3] Nach der deutschen Statistik betrug die Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse 1926 rd. 18 200 dz bzw. 4,6 Mill. RM, 1927 indessen nur rd. 10 800 dz im Wert von 3,2 Mill. RM.
[4] Vgl. auch ETZ 1926, S. 161, 599.

[1] Gegen eine Opposition, die in dem Vermietungsgeschäft e[illegible] großes Risiko erblickte und auf die bezüglichen Verträge noch besonder[illegible] Abschreibungen verlangte.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 213: Wer stellt einen Isolierstoff in Platte[illegible] oder Stäben her, der bis 500° wärmefest, mechanisch fest, gut bearbeitbar und besonders biegsam ist?

Frage 214: Welche Firma stellt den Staubsauger „Elektro-Ilka“ her?

Frage 215: Wer stellt Einsteck-Glaspatronen [illegible] Sicherungen mit und ohne Sandfüllung her?

Abschluß des Heftes: 19. Mai 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes: 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 31. MAI 1928
—852)

Elektrotechnische Zeitschrift

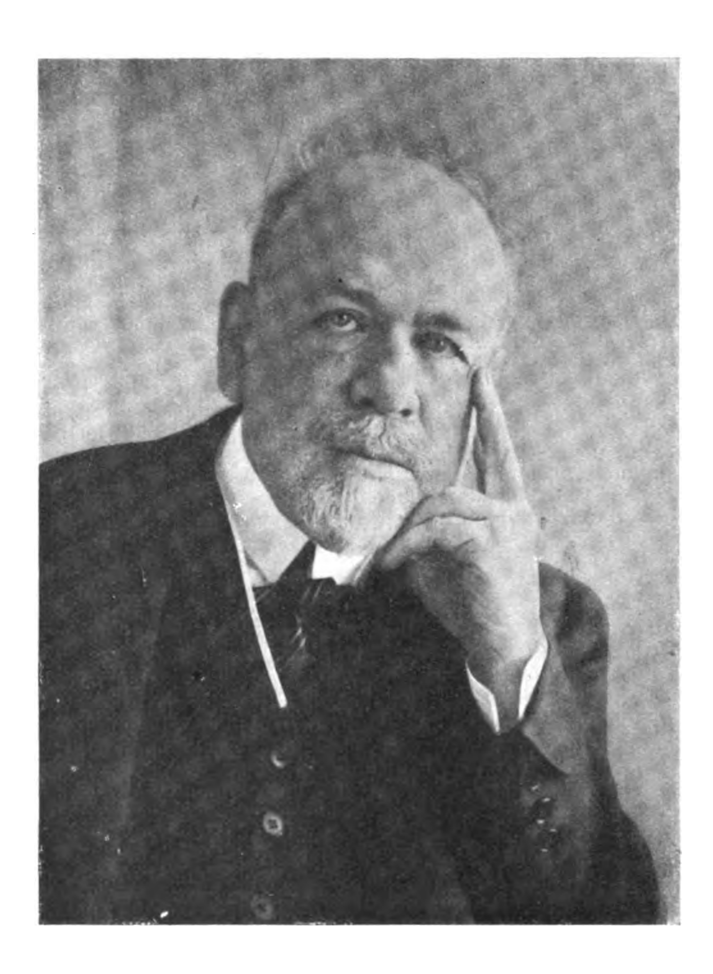
(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang Berlin, 31. Mai 1928 Heft 22

Felix Deutsch †



Am 19. Mai ist Felix Deutsch, unmittelbar nachdem er die Schwelle des biblischen Alters überschritten hatte, gestorben, auf der Höhe seines Ruhmes, noch erfüllt und umklungen von der bewundernden Anerkennung aller, die in ihm den genialen Wirtschaftsführer verehren. Nach klassischer Anschauung war ein solcher Tod nur den von der Gottheit bevorzugten Sterblichen beschieden; und in demselben klassischen Sinne gelten für Felix Deutsch die Worte, die Goethe einst einem auf der Höhe seines Schaffens dahingerafften Führer gewidmet hat: „So war er denn auf der höchsten Stufe des Glückes, das er sich nur hätte wünschen können, der Welt verschwunden. Die Gebrechen des Alters, die Abnahme der Geisteskräfte hat er nicht empfunden; er hat als Mann gelebt und ist als ein vollständiger Mann von hinnen gegangen. Nun genießt er im Andenken der Nachwelt den Vorteil, als ein ewig Tüchtiger zu erscheinen, denn in der Gestalt, wie der Mensch die Erde verläßt, wandelt er unter den Schatten“. B

Neue Fernschalter für elektrische Straßenbeleuchtung.

Von Ing. **Friedr. Muth,** Dinkelscherben.

Übersicht. Es werden neue Fernschalter für öffentliche elektrische Beleuchtung beschrieben, deren Steuerung mit Gasdruckwelle oder elektrischer Zeitschaltuhr erfolgt.

Das rasche Wachstum des Verkehrs hat besonders auch auf dem Gebiete der öffentlichen Beleuchtung intensive Arbeit der Umgestaltung und Vervollkommnung notwendig gemacht, denn gute Straßen- und Platzbeleuchtung ist heute Grundbedingung für sichere und reibungslose Abwicklung des städtischen Verkehrs zur Nachtzeit. Die sonst bewährte Gasbeleuchtung kann den heutigen Anforderungen nicht mehr folgen; die elektrische Beleuchtung hat ihrer unbegrenzten Ausbaumöglichkeit wegen die Oberhand gewonnen. Gleichzeitig ist man aber bestrebt, die Kosten für Bau und Betrieb auf ein Minimum herabzudrücken. Eine kritische Betrachtung aller Möglichkeiten hierzu läßt die Wahl auf Steuerung mittels Gasdruckwellen-Fernschalter fallen, denn dies würde tatsächlich neben vielen anderen Vorteilen geringsten Leitungsaufwand und damit geringste Anlage- und Betriebskosten bedeuten. Es dürfte daher für alle beteiligten Kreise von großem Interesse sein, zu erfahren, daß sich nunmehr ein Gasdruckwellen-Fernschalter auf dem Markte befindet, dessen Leistungsfähigkeit überrascht und auf dem Gebiete des städtischen Beleuchtungswesens einen wirklichen Fortschritt bedeutet.

Abb. 1. Gasdruckwellen-Fernschalter für Ganz- oder Halbnachtschaltung (Einzelschalter).



Abb. 2. Quecksilber-Drehschaltröhre.

Im nachstehenden wird dieser neue Gasdruckwellen-Fernschalter beschrieben, welcher von den bisher gebräuchlichen Apparaten dieser Art vollständig abweicht (Abb. 1). Die wesentlichen Neuerungen bestehen in einem eigenartigen vereinfachten Schaltwerk und in der Verwendung von Quecksilber-Drehschaltröhren. Während die bisher üblichen Apparate ein mehr oder weniger kompliziertes und viel Kraft verbrauchendes Schaltwerk besitzen, ist letzteres bei dem neuen Schalter völlig frei von Zahnrädern, Hebeln und Federn. Infolge seiner auffallenden Einfachheit weist dieses neue Schaltwerk ein Minimum an Reibung und Trägheit auf. Dies ist besonders für großstädtische Beleuchtungsanlagen von Bedeutung, da in den Außenbezirken mit nur geringem Gasüberdruck gerechnet werden kann, der Schalter aber durchaus zuverlässig, d. h. mit genügend Kraftüberschuß, arbeiten muß. Die Verwendung von Drehschaltröhren (Abb. 2) verbürgt eine erhebliche Steigerung der elektrischen Leistungsfähigkeit, da sich diese Schaltröhren im Verhältnis zur Schaltleistung in viel günstigeren Ausmaßen herstellen lassen, als dies bei den bisher verwendeten Kippschaltröhren möglich war.

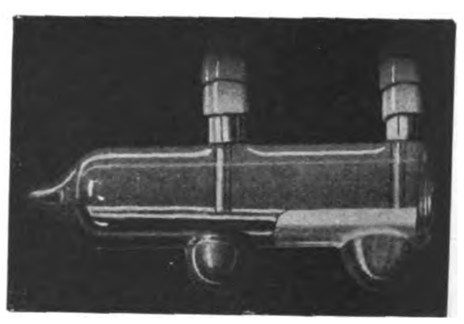


Abb. 4. Quecksilber-Kippschaltröhre für 650 V.

Eine weitere und vielleicht die wichtigste Neuerung stellt die Kombination zweier Einfachschalter in einem

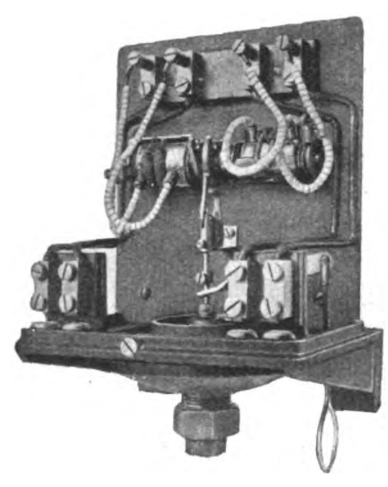


Abb. 3. Gasdruckwellen-Fernschalter für Ganz- und Halbnachtschaltung (Gruppenschalter).



Abb. 5. Kleiner Gasdruckwellen-Serien-Fernschalter.

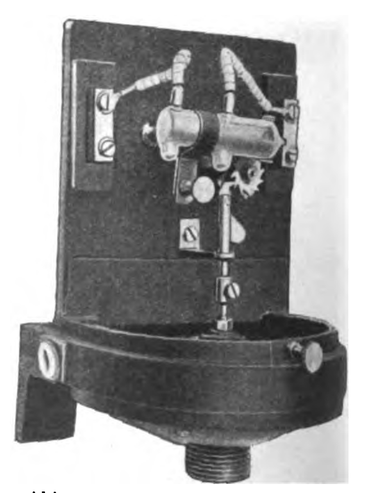


Abb. 6. Gasdruckwellen-Fernschalter für 650 V.

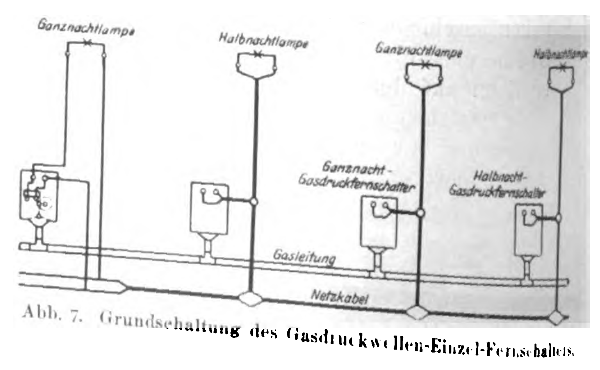


Abb. 7. Grundschaltung des Gasdruckwellen-Einzel-Fernschalters.

Apparat mit nur einem Schaltwerk zu einem sogenannten Ganz- und Halbnachtschalter dar (Abb. 3).

Zwei Sonderfälle sind es, die auch die Beibehaltung der Quecksilberschaltröhre in ihrer Grundform, der Kippschaltröhre, forderten: das Bedürfnis nach einem räumlich sehr kleinen Serienschalter von hoher

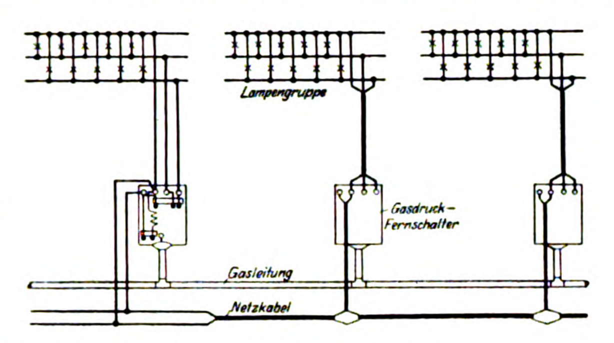


Abb. 8. Grundschaltung des Gasdruckwellen-Gruppen-Fernschalters.

elektrischer Schaltleistung und die Verwendbarkeit der Gasdruckwellen-Fernschalter für Spannungen von 440 bis 650 V. Voraussetzung war natürlich, daß auch diese Röhrentype ähnlich der Drehschaltröhre zu höchstmöglichster Vollkommenheit entwickelt wurde (Abb. 4). Tatsächlich stellen die in dem beschriebenen Schalter verwendeten Schaltröhren, wie Versuche und Praxis gezeigt haben, in mechanischer und elektrischer Beziehung wirkliche Hochleistungs-Schaltröhren dar.

Der kleine Serienschalter (Abb. 5) findet hauptsächlich da Verwendung, wo Bedarf nach sehr starken Lichtquellen in nur einer Armatur vorliegt. In diesem Falle kommt zweckmäßig nicht eine große, sondern mehrere kleinere gasgefüllte Glühlampen zur Verwendung, von denen dann um Mitternacht ein Teil, der Rest vor Sonnenaufgang mittels des Gasdruckwellen-Serienschalters abgeschaltet wird.

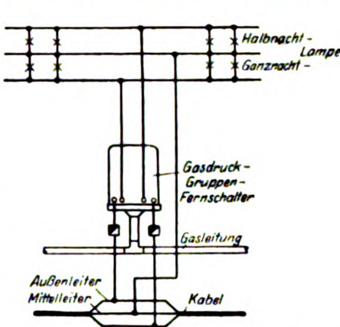


Abb. 9. Gasdruckwellen-Fernschalter in Gruppen- und Serienschaltung.

Abb. 7 zeigt die Grundschaltung des Gasdruckwellen-Einzelschalters. Abb. 8 eine solche des Ganz- und Halbnachtschalters. Abb. 9 zeigt eine Anordnung, die sich unter den vielen Kombinationsmöglichkeiten als die wirtschaftlichste erwiesen hat: als Gruppen- und Serienschalter.

Für Anlagen, in denen ein Gasleitungsnetz nicht zur Verfügung steht, werden sämtliche vorstehend beschriebenen Schaltertypen auch mit elektrischem Antrieb ausgeführt (Abb. 10), was infolge des außerordentlich geringen Kraftbedarfs und der Voraussetzung nur eines weiteren Schaltdrahtes eine nennenswerte Verteuerung nicht bedeutet. Die Schaltungsweise zeigt Abb. 11.

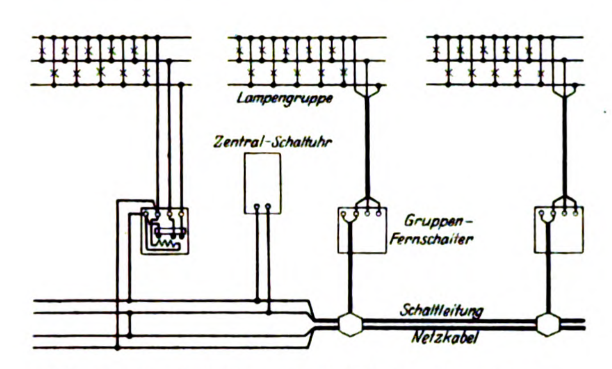


Abb. 11. Grundschaltung des elektrischen Fernschalters.

Auf Grund der bis heute vorliegenden Betriebserfahrungen kann gesagt werden, daß diese neuen Gasdruckwellen-Fernschalter den höchsten Anforderungen gewachsen sind und sich bisher als durchaus zuverlässig erwiesen haben. In mehreren ausgeführten großstädtischen Straßenbeleuchtungsanlagen, in welchen alle vorgenannten Schaltertypen zum Einbau kamen, werden beispielsweise mit jedem dieser Schalter eine oder zwei Gruppen von 6 bzw. 14 gasgefüllten Glühlampen von je 500 W geschaltet. Die Schalter sind zum Teil in eisernen

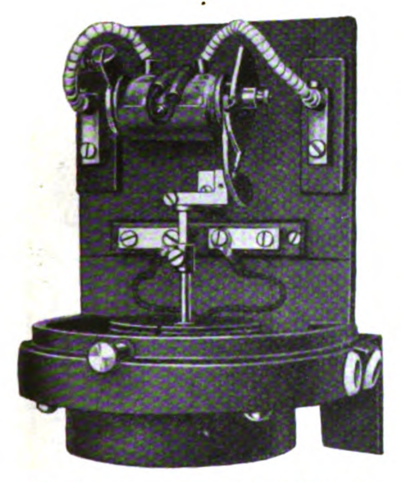


Abb. 10. Fernschalter mit elektrischem Antrieb.

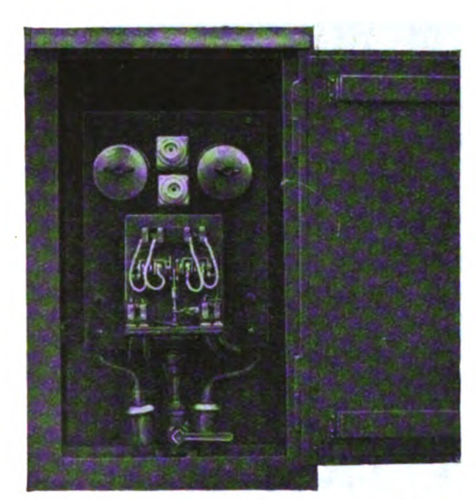


Abb. 12. Gasdruckwellen-Fernschalter in eisernem Wandschrank eingebaut.

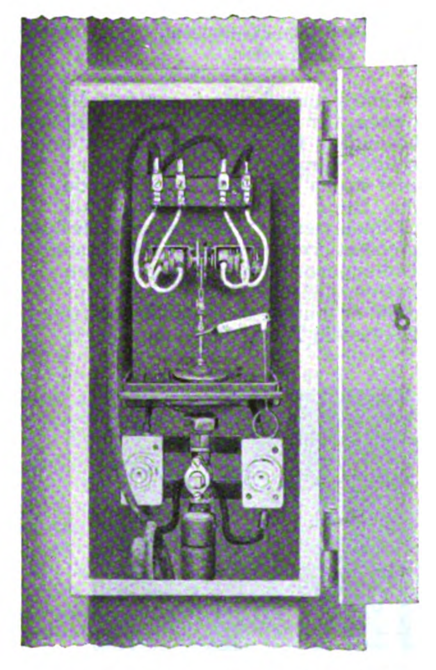


Abb. 13. Gasdruckwellen-Fernschalter in Schleuderbetonmast eingebaut.

Einen Schalter für Spannungen bis 650 V zeigt Abb. 6. Er ermöglicht direkten Anschluß einer oder mehrerer Lampengruppen in Serien von je 6 Lampen zu je 110 V an Straßenbahnnetze, womit eine Verteuerung, die die Unterteilung der Leitungen für solche Beleuchtungsanlagen bedeuten würde, vermieden bleibt.

Kästen, zum Teil in Schleuderbetonmasten, die gleichzeitig die Träger der Beleuchtungskörper sind, untergebracht (Abb. 12 und 13). Der Überdruck der Gasdruckwelle im Rohrnetz beträgt 30 mm WS, was zu einem sicheren Schalten vollkommen ausreicht. Nennenswerte Störungen traten in den genannten Anlagen bis heute



nicht auf, auch konnten sonstige Mängel oder irgendwelcher Verschleiß nicht festgestellt werden. Bemerkenswert ist, daß die eingebauten Schalter nicht der geringsten Wartung oder Unterhaltung bedürfen.

Im ganzen kann gesagt werden, daß diese neuen Gasdruckwellen-Fernschalter einen beachtenswerten Fortschritt auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik bedeuten und es angebracht erscheint, daß sich ersteren die Aufmerksamkeit aller derjenigen städtischen Behörden und Werke zuwendet, die es anstreben, ihre öffentlichen Beleuchtungsanlagen zeitgemäß, betriebsicher und wirtschaftlich zu gestalten.

Das Leclanché-Element.

Von Prof. Dr. **K. Arndt**, Charlottenburg.

Übersicht. Die Entwicklung des Leclanché-Elementes von seiner ursprünglichen Form bis zur Anodenbatterie wird kurz geschildert. Die Vorgänge bei der Entladung und die Bedingungen für die gute Leistung werden auf Grund der eignen Forschungen des Verfassers dargelegt.

Vor 60 Jahren, im Frühjahr 1868, veröffentlichte George Leclanché in der Zeitschrift „Les Mondes" die erste Beschreibung seines Braunstein-Elementes, welches noch heute in großen Mengen für das Fernmeldewesen, für Kleinbeleuchtung und seit einigen Jahren ganz besonders für Anodenbatterien fabriziert wird. Nachdem schon vor ihm Wheatstone und de la Rive die Superoxyde des Bleis und des Mangans als „Depolarisator" im Zink-Kohleelement versucht, aber nur das Bleisuperoxyd geeignet gefunden hatten, glückte es Leclanché, indem er aus einem guten Naturbraunstein Platten sägte und sie zusammen mit Zink in Chlorammoniumlösung hing, ein Element von hoher elektromotorischer Kraft und guter Leistung herzustellen. Bald gab er seinem Element eine praktischere Form, indem er in einer porösen Tonzelle eine Graphitplatte mit einem Gemisch von zerkleinertem Braunstein und Retortenkohle umgab und die Zelle in ein Glasgefäß setzte, das er bis zur halben Höhe mit einer gesättigten Chlorammoniumlösung füllte; die andere Elektrode war ein gut verquickter Zinkstab (Abb. 1). Diese Elemente, welche sich bei den Eisenbahngesellschaften und der Post rasch einführten, wurden in drei Größen hergestellt. Das größte Element besaß einen inneren Widerstand, welcher dem von 450 m Eisendraht von 4 mm Dicke gleich war, und lieferte während eines Jahres eine Strommenge, welche 100 bis 125 g Kupfer abscheiden konnte; die Anfangsspannung war 1,38mal so groß wie die eines Daniellelementes. In unsere heutigen Maße übertragen bedeuten diese Angaben: 4,5 Ω, rd. 100 Ah und 1,5 V. Um das Element zu verschicken, vergoß Leclanché die Zelle oben mit Wachs, ließ aber darin ein Loch, aus welchem die Luft entweichen konnte, wenn man die Tonzelle in die Salmiaklösung einsetzte.



Abb. 1. Leclanché-Element, erste Form.



Abb. 2. Leclanché-Element, zweite Form.

Die endgültige Gestalt gab Leclanché einige Jahre später seinem Element, indem er eine innige Mischung von 40 % Braunstein, 55 % Retortenkohle und 5 % Harz in einer Stahlform unter 300 at Druck (mit Hilfe einer hydraulischen Presse) um einen Kohlestift preßte. Der Zinkstab wurde unter Zwischenschaltung einer Holzleiste an den Preßling gebunden (Abb. 2). In das Glasgefäß kamen je nach der Größe 100 bis 200 g Chlorammonium und dann wurde Wasser bis zur halben Höhe eingefüllt.

Diese Gestalt der Kohle-Braunsteinelektrode wird noch heute verwendet. Die Retortenkohle hat man durch Graphit ersetzt und dadurch die Leitfähigkeit, sowie die Leistung verbessert. Dem Zink gibt man meist die Form eines Bechers, der gleichzeitig als Behälter dient. Indem Gaßner die Salmiaklösung durch passende Zusätze zu einer Gallerte verdickte und das ganze Element mit einer Vergußmasse verschloß, machte er das Leclanché-Element außerordentlich handlich. Viele Millionen dieser „Trockenelemente" werden jährlich von zahlreichen Fabriken in Deutschland, Frankreich, England, Dänemark, den V. S. Amerika usw. erzeugt. Berlin ist ein Hauptort dieser Fabrikation. Abb. 3 zeigt nebenein-



Abb. 3. Becher und Puppe eines großen und eines kleinen Trockenelements.

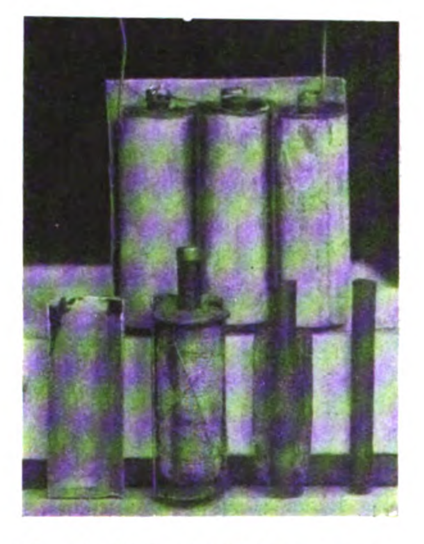


Abb. 4. Dreiteilige Taschenlampenbatterie.

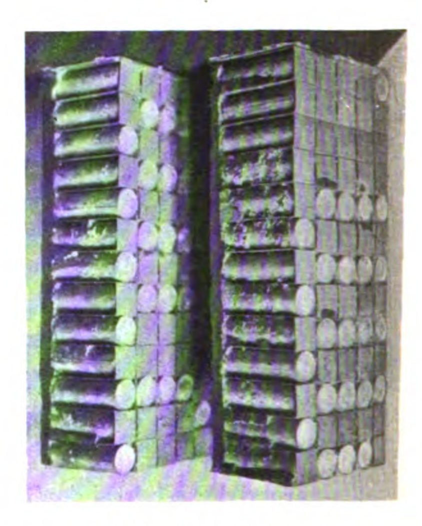


Abb. 5. Anodenbatterien.



ander die Zinkzylinder und die „Puppen" eines großen Postelementes und eines Zwergelementes für Taschenlampen- und Anodenbatterien; der Zylinder des einen ist 175 mm, der des andern 55 mm hoch. Die „Puppen" sind mit Gazestoff umwickelt und mit Fäden umschnürt; auf den Kohlestift wird eine Messingkappe gezwängt, welche bei den großen Elementen eine Klemmschraube, bei den kleinen einen angelöteten Draht oder Blechstreifen trägt. Abb. 4 zeigt eine dreiteilige Taschenlampenbatterie und darunter ihre Bestandteile, Abb. 5 zwei auf die hohe Kante gestellte Anodenbatterien von 65 in 5 Reihen angeordneten Elementen, allemal ohne die Papphülle.

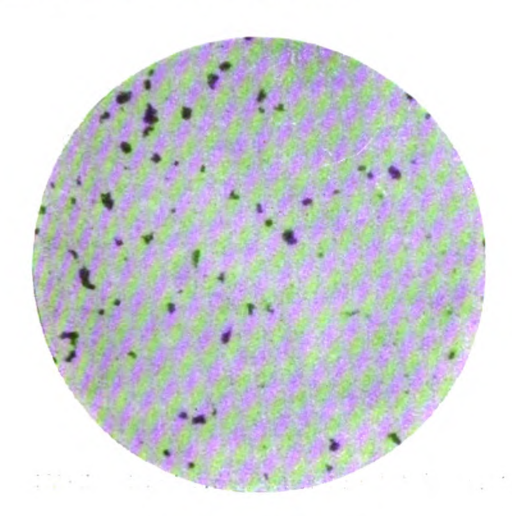


Abb. 6. Kunstbraunstein.

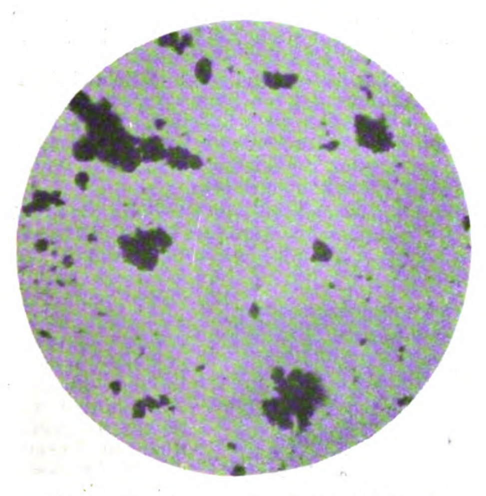


Abb. 7. Naturbraunstein aus dem Kaukasus.

Bei dem Alter und Umfang dieser Fabrikation sollte man eigentlich annehmen, daß sie in technischer und wissenschaftlicher Beziehung vollkommen durchgearbeitet sei. Dies ist aber leider nicht der Fall und deshalb ist der Ausschuß innerhalb der Fabriken und die Zahl der minderwertigen Fabrikate, welche auf den Markt kommen, nicht gering. Ich habe mich seit etwa 13 Jahren bemüht, an meinem bescheidenen Teile diesem Mangel abzuhelfen. Ich will im folgenden auf Grund meiner eignen Forschungen die Vorgänge im Braunsteinelement und die Bedingungen erörtern, von denen die Güte des Elementes abhängt.

Je besser die Rohstoffe sind und je sorgfältiger gearbeitet wird, um so besser sind natürlich die fertigen Batterien. Man könnte jedoch von diesem Gesichtspunkt aus annehmen, daß „chemisch reine" Rohstoffe zu erstreben wären, soweit es der Kostenpunkt zuläßt. Aber neben den chemischen sind die physikalischen Eigenschaften, nämlich das Gefüge des Zinkbleches, die Korngröße des Braunsteins und die Gestalt der Graphitteilchen sehr wichtig.

Damit auch im Innern der Puppe das Graphitbraunsteingemisch genügend am stromliefernden chemischen Vorgange teilnimmt, muß die Puppe richtig porös sein. Wenn man z. B. sehr fein gepulverten Braunstein mit sehr feinen Graphitteilchen unter sehr hohem Druck zusammenpreßt, so ist die Masse viel zu dicht; bei der Entladung fällt die Spannung des Elementes allzu rasch und wenn die untere Grenze von 0,6 V erreicht ist, so ist namentlich im Innern der Puppe der größte Teil des Braunsteins noch unverbraucht. Eine gute Puppe soll einen Porenraum von rd. 40 % ihres Gesamtraumes besitzen. Weil die bei der Umsetzung abgeschiedenen Zinkverbindungen die Poren stopfen, so ist nach der Entladung der Porenraum nur etwa halb so groß. Bei zu locker gepreßten Puppen ist der Porenraum größer als 45 %; aber die Leistung ist schlecht, weil die Teilchen einander und den Kohlestift nicht genügend berühren und dann bei der Stromlieferung mangelhaft mitarbeiten. Bedeutsam ist hierbei die Gestalt der Graphitteilchen. Guter Naturgraphit hat ein blättriges Gefüge; diese winzigen Blättchen geben einen sperrigen Bau der Puppe, welcher ihrer Leistung günstig ist. Mit dem reinsten mir zur Verfügung stehenden Kunstgraphit (der nach dem Verfahren von Acheson im elektrischen Ofen hergestellt wird) habe ich nicht so gute Werte bekommen, weil die Kristallblättchen beim Elektrographit schlecht entwickelt sind.

Was den Braunstein anlangt, so verwendet man heute meist 2 Gewichtsteile natürlichen und 1 Gewichtsteil Kunstbraunstein im innigen Gemisch mit 1 Teil Graphit. Der Kunstbraunstein ist sehr fein zerteilt und beansprucht einen 2- bis 3mal größeren Raum als der derbere Naturbraunstein. Abb. 6 zeigt als Beispiel einen Kunstbraunstein, Abb. 7 einen Naturbraunstein bei 70facher Vergrößerung. Der Kunstbraunstein gibt eine höhere Anfangsspannung des Elementes (bis 1,9 V gegen etwa 1,5 V bei Naturbraunstein) und wird bei der Entladung vollständiger ausgenutzt als der Naturbraunstein, aber beeinträchtigt wegen seiner höheren Oxydationskraft die Lagerfähigkeit der Elemente.

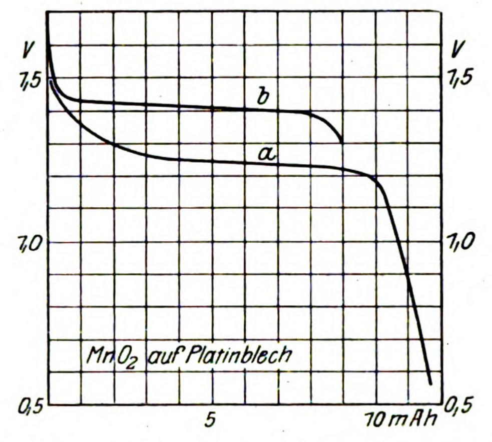


Abb. 8. Entladung eines Zink-Braunsteinelements mit konstanter Stromstärke.

Hinsichtlich der Ausnutzbarkeit des Braunsteins muß von der Wissenschaft die Frage beantwortet werden, wieviel Sauerstoff das Mangandioxyd MnO_2 bei der Entladung abgeben kann. F. Foerster[1] nimmt an, daß es zu MnO reduziert wird. Ich habe aber vor nicht langer Zeit[2] bewiesen, daß in Wirklichkeit die Reduktion bei der nutzbaren Entladung nur bis Mn_2O_3 geht. Als Beweis dienten mir Stromspannungskurven. Als wir nämlich ein Platinblech, welches mit einer dünnen Schicht Mangandioxyd überzogen war, in Chlorammoniumlösung zwischen zwei Zinkbleche hingen und das so gebildete Zink-Braunsteinelement mit konstanter Stromstärke entluden und in bestimmten Zeiträumen die Klemmspannung maßen, erhielten wir das Schaubild Abb. 8; die dazu gehörende chemische Analyse ergab, daß die lange fast wagerecht laufende Kurve steil abstürzt, sobald das MnO_2 zu Mn_2O_3 reduziert ist. Es sind danach für 1 Ah rd. 3 g Mangandioxyd erforderlich[3].

Eine 12 g wiegende Puppe, welche 9 g Braunstein mit 90 % Mangandioxyd enthält, reicht also für 2,7 Ah. Analysiert man nun in einem entladenen Element das noch vorhandene Mangandioxyd, so findet man gewöhnlich, daß

[1] Elektrochemie wäßriger Lösungen, 4. Aufl., S. 239.
[2] Z. angew. Chemie Bd. 39, 1926, S. 1426.
[3] Nach dem Faradayschen Grundgesetz der Elektrolyse wird 1 Grammäquivalent bei Durchgang von 26,8 Ah umgesetzt. 1 Grammäquivalent = 8 g Sauerstoff wird nach dem Obigen von 1 Grammolekül = 87 g Mangandioxyd abgegeben.



weit weniger Sauerstoff verschwunden ist, als sich aus der gelieferten Strommenge berechnet. Dieser Widerspruch erklärt sich dadurch, daß auch der Luftsauerstoff als Depolarisator mitarbeitet, und zwar um so mehr, je besser er zum Kohlepol herzuwandern kann. Wenn man auf hohe Anfangsspannung verzichtet und das Element nur mäßig belastet, so kann man ganz ohne Braunstein auskommen. Solche Zink-Kohleelemente werden seit vielen Jahren als nasse Elemente für Klingeln u. dgl. verwendet und neuerdings auch als Trockenelemente von der Gesellschaft Carbone hergestellt. Abb. 9 gibt die Entladungskurven für

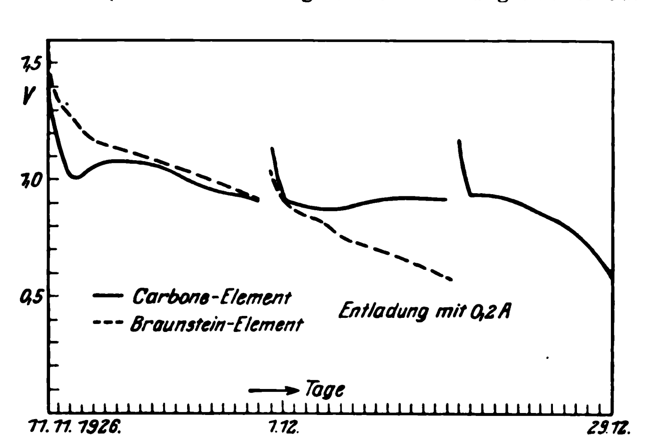


Abb. 9. Entladungskurven von Carbone-Elementen ohne und mit Braunstein.

zwei große Carbone-Elemente und ein gleich großes Braunsteinelement, das ich zum Vergleich mit entlud (0,2 A ohne Unterbrechung mit Ausnahme von 2 Tagen). Die Kurve fällt bald auf etwa 1 V und bleibt dann wochenlang über 0,9 V, um schließlich, wenn fast alles Zink verzehrt ist, rasch abzufallen. Jene Carbone-Elemente haben oben im Verguß 2 Löcher, durch die der Luftsauerstoff eintreten kann. Schon Leclanché hat diesen günstigen Einfluß der Luftzufuhr gekannt. Das von ihm im Verguß aus einem anderen Grunde gelassene Loch wurde deshalb bei späteren Konstruktionen beibehalten, angeblich um Gase entweichen zu lassen, welche sich bei der Entladung entwickelten, in Wahrheit aber viel mehr um des nützlichen Luftsauerstoffes willen. Leclanché wies auch schon darauf hin, daß sein Element um so besser arbeite, je trockener das Depolarisationsgemisch sei. Von diesem Gesichtspunkte aus ist es falsch, sich die Puppe mit dem Elektrolyten vollsaugen zu lassen. Bei dem erwähnten Carbone-Element ist durch passende Wahl des Verdickungsmittels und Vorbehandlung der Puppe das Eindringen von Flüssigkeit möglichst verhindert. Es handelt sich nämlich um recht beträchtliche Sauerstoffmengen, die möglichst ungehindert zum Kohlepol herandiffundieren müssen, bei 0,2 A in 24 h rd. 1 l Sauerstoff. Verschließt man das Element gasdicht, so läßt seine Leistung, auch wenn es reichlich Braunstein enthält, bald nach. Durch besondere Anordnung konnte ich sogar nachweisen, daß ein Braunsteinelement, dessen Kohle und Graphit auch von adsorbiertem Luftsauerstoff völlig befreit sind, überhaupt keine elektrische Arbeit mehr leistet. Diese Entdeckung läßt die Depolarisationswirkung des Braunsteins in einem neuen Lichte erscheinen: das Mangandioxyd wirkt nur mittelbar bei dem elektrochemischen Vorgange, indem es durch seinen leicht abgespaltenen Sauerstoff den am Kohlepol arbeitenden Vorrat von adsorbiertem Sauerstoff mehr oder minder gut ergänzt.

Der am Kohlepol so nützlich arbeitende Luftsauerstoff schadet aber sehr, sobald er an das Zink im Elemente gelangt; dann wird das Zink, auch wenn kein Strom entnommen wird, stark angegriffen. Sowie dabei der Zinkzylinder ein Loch bekommt, ist das Ende des Elementes nahe und damit auch meist das Schicksal einer ganzen Batterie besiegelt. Wenn der aus dem Loche quellende Elektrolyt zwischen benachbarten Bechern eine Brücke bildet, kann ein Kurzschlußstrom von erheblicher Stärke auftreten, welcher die Zerstörung sehr beschleunigt. In Abb. 5 sieht man, wie Gruppen von Bechern zerfressen sind.

Bei der Zerstörung spielt die Eigenart des verwendeten Zinkbleches eine bedeutende Rolle. Es ist nicht so wichtig, daß das Zink möglichst wenig angegriffen wird, als daß es auf seiner arbeitenden Fläche möglichst gleichmäßig angegriffen wird. Unter den vielen Sorten Zinkblech, welche ich untersuchte, waren manche, welche an einzelnen Stellen sehr stark angefressen und hier nach kürzerer Zeit durchlöchert wurden. Ein erheblicher Gehalt des Zinks an Eisen und Kupfer gilt mit Recht als schädlich. Aber bei besonders reinem Zink beobachtete ich auffallend starken örtlichen Angriff. Abb. 10 zeigt in 30facher Vergrößerung, wie bei einem fast chemisch reinen Zink, das in verdünnte Salzsäure getaucht war, die Oberfläche an einigen Stellen förmlich aufgerissen ist. Ich nehme an, daß an diesen Stellen gröbere

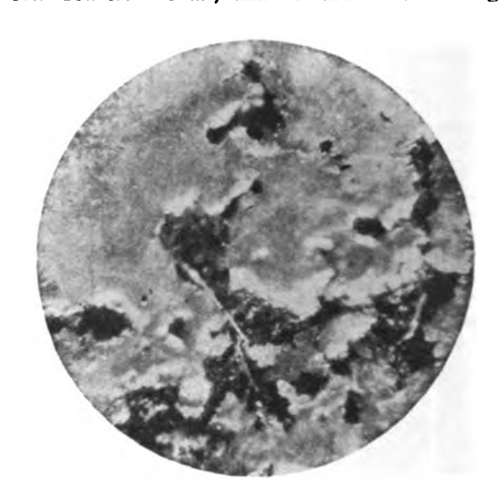


Abb. 10. Örtlich stark zerfressenes, sehr reines Zinkblech.

Kristallite beim Walzen zertrümmert sind. Solche mechanisch übermäßig beanspruchten Stellen werden rascher angegriffen. Ich möchte sagen: das mißhandelte Metall rächt sich. Das gewöhnliche, etwa 1 % Blei enthaltende Zink, welches sich leichter auswalzen läßt, widersteht besser dem Elektrolyten und geht gleichmäßiger in Lösung, vorausgesetzt, daß es beim Walzen richtig behandelt ist. Es wäre sehr zu wünschen, daß die Zinkwalzwerke diesen Umständen, welche für die Lebensdauer der Batterien von großer Bedeutung sind, mehr Aufmerksamkeit als bisher schenken möchten.

Der Elektrolyt schließlich ist beim Braunstein-Element in der Hauptsache eine fast gesättigte Lösung von Chlorammonium („Salmiak"), welche durch Mehl verkleistert ist. Um das Zink zu verquicken, gibt man in der Regel etwas Quecksilbersalz ein. Der Zweck des üblichen Zusatzes von Zinkchlorid war bisher ziemlich unklar. Nach unseren Versuchen beschleunigt er das Erstarren des Elektrolyten beim Verkochen wesentlich. Z. B. erstarrte der mit 20 % Weizenmehl versetzte Elektrolyt in einem auf 70° erwärmten Wasserbade, wenn er 10 % Zinkchlorid enthielt, nach 35 s, aber ohne diesen Zusatz erst nach 3 min. Das rasche Gerinnen ist wichtig, weil sich sonst leicht Klümpchen bilden oder die Gallerte nicht gleichmäßig am Becher und an der Puppe anliegt, so daß nachher bei der Entladung einzelne Stellen gar nicht, andere um so stärker angegriffen werden.



Abb. 11. Puppe aus Chlorammonium- und Chlormagnesium-Element.

Aus der Gleichung für den chemischen Vorgang beim Entladen:

$$Zn + 2\,NH_4\,Cl + 2\,MnO_2 = Zn\,(NH_3)_2\,Cl_2 + H_2O + Mn_2O_3$$

folgt, daß zur Lieferung von 1 Ah rd. 4 g Chlorammonium notwendig sind. Nun enthalten die kleinen 55 mm hohen Elemente etwa 7 g Elektrolyt mit kaum 2 g Chlorammonium; sie können aber doch unter günstigen Um-

ständen 2 Ah und mehr liefern. Durch eingehende Analysen erhielten wir die Aufklärung. Neben jener Umsetzung läuft eine andere nach der Gleichung:

$$Zn + 2\,H_2O + 2\,MnO_2 = Zn\,(OH)_2 + Mn_2O_3\,.$$

Dieser zweite Vorgang, die Bildung von Zinkhydroxyd ohne Ammoniakverbrauch, tritt im Verlauf der Entladung immer mehr hervor und kann, weil immer neues Zink in Lösung geht, recht lange dauern. Während bei der Bildung der Kristalle von $Zn(NH_3)_2Cl_2$ Wasser frei wird, bindet die Bildung des schlammigen Zinkhydroxyds Wasser. Beide Abscheidungen, besonders die zweite, stopfen die Poren und erhöhen den inneren Widerstand des Elementes, drücken die nutzbare Spannung herab.

Neuerdings werden Braunsteinelemente ohne Chlorammonium hergestellt, welche als Elektrolyten Chlormagnesium mit einem Zusatz von Manganchlorür enthalten; ihnen wird besonders große Lebensdauer und Erholungsfähigkeit nachgerühmt. Die erwähnten Kristalle werden in den Chlormagnesiumelementen nicht abgeschieden. Abb. 11 zeigt zwei Puppen aus Batterien, die 1 Jahr gelagert hatten; die rechte stammt aus einem Chlormagnesiumelement, die linke aus einem Chlorammoniumelement. Ich habe mich davon überzeugt, daß jene Batterien bei sorgfältiger Herstellung Vorzügliches leisten. Indessen kann man unter den gleichen Bedingungen mit einer erstklassigen Batterie alter Art ebenfalls ausgezeichnete Leistungen und genügend lange Lagerfähigkeit erzielen. Eine wesentliche Rolle spielt auch hier, wie ich noch einmal betonen will, das verwendete Zinkblech.

Ganz läßt sich der Angriff des Zinks durch den Elektrolyten niemals vermeiden, weil die chemische Umsetzung im Zinkbraunsteinelement sich auch ohne Stromentnahme allmählich vollzieht, es sei denn, daß man sogenannte Lager- oder Füllelemente herstellt, bei denen der Raum zwischen Zink und Puppe bis zur Stunde des Gebrauches trocken bleibt. Bei den einfachsten Elementen dieser Art füllt man nach Lüften eines Stopfens Wasser ein. Bei anderen wird durch Zerbrechen eines Gläschens, Niederdrücken eines Stempels u. dgl. der im Element verwahrte Elektrolyt in den Ringraum getrieben.

Was kostet der aus Wind erzeugte Strom?

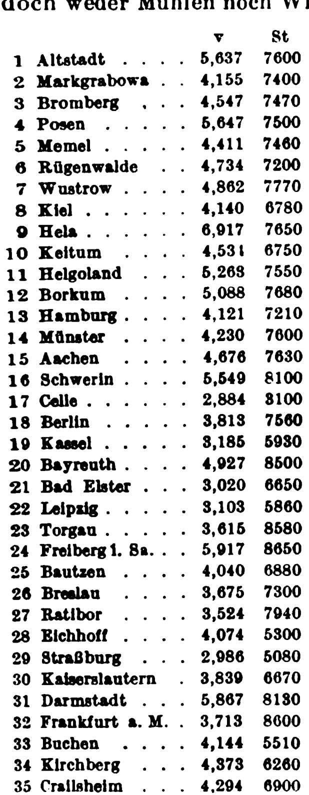
Von K. Bilau, Berlin.

Übersicht. In der ETZ 1925, S. 1405, habe ich über den technischen Wirkungsgrad neuerer Windkraftmaschinen berichtet und Vermutungen über ihren ökonomischen Wirkungsgrad aufgestellt. Jetzt liegt ein Bericht des Oxford Institute of Agricultural Engineering vor, nach dem die aus Wind erzeugte und in Elektrizität umgewandelte Pferdekraftstunde für weite Gebiete Deutschlands sich auf etwa 5 Pf stellen würde.

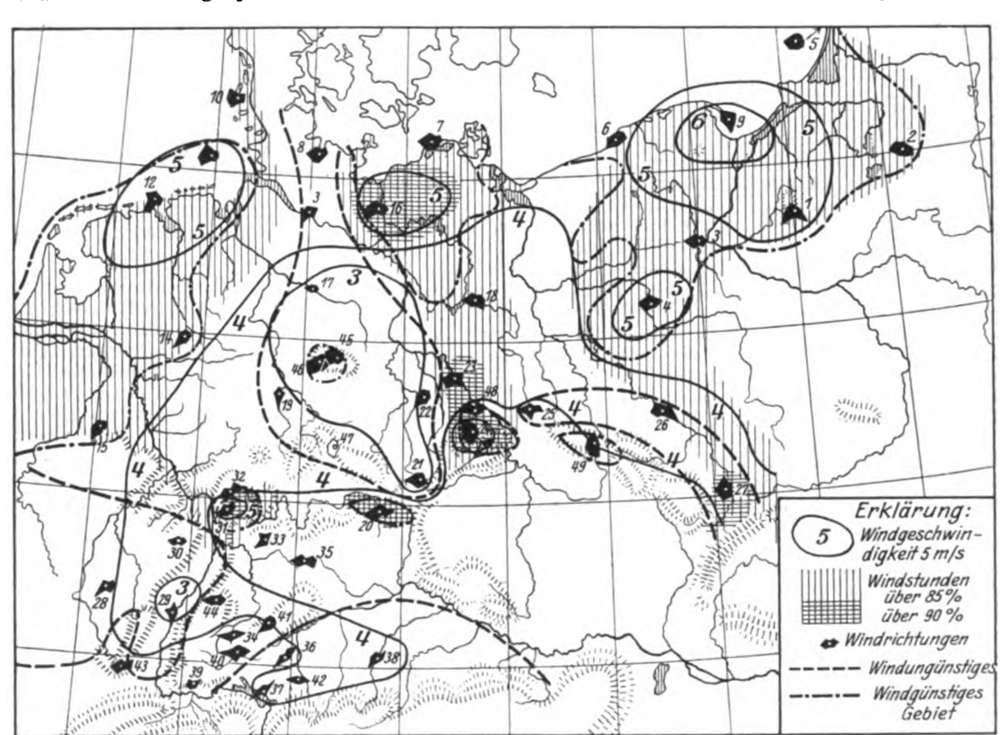
Zum Antrieb kleiner Pumpen waren Windturbinen bisher beliebt, zum Antrieb schnellaufender Dynamos sind jedoch weder Mühlen noch Windturbinen als ausgesprochene Langsamläufer so recht geeignet. Ein unwirtschaftlich großes Getriebe wäre für die Umsetzung der Drehzahlen nötig. Windmühlen laufen außerdem viel zu schwer an, so daß ein großer Teil der schwachen Winde, die gerade vorzugsweise überall wehen, nicht ausgenutzt wird. Windturbinen laufen zwar etwas leichter an, sind aber durch bauliche Rücksichten, besonders wegen ihrer mangelhaften Sturmsicherheit, in ihrer Größe beschränkt. Die von kleinen Windturbinen erzeugten Strommengen könnten kaum den Lichtbedarf eines mittleren Anwesens decken, geschweige denn Triebkraft liefern. Auch die Stromregelung durch La Cour- und Liebe-Automaten hatte noch fühlbare Mängel. In keinem Falle aber ließen sich die Kosten des anfallenden Stromes genau ermitteln.

Beim englischen Landwirtschaftsministerium hat man besonders den letzteren Mangel schon vor einigen Jahren klar erkannt. Ein vom Oxford Institute of Agricultural Engineering veröffentlichter Bericht sagt darüber wörtlich folgendes:

„Die Benutzer anderer Kraftquellen haben zuverlässige Angaben zur Verfügung, auf Grund derer sie einen Kostenanschlag für Elektrizitätserzeugung aufstellen kön-



		v	St
1	Altstadt	5,637	7600
2	Markgrabowa	4,155	7400
3	Bromberg	4,547	7470
4	Posen	5,647	7500
5	Memel	4,411	7460
6	Rügenwalde	4,734	7200
7	Wustrow	4,862	7770
8	Kiel	4,140	6780
9	Hela	6,917	7650
10	Keitum	4,531	6750
11	Helgoland	5,268	7550
12	Borkum	5,088	7680
13	Hamburg	4,121	7210
14	Münster	4,230	7600
15	Aachen	4,676	7630
16	Schwerin	5,549	8100
17	Celle	2,884	8100
18	Berlin	3,813	7560
19	Kassel	3,185	5930
20	Bayreuth	4,927	8500
21	Bad Elster	3,020	6650
22	Leipzig	3,103	5860
23	Torgau	3,615	8580
24	Freiberg i. Sa.	5,917	8650
25	Bautzen	4,040	6880
26	Breslau	3,675	7300
27	Ratibor	3,524	7940
28	Eichhoff	4,074	5300
29	Straßburg	2,986	5080
30	Kaiserslautern	3,839	6670
31	Darmstadt	5,867	8130
32	Frankfurt a. M.	3,713	8600
33	Buchen	4,144	5510
34	Kirchberg	4,373	6260
35	Crailsheim	4,294	6900
36	Biberach	4,027	5590
37	Friedrichshafen	3,914	6480
38	München	3,176	5910



v = mittlere Windgeschwindigkeit in m/s St = Windstunden (über 2 m/s) jährlich
Die Stationen 39 bis 49 sind Höhenstationen von geringerem Interesse

Abb. 1. Windkarte[1].

[1] Nach Bilau, Die Windkraft, Verlag Parey, Berlin 1926.



nen. Die Benutzer von Windkraftmaschinen schweben in dieser Hinsicht im Dunklen.

Trotz aller Bemühungen der Hersteller, zuverlässige Daten zu geben, werden Windkraftanlagen im allgemeinen aufs Geratewohl gebaut. Es besteht kein Zweifel, daß diese Dürftigkeit an zuverlässigen Angaben der Hauptgrund ist, daß viele vorsichtige Verbraucher diese Form der Krafterzeugung zurückweisen."

Diese Feststellung gilt auch durchaus für uns. Obgleich England gar nicht einmal windgünstig liegt, so hielt das englische Landwirtschaftsministerium die Klärung der Frage doch für so wichtig, daß mit großen Mitteln ein Prüffeld für elektrizitätserzeugende Windkraftmaschinen bei dem oben genannten Institut geschaffen wurde, dessen Ziele folgende sein sollten:

„1. Untersuchung von Anlagen mit der Absicht, die Hersteller durch Berichte und Daten über die Leistungen, die allgemeine Ausführung und den Bau zu unterstützen und um Ausblicke auf Verbesserungen zu ermöglichen.

2. Sammlung ökonomischer Daten zum Nutzen der Allgemeinheit.

3. Sammlung meteorologischer Daten, insbesondere über Windhäufigkeiten und Auftreten von Windstillen."

Es ist zunächst einmal die Frage zu klären, welche Gegenden so windgünstig liegen, daß ein Windbetrieb gleichmäßig genug arbeiten kann. Das Intermittieren der Windkraft ist ein schwerer Nachteil, der Windkraftmaschinen für viele Zwecke von vornherein unbrauchbar erscheinen läßt. Nach dem Kriege bereits nahm ich die jetzt in Punkt 3 genannten Untersuchungen an der Hand des windstatistischen Materials des In- und Auslandes vor. Die Meteorologie hatte bis dahin nur ein Interesse daran, die prozentuale Windhäufigkeit in einzelnen Stufen und Windrichtungen festzustellen. Die Flautenperioden, ihre Dauer und Gruppierung konnten nur durch mühsames Nachrechnen aus den Statistiken herausgezogen werden. Die ersten annähernden Resultate für Deutschland sind in der Windkarte (Abb. 1) gegeben; nähere Erläuterungen dazu finden sich in „Bilau, Die Windkraft[1]".

Mit Anregungen und Untersuchungen zu 1 und 2 fand ich beim preußischen Kultusministerium zwar Gehör, leider aber fehlen in unserem unter die Dawesfron gezwungenen Vaterlande die großen hierfür nötigen Mittel. Die Feststellung der in der Ebene des Windrades zur Wirkung kommenden Windgeschwindigkeiten ist so kostspielig, und alle damit zusammenhängenden Fragen sind so ungeklärt, daß nur ein Stab von Wissenschaftlern, eine bedeutende Apparatur und viel Zeit eine Klärung ermöglichen würden. Der dänische Prof. La Cour ist auf diesem Gebiete Bahnbrecher gewesen. Mit Staatshilfe hat er bei vielen Windmühlen des In- und Auslandes die an die Flügelwelle angreifenden Getrieberäder ausgebaut — ein kostspieliges Unterfangen — und Bremsversuche an der Welle mit Windmessungen zu kombinieren versucht. Auch in Oxford wurden ähnliche Versuche unternommen, nur konnte hier auf Ausbau der Getriebe verzichtet werden, weil die Strommessungen an den angetriebenen Dynamos Rückschlüsse auf die Flügelleistungen zuließen. Während bei sechs Windrädern im Mittel eine maximale Ausnutzung der Windkraft von 23,3 % festgestellt wurde, passierte es bei Messung eines siebenten Modells, daß man scheinbar eine über 100 % liegende Windkraftausnutzung, ein perpetuum mobile also, fand. Das Institut überzeugte sich, daß es im Windstau gemessen hatte. Die Verfälschung der Resultate wird deswegen gleich so groß, weil die Leistungen mit v^3 zunehmen. Einigermaßen zuverlässige Messungen konnten nur an einer normalen Windturbine und an der von mir errichteten Repelleranlage (Abb. 2) gemacht werden. Die Windturbine ergab 17,7 %, der Repeller 92,5 % maximale Windkraftausnützung, eine Leistung, die sich mit den bisherigen theoretischen Erkenntnissen nicht recht vereinbaren, aber auf Grund der stundenlangen und immer wiederholten Messungen nicht bestreiten läßt. Die Theorie kann nur aus Windkanalversuchen an kleinen Modellen Schlüsse ziehen. Die geringe Modellgröße und die annähernd laminare Windkanalströmung scheint aber ganz andere Wirkungen auszulösen, als sie nachher bei originalgroßen Ausführungen im stark turbulenten natürlichen Winde zu finden sind. So war anzunehmen, daß Repeller mit geringem Flügelareal ein schlechtes Anlaufsmoment ergeben würden. Gleich die allerersten Erprobungen an 17 m Dmr. haltenden Ventimotoren (1921 in Ostpreußen) ergaben aber grade das Gegenteil. Jetzt stellt das Oxfordinstitut amtlich fest:

„Ein vierflügliges Rad (Repeller) stand deutlich erhaben über den anderen, grade bei niederen Windgeschwindigkeiten. Dieser Gewinn ist so groß, daß er die Kosten je Quadratfuß der Flügelkonstruktion viel höher zu halten gestattet wie bei der nächstbesten Anlage, so daß sich der bisher höchste Wirkungsgrad in der Beziehung Leistung/Kosten ergab."

Es wurde nämlich einwandfrei festgestellt, daß der Repeller schon bei 3 bis 4 Meilen je Stunde[2] von selbst anlief, während die Windturbinen wesentlich später zu arbeiten anfingen. Da die Beziehung Wind/Leistung nicht sicher genug festzustellen war, wurde in Oxford eine praktisch unanfechtbare Prüfungsmethode angewandt, und zwar wurde mit Selbstschreibern ein ganzes Jahr lang der von den neun verschiedenen Anlagen anfallende Strom (V, A und W) gemessen. Wie groß und kostspielig die dazu nötigen Meßeinrichtungen, Beobachtungspersonal usw. sind, lehrt ein Blick auf Abb. 3, die eine Apparatewand im Meßlaboratorium zeigt. Da die anderen Anlagen erst bei 8 Meilen, eine sogar erst bei 10 Meilen anliefen, wurden nur Messungen über 8 Meilen berücksichtigt. Das ergibt aber für die Repelleranlagen ein zu ungünstiges Bild, denn 30 % der ganzen Zeit wehen gerade die schwachen Winde.

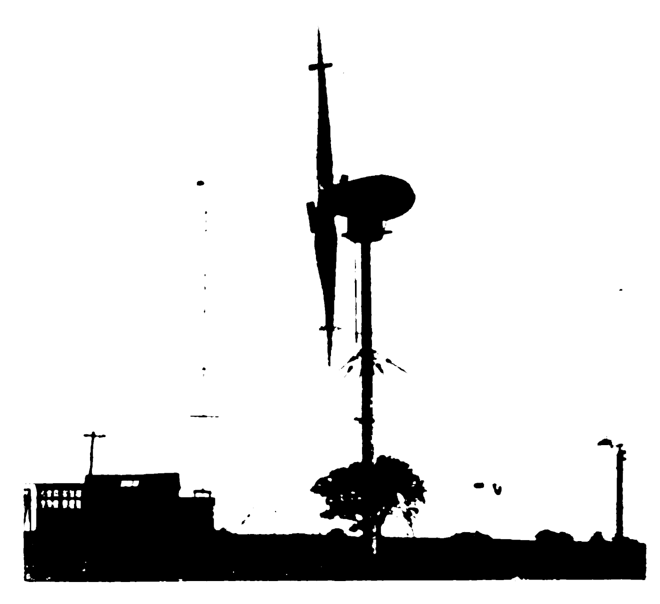


Abb. 2. Repelleranlage auf dem Prüffeld der Universität Oxford (Aufnahme des Oxford Institute of Agricultural Engineering).

Diese 30 % sind deswegen besonders wertvoll, weil es dadurch möglich wird, mit einer nur kleinen Reservekraft oder Akkumulierung auszukommen. Lichtstrom für einen ländlichen Betrieb gibt die Repelleranlage fast ständig ab, eine recht kleine Batterie sichert den Strombedarf für die zu erwartenden Flautenperioden. Alle anderen Windkraftanlagen müßten wesentlich größere Batterien haben, um stets Licht liefern zu können. Wird bei schwachem Wind unbedingt Kraft gebraucht, so ist es sicher billiger, diese von der Riemenscheibe eines Traktors oder einer Lokomobile als aus einer großen Akkumulatorenbatterie zu beziehen. Oxford besaß genügende Speicher- und Vernichtungsmöglichkeiten für jeden anfallenden Strom, so daß Batterien nicht mitzuliefern waren. In die Baukosten wurden letztere daher lediglich theoretisch eingerechnet. Da die Repelleranlage bereits bei 5 Meilen 0,4 kW und, mit dem Winde steigend, bis 10 kW abgab, wurde zur Speicherung des ganzen anfallenden Stromes ein Batteriepreis von 10 400 RM angenommen, während man bei den schwachen anderen Anlagen bis zu 510 RM herunterging. Der bereits eingangs erwähnte Fehler der Windturbinen, daß sie nur recht schwache Kräfte überhaupt aufbringen können, darf keineswegs als rechnerischer Vorteil ausgewertet werden, im Gegenteil kämen nach den bereits gemachten Feststellungen wegen des leichteren Anlaufs der Repeller höchstens geringere Batteriegrößen für letztere in Frage.

Die Größe der Batterie oder der Reservekraft kann doch nur von Fall zu Fall festgestellt werden, wobei es wesentlich darauf ankommt, welche Leistungsintermittenz der betr. Betrieb erträgt. Solche theoretischen Berechnungen haben nur fraglichen Wert, sie sind daher bei Berechnung der untersuchten Anlagen ganz fortgelassen. Dagegen ist die Zinsberechnung des in Oxford ermittelten

[2] 1,34 bis 1,8 m/s.



Anlagekapitals bei allen Anlagen gleichmäßig erfolgt. Die vorsichtig eingesetzten hohen Amortisationskosten, die Instandhaltungskosten usw. wurden gleichfalls durchweg nach denselben Grundsätzen berechnet, obgleich die Notwendigkeit hoher Übersetzungsverhältnisse und die Sturmunsicherheit gewöhnlicher Windmotoren eigentlich keinen Vergleich mit Repelleranlagen gestattet.

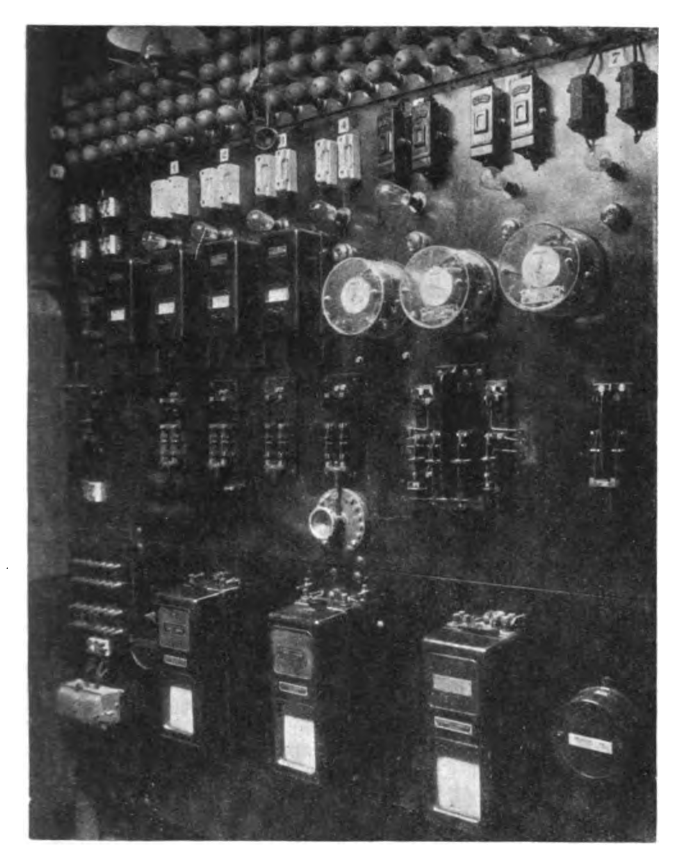


Abb. 3. Im Meßhause des Prüffeldes. Teil der Apparatenwand. (Aufnahme des Oxford Institute of Agricultural Engineering).

Ja selbst der Hauptvorteil der Repeller, ihr leichter, schon bei 3 Meilen Wind erfolgender Anlauf blieb außer Ansatz. Es wurde nur der bei Wind über 8 Meilen anfallende Strom registriert, da erst bei diesem Wind sämtliche Anlagen gleichzeitig liefen. Trotz dieser für die Repelleranlage recht ungünstigen Zählweise ergab sich doch eine Jahresleistung von 10195 kW und ein Strompreis von 13,6 Pf/kWh, wenn man einen Ausnützungsfaktor von 0,75 annahm. Der auf die gleiche Art errechnete Strompreis für Windmotoren gewöhnlicher Bauweise betrug dagegen 30,4 bis 75,2 Pf.

Wird die Jahresleistung aus dem Windmittel (v) und den nach Angaben der meteorologischen Stationen vorhandenen jährlichen Windstunden (St) errechnet, so ergibt sich, daß die Repelleranlage in Oxford 10150 kW jährlich hätte leisten müssen, wenn man dabei der theoretisch in Göttingen ermittelte Wirkungsgrad von 0,4 in die Berechnung eingesetzt wurde. Dieses Resultat stimmt gut mit dem durch praktische Messungen in Oxford ermittelten Wert überein.

Überläßt man es dem Rechner, einen Ausnützungsfaktor anzunehmen, wie er ihn für richtig hält, so ergibt sich die Berechnungsformel:

$$\text{Kilowattpreis in Pf} = 6\,650\,000 / v^3 \cdot \text{St}.$$

In Schwerin würde man nach der Zahlentafel zu Abb. 1 demnach bei $v = 5{,}549$ und $St = 8100$ einen Kilowattpreis von $6\,650\,000/171 \cdot 8100 = 4{,}8$ Pf finden oder, auf 1 PSh umgerechnet, 3,5 Pf.

In den Ostseeprovinzen findet man einen Preis von 5 Pf, für Freiberg in Sachsen sogar von fast nur 3 Pf/PSh. In anderen Gegenden werden allerdings 10 Pf und mehr erreicht.

Das völlig automatische Arbeiten der Repelleranlagen, ihre Wartungslosigkeit, geringste Instandhaltungskosten und die Reparaturmöglichkeiten im eigenen Betriebe machen diese neuartigen Windkraftmaschinen sicher zu einem wertvollen Helfer für die Landwirtschaft.

Die nunmehr geschaffene rechnerische Grundlage vermindert das Risiko für den Käufer ganz wesentlich. Ein zwar sehr kleines, aber immerhin vorhandenes Risiko könnte man höchstens darin erblicken, daß Ventimotoren erst seit einigen Jahren bestehen. Kinderkrankheiten sind durch jahrelange Bauversuche zwar schon nach Möglichkeit beseitigt, die jetzt so schwer daniederliegende Landwirtschaft kann aber auch nicht das kleinste Risiko tragen. Der Gedanke liegt nahe, daß da der Staat, ähnlich wie in England, helfend eingreifen müßte, um die wertvolle und so überaus billige ländliche elektrische Kleinkraft für die Landwirtschaft schnellstens nutzbar zu machen. Keinesfalls wären dafür solche Summen nötig, wie sie vom Reich für Schaffung von Betondruckröhren für Beregnungsanlagen geopfert wurden, die bisher bereits 0,4 bis 0,5 Mill. RM erforderten.

Wechselstrom-Bahnanlage mit Pufferbatterie.

Von E. Dähne, Berlin-Lichterfelde.

Übersicht. Es werden die langjährigen Erfahrungen der mit Einphasenstrom betriebenen Albtalbahn mit Batteriepuffer im Unterwerk Rüppur bei Karlsruhe geschildert.

Technische Angaben.

Das frühere Dampfkraftwerk der Albtalbahn bekam später Anschluß an das Badenwerk, zuerst als Aushilfe, dann als Anschlußanlage, weil die alten Kessel und Maschinen nicht mehr wirtschaftlich genug waren. Die Anlage erhält jetzt also nur noch hochgespannten Drehstrom vom Badenwerk, den es in Zweiphasen-Wechselstrom für die Bahn umformt. Der schwankende Kraftbedarf der Bahn ließ es bereits zu Zeiten der alten Dampfanlage angeraten erscheinen, eine elektrische Pufferanlage einzuschalten, die bei großem Strombedarf der Bahn einspringt und zur Zeit geringen Bedarfes Strom aufnimmt. Außerdem ist die Akkumulatorenbatterie in der Lage, bei Stromunterbrechungen der Fernleitung sofort einzugreifen, und sie gestattet, den Personenzugbetrieb etwa drei Stunden mit Strom allein zu versorgen. Der Drehstrom von 20000 V wird in einem Schalthaus auf 6000 V transformiert. Von hier aus wird er den im Maschinenhaus stehenden Synchron-Umformern — asynchron anlaufend — zugeführt. Jeder Umformer von 660 kVA besteht aus einem Drehstrommotor, der direkt gekuppelt die Bahnmaschine für den Einphasenstrom von 16⅔ Hz und 9000 V antreibt. Für den Betrieb genügt ein Umformer, jedoch ist ein zweiter gleicher Größe als Reserve vorhanden, ebenso auch ein zweiter Transformator und Ölschalter.

Von der alten Anlage herrührend sind ferner ein Umformer von etwa 170 kVA sowie eine kleinere Maschine zum Laden einzelner Zellen zur Verfügung, die besondere Transformatoren haben.

Als Puffer dient eine Batterie der Akkumulatorenfabrik A.-G. Berlin-Hagen (A. F. A.) von 285 Zellen JS 52. Die positiven Platten in dieser Batterie arbeiten seit 1919, die negativen seit 1913. Sowohl die Platten als auch die Zellen-Holzkasten und die Holzgestelle, auf denen sie stehen, sind trotz der langjährigen Beanspruchung in guter Verfassung.

Zwischen Batterie und Bahn-Sammelschienen ist eine Wechselstrom-Gleichstrom-Puffermaschine geschaltet. Als Regler befindet sich auf derselben Welle, auf der die Wechselstrom- und Gleichstrom-Maschine sitzen, noch ein D a n i e l s o n scher Umformer, der durch den Netzstrom über einen Reihentransformator hinweg beeinflußt wird und damit die Puffermaschine abwechselnd auf Entladung und Ladung der Batterie erregt, je nachdem die Belastung des Netzes dies erfordert. Dieser Umformer arbeitet seit 1922 ununterbrochen jeden Tag 21 h vollkommen anstands-

los. Ebenso alt sind die beiden großen Bahnumformer. Die Maschinen und die sonstige Einrichtung mit Ausnahme der Batterie sind von der AEG geliefert worden.

Abb. 1 gibt die Schaltung der Pufferanlage wieder. Die Schaltung sowie ähnliche für derartige Pufferwerke sind in ihren Einzelheiten in dem Puffer-Schaltungsbuch II Wechselstrom der A. F. A. beschrieben, ebenso auch die mit derartigen Schaltungen auf dem Prüffeld erzielten Ergebnisse.

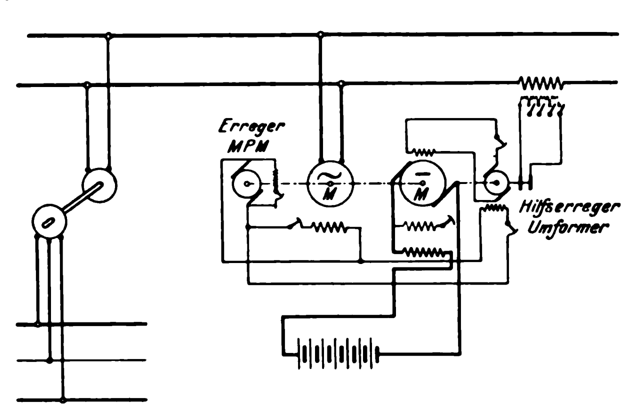


Abb. 1. Schaltung.

Betrieb.

Es werden werktäglich 74 Personen- und Güterzüge gefahren, erstere 30 ... 40 t, letztere einschließlich Maschinen etwa 270 t schwer. Sonntags ist die Belastung ungefähr die Hälfte der Werktagsbelastung.

Jeder Triebwagen hat zwei Motoren von je 65 PS Dauerleistung, und die Züge haben meist noch 1 ... 2 Anhänger, Güterzüge fahren mit zwei Triebwagen.

Der Stromverbrauch liegt werktäglich im Durchschnitt bei 400 kW zugeführter Drehstromleistung, wovon rd. 50 % am Fahrdraht wirksam werden.

Der ganze Betrieb wickelt sich sehr glatt und ohne alle Störungen ab. Hin und wieder vorkommende Fernstromstörungen werden von der Batterie ohne weiteres überbrückt.

Wirtschaftlichkeit.

Wechselstrom in Gleichstrom umformen, diesen in der Batterie aufspeichern und dann für den Gebrauch wieder von Gleichstrom in Wechselstrom umformen, ist anscheinend nicht wirtschaftlich. Trotzdem gibt es Verhältnisse, die dieses System vorteilhaft werden lassen. In dieser Anlage mit ihrem stoßweisen Mehrbedarf und weitgehenden Entlastung ist ein pufferndes Ausgleichsmittel fraglos am Platze. Hierzu eignet sich am besten eine Akkumulatorenbatterie, die auf Belastungschwankungen äußerst schnell anspricht, dann weiter die aufgespeicherte Kraft verlustlos lange Zeit behält. Eine Batterie hat keine praktisch beachtenswerten Leerlaufsverluste, wie sie bei allen anderen Betriebsmitteln sich z. T. ausschlaggebend zeigen, z. B. Dampfspeicher, Schwungmassen, Wasserspeicher. Ihr Eingreifen mit großer Kraft ebenso wie die plötzliche Aufnahme überflüssiger Energie ist bekannt, außerdem der hohe Nutzeffekt, mit dem dies gerade beim Puffern geschieht. Der Pufferwirkungsgrad ist ausgezeichnet und liegt zwischen 98 und 85 % in Wh. Der reine Batterieverlust, d. h. der Unterschied zwischen hineingeladener und herausgenommener Energie, ist selbst über einen langen Zeitraum hin sehr klein, und er beträgt z. B. vorliegend im Jahresdurchschnitt noch keine 1½ % des zugeführten Drehstromes in kWh bei einem Kraftausgleich von 100 bis 150 % der Durchschnittsleistung. Größer ist der Umformungsverlust in der Maschine, weil die gesamte Energie, die durch die Batterie geht, zweimal umgeformt werden muß. Hierbei ist der Leerlaufverbrauch des Pufferumformers stark überwiegend. Derselbe Verlust würde auch ohne Pufferumformer eintreten, nämlich durch den größeren Leerlaufverbrauch des dann an seine Stelle tretenden größeren Drehstrom-Wechselstrom-Umformers.

Die Aufstellung und der Betrieb dieser Anlage zeigen denn auch, daß die Frage, ob der Batterieausgleich vorteil-

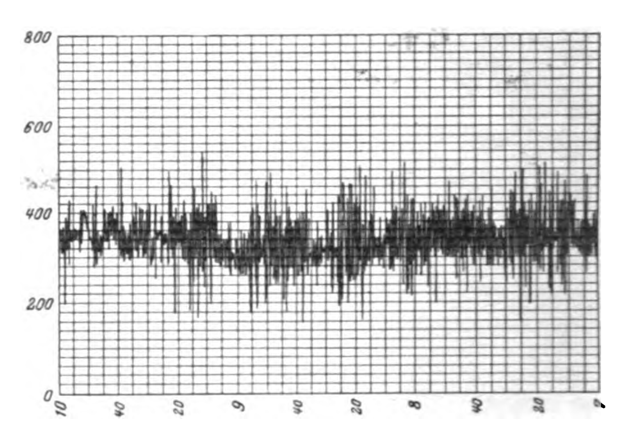


Abb. 3. Leistungsschwankungen im Primärnetz in kW bei guter Puffereinstellung. Durch Einbau eines Thoma-Reglers ist sie neuerdings noch verbessert worden.

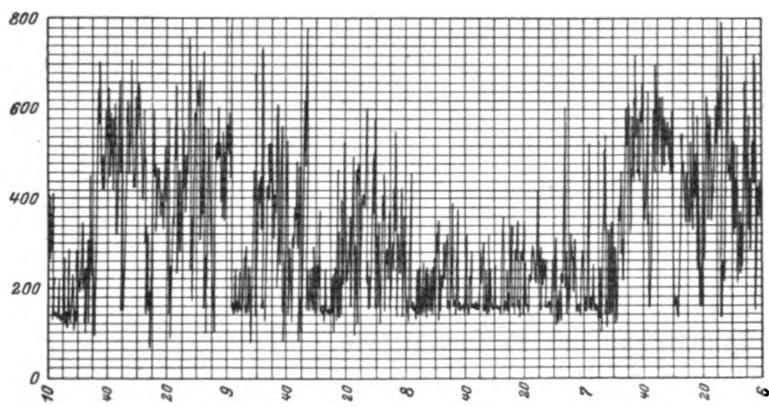


Abb. 2. Leistungsschwankungen im Primärnetz in kW bei schlecht eingestellter Pufferung.

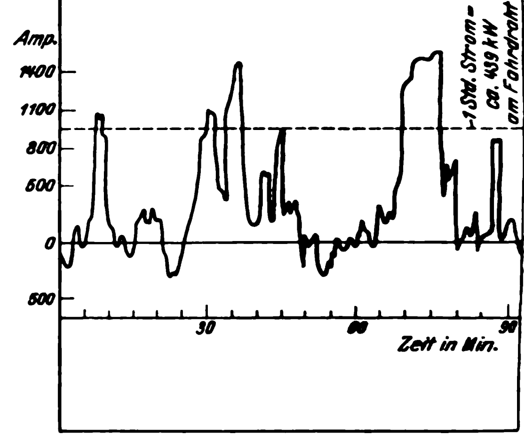
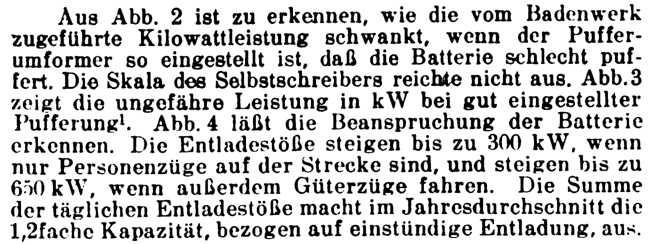


Abb. 4. Pufferbeanspruchung der Batterie.



Aus Abb. 2 ist zu erkennen, wie die vom Badenwerk zugeführte Kilowattleistung schwankt, wenn der Pufferumformer so eingestellt ist, daß die Batterie schlecht puffert. Die Skala des Selbstschreibers reichte nicht aus. Abb. 3 zeigt die ungefähre Leistung in kW bei gut eingestellter Pufferung[1]. Abb. 4 läßt die Beanspruchung der Batterie erkennen. Die Entladestöße steigen bis zu 300 kW, wenn nur Personenzüge auf der Strecke sind, und steigen bis zu 650 kW, wenn außerdem Güterzüge fahren. Die Summe der täglichen Entladestöße macht im Jahresdurchschnitt die 1,2fache Kapazität, bezogen auf einstündige Entladung, aus.

Für die Ladung liegen die Stromstärken niedriger und gehen meist nicht über 100 A hinaus. Die Säuredichte schwankt beim Puffern zwischen 1,19 und 1,18 spez. Gewicht. Die Batterie wird also nur als reine Pufferbatterie, nicht aber auch in erheblichem Maße als Kapazitätsbatterie beansprucht, was auf die Abnutzung und demzufolge auf die Instandhaltungskosten von großem Einfluß ist.

[1] Neuerdings ist durch Einbau eines Thoma-Reglers die Pufferung noch verbessert worden.



haft anzuwenden ist, schon früher in bejahendem Sinne beantwortet worden ist. Immerhin ist es doch angebracht, hierauf nochmals näher einzugehen. Nicht jeder Betrieb mit schwankendem Stromverbrauch erweist sich bei Anwendung des elektrischen Pufferbetriebes als wirtschaftlich, sondern es müssen gewisse Voraussetzungen gegeben sein. Es sind dies:

1. große stoßweise Mehrbelastung,
2. in mehr oder weniger großen und unregelmäßigen Pausen,
3. Pausen im Kraftbedarf, ohne daß die Stromerzeuger abgestellt werden dürfen,
4. Sicherheit gegen zufällige Stromunterbrechungen.

Sind diese oder ähnliche Voraussetzungen gegeben, so stehen sie häufig in Zusammenhang mit großen Stromerzeugern und schlechtem Belastungs- und Ausnutzungsfaktor, was sich selbst bei Überlandwerken bis in die Zentrale hinein bemerkbar machen kann. Noch mehr als in Dampf-Elektrizitätswerken macht sich diese schlechte Ausnutzung der Zentralenleistung in Wasserkraftanlagen bemerkbar, die auf 1 kW gerechnet in der Anschaffung teurer sind.

Bei der Albtalbahn sind in einem Jahre 2,85 Mill. kWh verbraucht worden. Der Durchschnitt der drei höchsten Viertelstundenspitzen war 621 kW. Die bei der Stromumformung eintretenden Verluste läßt die nachstehende Aufstellung erkennen:

Die Jahresabnahme am Hochspannungszähler betrug	2,85 Mill. kWh
die Jahresabgabe an die 9000 V-Fahrleitung betrug	1,47 „ „

Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage war demnach einschl. des geringen Eigenverbrauchs für Beleuchtung der Station usw. rd. 52 %.

Die Verlustrechnung ergibt folgendes Bild:

			in 1000 kWh
1. am Zähler abgenommen . . .			2850
2. Verlust im Transformator bei 7665 Betriebsstd.			
a) 660 kVA 1,73 % = 11,42 × 7665 (Leerlauf) . . .	87 530		
b) 0,3 % von 2,85 Mill. kWh (Lastverlust)	8 550		
	96 080	rd.	96
			2754
3. Verluste im Bahnumformer (Motorgenerator) Leerlauf 12,4 %, Lastverlust 5,4 %			
a) Leerlauf, (Volleistung 660 kVA) 12,4 % = 81,84 kW · 7665		rd.	627
			2127
b) Umformung 5,4 % v. 2,127 Mill. kWh		rd.	115
			2012
4. Verluste im Pufferumformer und in der Batterie: Maschine-Leerlauf 12,4 %, Maschine-Umformung 5,4 %, Batterie hoch gerechnet 15 %, Batterieentladung 221 000 kWh = 1,2fache „f"-Kapazität im Tag			
a) Leerlauf der Puffermaschine (Volleistung $\frac{525}{470}$ kW) 12,4 % = 65,1 kW . 7665 . .		rd.	499
			1513
b) Ladung = Batterieentladung 221 000 + $\frac{15 . 1}{0,85}$ = 17,65 % = Batterieverlust	39 000		
	260 000		
+ 5,4 % = Umformungsverlust	14 200		
zusammen	274 200		274
			1239
c) Entladung		221 000	
— 5,4 % = Umformungsverlust		12 000	
		209 000	209
den Sammelschienen zugeführt =			1448

Der reine Batterieverlust, d. h. der Unterschied zwischen der hineingeladenen und herausgenommenen Energie, beträgt nur 41 500 kWh = 1,45 % des bezogenen Stromquantums von 2,85 Mill. kWh.

Um die Wirtschaftlichkeit dieser Anlage zu prüfen, können die Fragen gestellt werden:

a) Ist es möglich, den nötigen Bahnstrom dieser Art auf anderem Wege billiger zu beschaffen?

b) Wird die Bahnstrombeschaffung ohne Pufferanlage teurer?

Die erste Frage läßt sich dahin beantworten, daß die eigene Stromerzeugung bei der verhältnismäßig kleinen Kraftzentrale und im Hinblick auf ihre schlechte Ausnutzung sicher nicht billiger würde als in diesem Falle der Strombezug vom Überlandwerk.

Die zweite Frage läßt sich bejahen, wie folgende Berechnung zeigt. Würde ohne Puffer gearbeitet werden, so müßten an Stelle der beiden je 660 kVA-Umformer nebst Transformatoren zwei größere zu je 1130 kVA (660 + 470 = 1130) genommen werden.

Die Anschaffungskosten einschl. Schalttafel stellen sich dafür z. Zt. auf ungefähr		203 000 M
Dagegen würde die Anlage in ihrer jetzigen Art mit Batterie . . . . kosten.		288 000 „
Maschinen einschl. Schalttafel .	145 000 M	
Batterie 285 JS 56	143 000 „	
	288 000 M.	

Der Stromverbrauch ohne Batterie wird größer sein, weil die Maschinen nicht so bequem auf cos $\varphi = 1$ gehalten werden können; auch ist der Verlust des größeren Transformators ein größerer. Beides zusammen macht wesentlich mehr aus als der Batterieverlust beim Puffern; denn der Mehrverlust des Transformators allein macht 80 000 kWh aus, dagegen der Batterieverlust nur 41 500 kWh. Jedoch sollen diese Unterschiede außer acht bleiben.

Die Betriebskosten betr. Arbeitsgebühr, Personal, Gebäudeunterhaltung, Verwaltungszuschlag, in beiden Fällen gleich hoch angenommen, können also aus der Rechnung herausbleiben.

Zu berücksichtigen sind dann noch: Verzinsung, Abschreibung und Erneuerung sowie die Leistungsgebühr

	a mit Batteriepuffer	b ohne Batteriepuffer
Kapital	288 000 M	203 000 M
Verzinsung, Abschreibung, Erneuerung 15 %	43 200 M	30 450 M
Leistungsgebühr-Mehrkosten		
1060 kW ohne Batterie		
621 kW mit „		
439 kW Mehrbedarf, je 67,20 M (Staffelpreis)	— „	29,500 „
	43 200 M	
Ersparnis bei Batteriepuffer .	16 750 „	
	59 950 M	59 950 M

Die Mehrkosten der Batterieanlage sind in 5 Jahren herauszuwirtschaften, und von da ab ist die jährliche Ersparnis dann:

Verzinsung, Abschreibung, Erneuerung	30 450 M	30 450 M
Mehrkosten d. Leistungsgebühr	— „	29 500 „
Ersparnis mit Batteriepuffer .	29 500 „	
	59 950 M	59 950 M

Dabei hat die Bahn von Anfang an den von ihr sehr hoch bewerteten Vorteil der Batteriereserve, auf den sie nicht verzichten möchte, selbst wenn der Pufferbetrieb etwas teurer wäre als der Betrieb ohne Puffer; in Wirklichkeit ist er sogar wesentlich billiger.

Das Überlandwerk wiederum hat an der Bahn mit Puffer einen viel besseren Stromabnehmer als ohne Puffer.

Es wäre der Anschluß ohne Puffer wohl 75 % größer (bei Spitzen bis 150 % über der Durchschnittslast), aber die Ausnutzung der Maschinen in der Zentrale, der Umformer und Leitungen wäre eine schlechtere. Die Batterie bricht nicht nur die Spitze, sondern füllt auch das Belastungstal, d. h. schafft einen idealen Abnehmer mit sehr

gleichmäßigem Verbrauch. Es kommt immer wieder vor, daß Abnehmer zu eigenen Anlagen, d. h. Eigenerzeugung von Strom, zurückkehren, weil sie die Stromunterbrechungen bei Fernstrombezug unerträglich finden. Dieses wird vermieden, wenn dem Stromabnehmer mit günstigen Tarifen, vielleicht auch durch Beteiligung an der Anschaffung seitens des Elektrizitätswerkes, die Aufstellung einer Batterie ermöglicht wird, die den Stromabnehmer gegen Unterbrechungen in der Stromlieferung sichert.

Die Belange des Stromlieferers und Stromabnehmers laufen in ein und derselben Richtung, wenn billige, aber gesicherte Stromversorgung gewährleistet ist. Es sind nicht einmal häufige oder langdauernde Unterbrechungen nötig, um den Vorteil der Überbrückung der Störungen durch die Batterie erkennbar werden zu lassen. Welchen Einfluß Stromunterbrechungen auf die wirtschaftlichen Verhältnisse der Bevölkerung haben, ist anschaulich von Dr. Haas, Rheinfelden, in seinem Aufsatz „Wirkungsgrad und Betriebsicherheit" in den VDI-Nachrichten 1926, Nr. 31, und von Dipl.-Ing. Rehmer in seinem Artikel „Elektrizitätsversorgung der Zukunft" in Kraft und Stoff vom 25. XII. 1926 geschildert worden.

Treppenbeleuchtung-Schaltuhr.

Bei der in Abb. 1 dargestellten Treppenbeleuchtung-Schaltuhr ist der Schalter für die Dauerbeleuchtung mit dem für die Minutenbeleuchtung zu einem einzigen Walzenschalter vereinigt. Dies ist eine wesentliche Verbesserung und Vereinfachung, weil eine zweite Kontaktstelle, die sonst für

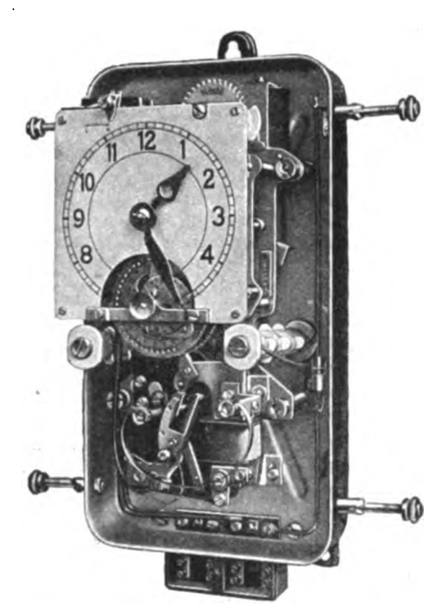


Abb. 1. Treppenbeleuchtung-Schaltuhr.

die Minutenbeleuchtung erforderlich wäre, wegfallen kann. Die Kontakte sind übersichtlich und leicht auswechselbar angeordnet. Das Herausnehmen des Uhrwerks aus dem aus Stahlblech gepreßten Gehäuse geschieht, ohne daß eine Drahtverbindung gelöst zu werden braucht. Der Apparat kann mit Verstellung der Schaltzeiten von Hand durch einfaches Verstellen eines Schalthebels oder selbsttätig nach einer astronomischen Kurve nach den jeweiligen Sonnenuntergangszeiten eingestellt werden. Die Ausschaltzeit der Abendbeleuchtung ist gewöhnlich feststehend, 8 h oder 9 h abends. Die Konstruktion der Schaltung ist von den Aronwerke Elektrizitäts G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, so durchgebildet, daß sich die Abend-Einschalt- und Ausschaltzeiten bis auf Null nähern, ja sogar überholen können, so daß z. B. im Sommer ganz von selbst eine Dauerbeleuchtung des Treppenhauses nicht stattfindet. Versieht man einen solchen Apparat mit astronomischer Verstellung der Schaltzeiten auch noch mit einem selbsttätigen Elektro-Aufzug, so zieht sich der Apparat selbsttätig auf und paßt die Einschaltung der Treppenhausbeleuchtung genau der jeweiligen früher oder später eintretenden Dunkelheit an. In allen größeren Städten wird über kurz oder lang sicher die Vorschrift erscheinen, daß die Hausnummern des Nachts zu beleuchten sind; da ist es nun ein ganz besonderer Vorteil, daß der von den Aronwerken hergestellte Treppenschalter für einen ganz geringen Mehrpreis mit einer solchen zusätzlichen Kontakteinrichtung versehen werden kann.

Die außerordentliche Verbreitung, die diese Apparate gefunden haben, hat es ermöglicht, große Serien herzustellen und infolgedessen eine wesentliche Verbilligung herbeizuführen, so daß ein solcher mit allen modernen Errungenschaften ausgerüsteter Apparat, trotz der eingetretenen allgemeinen Teuerung, sich kaum teurer stellt als in der Vorkriegszeit.

Es gibt natürlich außer diesem beschriebenen Apparat noch einfachere, die lediglich dazu dienen, des Nachts nach Betätigung eines Druckknopfes, auf einige Minuten das Treppenhaus zu beleuchten. Diese Apparate werden dann verwendet, wenn für das Ein- und Ausschalten der Dauerbeleuchtung sowieso jemand vorhanden ist, und man eine ganz besonders billige Anlage wünscht. *fi.*

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 257.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird folgende Elektrizitätszählerform dem untenstehenden, beglaubigungsfähigen Systeme eingereiht.

Zusatz zu System [114], die Form Dfe, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 6. März 1928.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System [114],

die Form Dfe, Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 176 vom 28. II. 1924 (Elektrotechnische Zeitschrift 1924 Heft 16) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für mehrphasigen Wechselstrom der Form Df werden auch in einer abgeänderten Ausführung unter der Formbezeichnung Dfe hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 5 ... 100 A, für Nennspannungen bis 550 V und für Frequenzen von 40 ... 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler der Form Dfe unterscheiden sich von den Zählern der Form Df dadurch, daß die Stromeisen je mit einem magnetischen Nebenschluß versehen sind und das Drehmoment der Zähler durch geänderte Wicklung der Strom- und Spannungspulen erhöht ist.

Die untersuchten Zähler für die Frequenz 50 Hz hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 12,3 ... 13,0 cmg. Sie liefen bei induktionsfreier Belastung mit etwa 0,2 ... 0,3% des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 68 g, die Drehzahl der Zähler zu etwa 33 ... 34 U/min festgestellt. Bei einem Zähler für 5 A, 110 V betrug der Eigenverbrauch in den Strom- bzw. Spannungskreisen etwa 2 × 1,05 W (Stromkreise) bzw. 2 × 1,07 W (Spannungskreise), bei einem Zähler für 30 A, 550 V etwa 2 × 1,51 W bzw. 2 × 1,69 W und bei einem Zähler für 100 A, 380 V etwa 2 × 3,05 W bzw. 2 × 0,77 W.

[1] Reichsministerialblatt 1928, S. 101.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Eine neue Verbindung für 132 kV-Kabel. — D. M. Simons beschreibt ein bei der Standard Underground Cable Co., Pittsburgh, ausgearbeitetes Verfahren sowie eine Vorrichtung, um Verbindungsmuffen für Einleiterkabel maschinell herzustellen und die Handarbeit bei der Isolierung soviel wie möglich auszuschalten. Die Isolation der zu verbindenden Kabelenden wird in bekannter Weise stufenförmig abgesetzt. Ein gewöhnlicher Verbinder wird verwendet, und einige Lagen von getränkter Schnur und Papier werden über die abgeschrägten Enden des Verbinders aufgewickelt, bis die kleinste Stufe ausgefüllt ist und eine glatte, zylindrische Oberfläche erhalten wird. Hierauf wird mit einer Wickelvorrichtung eine lange Rolle Papier, welche von rechts und links einstellbaren Messern in die jeweilige Breite der zu isolierenden Stufe geschnitten wird, über die ganze Verbindung aufgewickelt. Schließlich sind sämtliche Stufen ausgefüllt und die Dicke der ursprünglichen Kabelisolation ist erreicht. Auf der Papierbahn sind längs der Linien *GH* und *IK* (Abb. 1) Stanniolstreifen aufgeklebt. Ebenso ist die Stelle

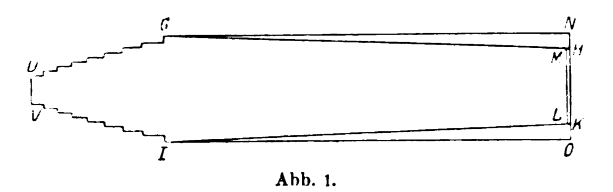


Abb. 1.

HKLM metallisiert. Diese Metallisierung tritt beim Weiteraufwickeln der zusätzlichen Isolation in Erscheinung und bildet dabei an den beiden Enden innerhalb der festgewickelten Papierisolation die kegelförmigen Gebilde längs der Linien *AB* und *DF* (Abb. 2). Vorher wurde bereits an beiden Seiten vom Bleimantel ausgehend perforiertes Stanniol auf die oberste Isolierschicht bis zu der Stelle, wo ungefähr der Stanniolwickelkegel anfangen wird, gewickelt (*A* bzw. *F* in Abb. 2). Nach jeder Umdrehung

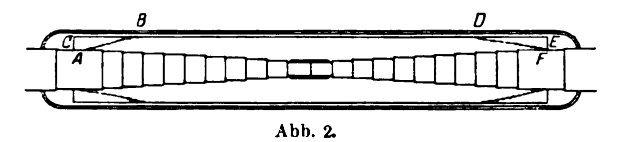


Abb. 2.

wird heiße Tränkmasse auf die breite Rolle gegossen, wobei die straffe Spannung der Papierbahn ständig aufrechterhalten wird. Nach diesem Verfahren sollen auf der Strecke 75 kV-Verbindungsstellen in weniger als 20 min hergestellt worden sein. Laboratoriumsversuche wurden an mehr als 100 Muffen angestellt. Als Ergebnis einer Dauerspannungsprüfung bei den letzten 11 Muffen eines mit 23,8 mm isolierten Einleiterkabels (ohne Querschnittsangabe) wird mitgeteilt, daß nur in zwei Fällen die Verbindung nach 28 bzw. 30 h, und in acht Fällen das Kabel durchgeschlagen ist. In einem Falle wurde die Dauerprüfung nach 48 h abgebrochen. Weitere Versuche wurden mit Kabeln von 19 mm Isolation gemacht, welche wesentlich ungünstiger ausfielen. Der Verfasser schreibt dies dem bei der höheren Beanspruchung zu plötzlichen Übergang des Feldes an den beiden Enden der Verbindung zu und verminderte bei einer zweiten Reihe von Versuchsmuffen derselben Kabeltype den Winkel zwischen dem Stanniolkegel und der Kabelachse von 11° auf 7°, wobei die Ergebnisse der Zahlentafel 1 erhalten

Zahlentafel 1.

Dauer der Prüfung					
200 kV	220 kV	242 kV	266 kV	293 kV	Durchschlagstelle
6 h	1 h	1 h	0	—	Ende
6 h	1 h	41 min	—	—	,,
6 h	1 h	1 h	41 min	—	Kabel u. Muffe
6 h	1 h	1 h	4 ,,	—	Ende
6 h	57 min	—	—	—	Muffe
6 h	1 h	1 h	1 h	6 min	Kabel

wurden. Die Spannung wurde mit 50 cm-Kugeln gemessen. 140 dieser Muffen sind seit Oktober 1926 in Philadelphia mit 75 kV in Betrieb, und es ist geplant, dieselben in die jetzt zu verlegenden 132 kV-Kabellinien einzubauen. Das Prinzip der in bestimmter Weise vorzumetallisierenden langen Papierbahnen, welches Metallkegel, -wulste, -trichter usw. bildet, ist auch für Endverschlüsse und Durchführungen anwendbar. Der Verfasser glaubt es mit einigen Änderungen auch für Dreileiterkabel und unverändert für Dreileiter-H-Kabel anwenden zu können. Häufig geht der ganze Prozeß unter Öl vor sich, um das Einschließen von Luftblasen noch sicherer zu verhindern. (D. M. Simons, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 252.)

Ftt.

Elektromaschinenbau.

Verlustberechnung von Drehstromwicklungen unbekannter Schaltung. — Bei der Auswertung von Prüfungsprotokollen elektrischer Maschinen, Apparate oder Transformatoren stößt man häufig auf Schwierigkeiten, weil einzelne hierfür nötige Werte entweder nicht gemessen oder im Protokoll versehentlich nicht angegeben worden sind. Hierdurch werden Rückfragen bei den Stellen nötig, welche die Messungen vorgenommen haben. Diese verursachen nicht nur einen unerwünschten Zeitverlust und Mehrarbeit, sondern sind oft auch erfolglos. Das ist immer dann der Fall, wenn die Messungen nicht wiederholt werden können, weil die Maschinen oder Apparate nicht mehr zur Stelle sind. Bei der Berechnung der Ohmschen Verluste von Drehstromwicklungen kann man jedoch auch ohne Kenntnis von anscheinend unbedingt notwendigen Angaben durch einfache Überlegungen zu einwandfreien Auswertungen kommen, wie nachstehende Berechnung zeigt.



Abb. 3. Abb. 4.

Es handelte sich in einem bestimmten Falle darum, die Wicklungsverluste einer Drehstrommaschine zu bestimmen, von der nur der Widerstand zwischen zwei Leitungen und die aufgenommene Stromstärke gemessen waren. Da eine Angabe, ob die Wicklung in Stern oder Dreieck geschaltet war, fehlte, erschien es auf den ersten Blick unmöglich, die Verluste zu berechnen. Eine nähere Überlegung ergibt jedoch, daß man auch ohne Kenntnis der Schaltung die Wicklungsverluste bestimmen kann. Wir bezeichnen mit

R den Widerstand zwischen 2 Leitungen,
r ,, ,, einer Phase,
J ,, Strom in den Zuleitungen,
i ,, ,, ,, einer Wicklungsphase,
V ,, Ohmschen Verlust.

Gemessen sind R und J, gesucht wird V. Die Schaltung ist nicht bekannt.

Bei Sternschaltung ergeben sich folgende Werte (vgl. Abb. 3):

$$r = \frac{R}{2} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

$$i = J \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

$$V = 3\, r\, i^2 = 1{,}5\, R\, J^2 \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

Bei Dreieckschaltung gelten folgende Überlegungen (Abb. 4): Bei der Widerstandsmessung zwischen 2 Leitungen sind eine Wicklungsphase und die beiden anderen in Reihe liegenden Wicklungsphasen parallel geschaltet. Die Leitfähigkeit ist demnach

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{2\,r} = \frac{2+1}{r} = \frac{3}{2\,r} \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

Hieraus ergibt sich der Widerstand

$$2\,r = 3\,R \quad \ldots \ldots \quad (5)$$

$$r = \frac{3}{2}\,R = 1{,}5\,R \quad \ldots \ldots \quad (6)$$



Der Strom ist wegen der Verzweigung der Dreieckschaltung

$$i = \frac{J}{\sqrt{3}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

Die Verluste sind

$$V = 3\, r\, i^2 = 3 \cdot 1{,}5\, R\, \frac{J^2}{3} = 1{,}5\, R\, J^2 . \; . \; . \; . \quad (8)$$

Es ergibt sich daraus, daß unabhängig von der Schaltung die Verluste in jedem Falle nach der gleichen Formel berechnet werden können, nämlich

$$V = 1{,}5\, R\, J^2 . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

Daß diese Formel auch für jede beliebige Kombination von Stern- und Dreieckschaltung gilt, zeigt noch folgendes Beispiel (Abb. 5): Der Widerstand R zwischen zwei Lei-

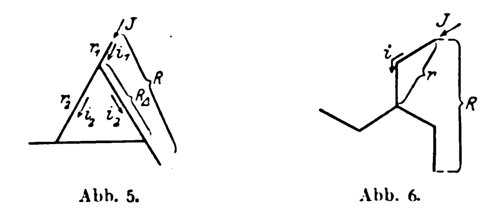


Abb. 5. Abb. 6.

tungen setzt sich zusammen aus zwei Widerständen r_1 entsprechend Sternschaltung und dem Widerstand R_Δ der Dreieckschaltung, welcher nach Formel (5) gleich $\frac{2}{3} r_2$ ist. Es ist also

$$R = 2\, r_1 + \frac{2}{3}\, r_2 . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Die Stromstärken sind

$$i_1 = J \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

$$i_2 = \frac{J}{\sqrt{3}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (12)$$

Die Verluste in den Widerständen r_1 sind

$$V_1 = 3\, r_1\, i_1^2 = 3\, r_1\, J^2 . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (13)$$

Die Verluste in den Widerständen r_2 sind

$$V_2 = 3\, r_2\, i_2^2 = r_2\, J^2 . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (14)$$

Die Gesamtverluste sind

$$V = V_1 + V_2 = 3\, r_1\, J^2 + r_2\, J^2$$

$$= 1{,}5 \left(2\, r_1 + \frac{2}{3}\, r_2\right) J^2 = 1{,}5\, R\, J^2 . \; . \; . \; . \quad (15)$$

Es gilt also auch hier die Formel (9). — Ihre Geltung für Zickzackschaltung (Abb. 6) bedarf keines besonderen Beweises, da diese hinsichtlich der Stromverteilung und Widerstände gleichwertig mit der Sternschaltung ist.

E. Lindner.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Film statt Papier beim Oszillographen. — Der Oszillograph von S. & H. registriert die Schwingungsvorgänge auf ein lichtempfindliches Band, das in einer Kassette in Spulenform untergebracht ist und seine Lichteindrücke durch einen Schlitz erhält, hinter dem das erwähnte Band abgerollt und auf eine leere Spule gewickelt wird. Diese Umspulung geschieht durch Motorantrieb, und zwar mit der nicht unerheblichen Geschwindigkeit von 2 m/s. Das Band wird unter Spannung umgerollt. Als lichtempfindliches Material wird ein bestimmtes Papier empfohlen, das in 5 m Länge, 9 cm Breite und auf Pappkern gewickelt speziell für diesen Zweck erhältlich ist.

Wer nun längere Zeit mit dem Oszillographen gearbeitet hat, wird mit dem Registrierpapier Erfahrungen gemacht haben, die den Wunsch nach einem geeigneteren Material aufkommen ließen. Es sei daher auf ein Material aufmerksam gemacht, das gegenüber dem Registrierpapier alle möglichen Vorteile hat. Es handelt sich um einen Film, hochempfindliche Bromsilberemulsion auf Zelluloidunterlage, der von der Rohfilmfabrik der Zeiß Ikon A. G., Dresden, in Zehlendorf hergestellt wird. Für viele Versuche bedeutet es eine große Annehmlichkeit, daß von dem dünneren Filmmaterial die doppelte Länge in den normalen Kassetten unterzubringen ist als von dem Papier; man hat dadurch für die große Durchlaufgeschwindigkeit eine Versuchsdauer von 5 s statt 2,5 s zur Verfügung. Bei dem raschen Gang wird das Umspulen nicht selten gestört durch Riß des Papierstreifens. Ein solcher wird wahrscheinlich dadurch eingeleitet, daß das Papierband etwas schief auf die Aufwickelspule aufläuft, daß sein Rand anfangs leicht, dann stärker durch die seitlichen Scheiben umgebördelt wird, bis schließlich kleine Einrisse infolge der Spannung des Papiers zu dessen Durchreißen führen. Der Film ist dagegen von so großer Festigkeit, daß bei den ausgedehnten Versuchen mit diesem Material keine einzige Störung zu verzeichnen war. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß das Erkennen von Schicht- und Rückseite bei dem unentwickelten Material im Falle der Verwendung von Film viel leichter ist. Die Lichtempfindlichkeit des neuen Registrierfilms liegt noch etwas über der des Papiers, denn es ergeben sich bei absoluter Klarheit der unbelichteten Fläche recht kräftig geschwärzte Kurvenlinien, während man beim Papier, namentlich bei sehr rasch verlaufenden Bewegungen des Lichtstrahls, häufig nur hellgraue Linien auf dem ohnehin etwas schleierigen Papier bekommt. Die Erkennbarkeit feinster Zeichnungen ist beim Film unvergleichlich besser, und bei zu geringer Belichtung läßt sich ein wertvolles Negativ ohne große Mühe mittels Uranverstärker wesentlich verbessern, während im gleichen Falle beim Papiernegativ nicht mehr viel zu hoffen ist.

Die Entwicklung eines so langen Bandes bereitet im allgemeinen Schwierigkeit. Meistens hilft man sich bisher so, daß man den Papierstreifen etwa Meter für Meter durch die einzelnen Bäder zieht, man braucht zur sauberen Entwicklung mindestens 2 Leute. Von den bekannten Entwicklungsvorrichtungen für lange Filmbänder kann man bei Verwendung von Papier keinen Nutzen ziehen, da dieses namentlich in nassem Zustand zu lappig und weich ist. Dagegen lassen sich z. B. die Correx-Bänder (Correx G. m. b. H., Berlin), die eine spiralige Aufwicklung des Films ermöglichen, ohne daß sich Rückseite und Schicht des Streifens an irgendeiner Stelle berühren, sehr gut für die Entwicklung des Films verwenden. Endlich sei noch ein Punkt angeführt, der die Überlegenheit des Films in einer ganz anderen Richtung zeigt. Die Vervielfältigung der Oszillogramme verlangte beim Papierdiagramm fast stets ein sorgfältiges Nachzeichnen. Der Film dagegen läßt sich für gewöhnliche Abzüge auf Papier oder zur Klischierung sehr einfach verwenden.

H. Stock.

Dilatometrische und magnetische Untersuchungen an reinem Eisen und Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. — In einem ersten Abschnitt gibt der Verfasser allgemeine Betrachtungen über die Allotropie des reinen Eisens und diskutiert dabei auch die Frage der magnetischen A_2-Umwandlung, die für gewöhnlich nicht als allotrope Umwandlung angesehen wird. Auch er nimmt diesen Standpunkt ein trotz der Untersuchungen von Ruer und Bode, die sowohl bei steigender wie bei fallender Temperatur einen allerdings schwachen, aber sehr deutlichen Haltepunkt bei der magnetischen Umwandlung fanden. Solange aber nicht erwiesen ist, inwiefern das Resultat von Ruer und Bode fehlerhaft ist, ist es nach Ansicht des Berichters nicht angängig, „die A_2-Frage als negativ gelöst beiseite zu legen". Auch darin kann dem Verfasser nicht zugestimmt werden, daß diese Frage für weitere Untersuchungen zu unwichtig sei.

Mit Hilfe eines Differential-Dilatometers wurde die β-γ-Umwandlung reinen Elektrolyteisens untersucht. Dabei ergab sich als wesentlich neu, daß bei der Abkühlung nach Beendigung der γ-β-Umwandlung auch bei reinem Eisen eine kleine Kontraktion auftritt, eine Erscheinung, die sonst nur bei Kohlenstoffstählen gefunden wurde. Daraus wird geschlossen, daß sie nur durch einen in der Umwandlung zwischen Probe und Vergleichskörper auftretenden Temperaturunterschied vorgetäuscht sein kann, weil beim reinen Eisen alle anderen Erklärungsversuche ausschalten.

Weitere Versuche galten der Bestimmung der wahren Ausdehnung von reinem Eisen und Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Die Größe der mit A_3 verbundenen Volumänderung ändert sich bei Elektrolyteisen mit jeder neuen Erhitzung und strebt einem Höchstwert zu. Das hat seinen Grund in der Wasserstoffabgabe, die offenbar durch den Gitterumbau im A_3-Punkt besonders begünstigt wird. Die Untersuchungen an Kohlenstoffstählen ergaben einmal die mittleren Ausdehnungskoeffizienten zwischen 20 und 700°; sodann wurden sie auch zur Aufstellung von Gleichgewichtslinien im Eisenkohlenstoffdiagramm ausgewertet. Zur besseren Stützung der Schlußfolgerung bezüglich des A_2-Punktes wären wohl Untersuchungen gerade in dem Gebiet zwischen 0,2 und 0,46 % Kohlenstoff erwünscht gewesen.

Den Schluß bilden magnetische Untersuchungen mit Hilfe einer schon früher beschriebenen Einrichtung zur



Bestimmung von Curiepunkten. Dabei zeigte sich bei einem Stahl mit 1,2 % Kohlenstoff, daß der Zementitumwandlungspunkt bei größerem Dimensionsverhältnis der Proben an Deutlichkeit gewinnt. (H. Esser, St. u. E. Bd. 47, S. 337.) *Sths.*

Beleuchtung.

Der Dochtkohlenbogen. — Während im allgemeinen ein Gleichstromlichtbogen fallende Charakteristik besitzt, zeigt ein Dochtkohlenbogen in gewissen Strombereichen eine steigende Charakteristik. Die Ursache dieser Erscheinung liegt nach M. Wehrli und K. Baumann darin, daß im Dochtkohlenbogen sich zwei Bogen überlagern, von denen jeder eine hyperbolische Charakteristik besitzt. Im ganzen treten drei Formen auf: bei niederen Stromstärken eine zweigeteilte Form *d* und bei hohen Stromstärken eine einheitliche blaue Form *b*. Es ist den Verfassern gelungen, durch eine spezielle Art des Einbrennens die drei Formen über einen größeren Stromstärkebereich getrennt zu untersuchen. Der Bogen wird bei einer Stromstärke von 1,4 A eingebrannt. Darauf wird die Stromstärke, bei welcher gemessen werden soll, möglichst rasch eingestellt und die Spannung abgelesen. Man erhält so einen Punkt der Charakteristik des unteren Grenzbogens *g*. Die Spannung steigt dann sofort stark an, wobei der Bogen in die Form *d* des Doppelbogens übergeht. Ebenso kann man durch Einbrennen bei hoher Stromstärke und rasches Verkleinern der Stromstärke Punkte der Charakteristik des oberen Grenzbogens *b* erhalten. Eine der so erhaltenen Charakteristiken zeigt Abb. 7. Durch geeignetes Einbrennen kann man jeden beliebigen Kurvenzug zwischen den beiden Grenzbogencharakteristiken *g* und *b* erhalten. So ergibt sich z. B. die Kurve *d'* dadurch, daß man den Bogen bei 1,4 A einbrennt, die Stromstärke steigert und nach ½ min die Spannung abliest. Die Grenzbogen haben hyperbolische Charakteristik. Für den Fall der Abb. 7 (Bogenlänge 2 mm) gilt z. B.

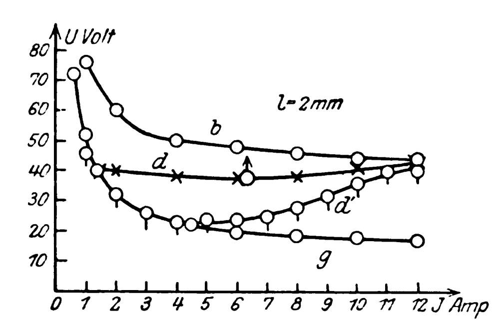


Abb. 7. Charakteristik des Dochtkohlenbogens.

$$\text{Form } g\text{: } U = 14{,}4 + 35{,}8/I,$$
$$\text{Form } b\text{: } U = 40{,}9 + 35{,}8/I.$$

Die Charakteristik des Doppelbogens wird

$$U = 14{,}4 + 26{,}5\,k + 35{,}8/I,$$

wo k eine Übergangsfunktion darstellt, deren Verlauf von Stromstärke, Einbrennzeit, Elektrodenmaterial und Druck abhängt. (M. Wehrli u. K. Baumann, Z. Phys. Bd. 38, S. 35.) *Br.*

Die Duo-Photo-Lampe. — Diese Lampe für Dunkelkammerbeleuchtung kann sowohl rotes Licht für die photographischen Arbeiten, als auch weißes Licht für die Allgemeinbeleuchtung liefern. In einem Opalglaskolben sind zwei getrennt einzuschaltende Leuchtkörper angeordnet, von denen der eine für die Allgemeinbeleuchtung bestimmt ist, während ein zweiter von einer roten Photoglocke umgeben ist und die rote Dunkelkammerbeleuchtung liefert. Jeder Leuchtkörper verbraucht 40 W. Die Lampe wird von der Firma Philips & Co., Eindhoven (Holland), hergestellt. (Ill. Eng. London, Bd. 21, S. 32.) *Schb.*

Hochspannungstechnik.

Durchschlag von Glas. — Über die Arbeit von L. Inge und A. Walther, die den Durchschlag von Steinsalz bei höheren Temperaturen zum Gegenstand hatte und zeigte, daß dann der Durchschlag nach der Wärmetheorie von K. W. Wagner und Rogowski vor sich geht, wurde in dieser Zeitschrift bereits berichtet[1]. Dieselben Verfasser haben nun den Temperaturgang der Durchschlagsspannung bei Glas untersucht[2]. Charakteristisch für die Wärmetheorie ist große Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Temperatur. Bei niedrigen Temperaturen zeigt Glas so gut wie keine Temperaturabhängigkeit der Durchschlagspannung. Es war deshalb von Interesse, festzustellen von welcher Temperatur an die Wärmetheorie anwendbar wird und wie sich der Übergang vom Wärmedurchschlag zum normalen Durchschlag vollzieht. Die Messungen wurden mit versilberten Objekt- und Deckgläsern ausgeführt, die zwischen zwei mit Nickel- oder Aluminiumfolie überzogenen Glasplatten und zwei Kupferblöcken eingespannt wurden. Die Temperatur der Kupferblöcke wurde mit Thermoelement gemessen; die Spannung wurde sprungweise vergrößert und jede Spannung 3 min unverändert gehalten. Abb. 8 zeigt die Ergebnisse für zwei

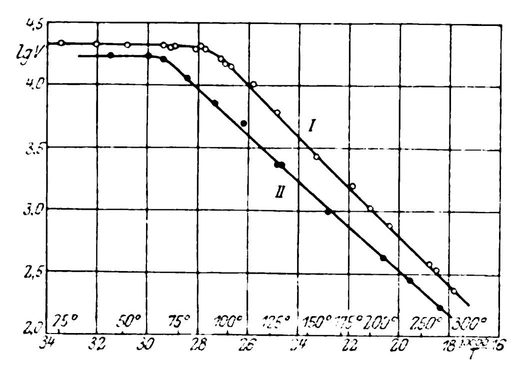


Abb. 8. Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Temperatur.

Objektgläser von 1 mm Dicke und dem spezifischen Widerstand $2{,}08 \cdot 10^7$ und $4{,}06 \cdot 10^6$ bei 200 °. Die Abszisse ist der reziproke Wert der absoluten Temperatur, die Ordinate der Logarithmus der Durchschlagspannung. Bei niederen Temperaturen zeigt sich die schon erwähnte Temperaturunabhängigkeit, bei höheren Temperaturen die von der Wärmetheorie geforderte geneigte Gerade. Der Übergang zwischen den beiden Arten des Durchschlags tritt scharf ein bei einer Temperatur zwischen 60 ° und 100 °, je nach der Beschaffenheit des Glases. Auch die Form des Durchschlags zeigt Verschiedenheiten. Im Gebiet des Wärmedurchschlags erfolgt derselbe im Mittelpunkt am Orte der maximalen Erwärmung, bei gewöhnlicher Temperatur am Rande, dem Orte des maximalen elektrischen Gradienten. Bei gewöhnlicher Temperatur tritt vor dem Durchschlag nur geringe Erwärmung auf (etwa 1 °), während bei höheren Temperaturen diese Erwärmung schon 4 ° bis 5 ° beträgt. Außerdem tritt im Wärmegebiet der Durchschlag erst nach einiger Zeit ein, was auf die Notwendigkeit einer vorhergehenden Erwärmung hinweist, während bei niederen Temperaturen die Platte manchmal gleich nach dem Einschalten durchschlagen wird. Endlich werden unversilberte Platten bei gewöhnlicher Temperatur früher durchschlagen als versilberte, wohl weil der Randeffekt bei ihnen schärfer ausgeprägt ist; im Wärmegebiet tritt das Gegenteil ein. (L. Inge u. A. Walther, Z. Phys. Bd. 37, S. 292.) *Br.*

Resonanzüberspannungen an Transformatoren. — Die aus einer Leitung in einen Transformator einziehende Überspannungschwingung kann an diesem durch Resonanz sehr gefährliche Überspannungen hervorrufen, deren Höhe aber von der Dämpfung der erregenden Schwingung irgendwie abhängig sein muß. J. Fallou löst diese Frage mit Hilfe von Resonanz-Überspannungsfaktoren, die sich aus Oszillogrammen, aber auch durch Rechnung bestimmen lassen. Vereinfachend wird vorausgesetzt, daß die Resonanzlage jeweils vollkommen sei, daß der Sekundärkreis nicht auf den Primärkreis zurückwirkt und umgekehrt, und daß die Dämpfung nur gering ist.

Die Berechnung des logarithmischen Dekrementes der freien Schwingung eines aus R, L und C in Reihe bestehenden Kreises, in dem zu C ein Leitwert G parallel geschaltet ist, liefert $\gamma = \dfrac{\pi\,(R + G\,Z^2)}{Z}$, worin Z die Impedanz be-

[1] ETZ 1927, S. 697.
[2] Vgl. a. ETZ 1927 S. 619.



deutet. Wirkt auf diesen Kreis eine ungedämpfte Schwingung mit der Amplitude E_0 und einer Frequenz gleich der Resonanzfrequenz, so läßt sich die höchste Spannung am Kondensator durch den Ausdruck $V_0 = E_0 \frac{\pi}{\gamma}$ wiedergeben. $M = \frac{\pi}{\gamma}$ ist der Resonanz-Überspannungsfaktor, der sich bei vernachlässigbar kleinem G auch $M = \frac{Z}{R}$ schreiben läßt und aus einem Oszillogramm durch Ausmessung der Amplituden aufeinanderfolgender Perioden berechnet werden kann. Trifft eine gedämpfte Schwingung auf den Resonanzkreis, so liefert die Integration der Grundgleichung als maximale Kondensatorspannung $V_m = E_0\, M\, f(k)$. Man erhält also die höchste Kondensatorspannung durch Multiplikation der Erregerspannung mit dem Überspannungsfaktor des Resonanzkreises und mit einem Korrekturglied $f(k)$, das nur vom Quotienten der Überspannungsfaktoren von Sekundär- und Primärkreis abhängt $\left(k = \frac{M_2}{M_1}\right)$. In Abb. 9 ist $f(k)$ abhängig von der Größe von k wiedergegeben.

Während für die bisherige Rechnung konzentrierte Induktivität und Kapazität vorausgesetzt waren, lassen sich ähnliche Ausdrücke auch für gleichmäßig verteilte Reaktanzen ableiten. Die im Resonanzkreis angeregte Eigenschwingung kann eine Viertel- oder Halbwellenschwingung bzw. deren Oberwellen sein; für den Überspannungsfaktor berechnet Fallou den Wert $M = \frac{4}{n\gamma}$ mit $n = 1$ bzw. 2 für die Viertel- bzw. Halbwellenschwingung. Durch Einwirken einer gedämpften Schwingung auf den Resonanzkreis mit gleichmäßig verteilten Reaktanzen entsteht eine ebenfalls gedämpfte Resonanzschwingung, die sich in bekannter Weise aus freier und erzwungener Schwingung zusammensetzt und als maximale Spannung den gleichen Wert liefert wie der Kreis mit konzentrierten Reaktanzen, nämlich $V_m = E_0\, M\, f(k)$.

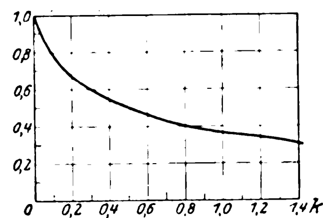


Abb. 9. Verlauf des Korrekturgliedes $f(k)$ abhängig vom Quotienten der Überspannungsfaktoren $k = \frac{M_2}{M_1}$.

Die entwickelten Formeln wurden experimentell geprüft. Die Werte M wurden für verschiedene Transformatoren aus Oszillogrammen der Eigenschwingung berechnet und fanden sich für kleine Leistungen (25 kVA, etwa 10 kV) zu $M = 3 \ldots 5$. Bei großen Transformatorenleistungen (bis 15 000 kVA) betrugen die Faktoren bis zu 10; ein Spezialtransformator für sehr hohe Spannung (250 kV, 275 kVA) ergab $M = 16{,}6$. Die Schwingungen waren je nach Art der Schaltung Viertel- oder Halbwellenschwingungen. Es ließ sich ferner durch Versuch nachweisen, daß auch leerlaufende Anzapfwindungen zu Resonanzüberspannungen angeregt werden können; für zwei Anzapfspulen eines 25 kVA-Transformators (12,5 kV), die zusammen 10 % der Hauptwicklung ausmachten, wurde $M = 5{,}5$ bei Viertelwellenschwingung gefunden. Weitere Versuche erhärteten die an sich bekannte Tatsache, daß sich bei hohen Frequenzen ein Transformator wie eine Kapazität (mit ziemlich großen Verlusten) verhält und zusammen mit einer etwa vorgeschalteten „Schutz"-Drossel einen Resonanzkreis bilden kann. Beim gleichen 25 kVA-Transformator wie im vorher beschriebenen Versuch wurde bei Vorschaltung einer Drossel von 0,5 mH und bei der Frequenz 440 kHz $M = 16$ erhalten. Die Rolle der Drossel im Resonanzkreis kann auch ein Stromwandler übernehmen. Versuche an Kabeln und Freileitungen zeigten u. a., daß bei Kabeln der Überspannungsfaktor mit abnehmender Kabellänge wächst. An Freileitungen wurden Werte M von 24 . . . 43 bestimmt; die Freileitungen haben also eine erheblich geringere Dämpfung, als man gemeinhin anzunehmen geneigt ist. Schließlich wurde noch an einer 50 m langen Kabelstrecke, die von einem Transformator mit Schutzdrossel gespeist wurde, ein Vergleich zwischen der errechneten und der durch Klydonographen bestimmten Abhängigkeit der Resonanzüberspannung von der Höhe der erregenden Schwingung vorgenommen. Die Rechnung mit Hilfe der einzeln bestimmten Faktoren M für das Kabel und den Transformator mit Drossel ließ eine Überspannung an der Drossel von 6,7facher Höhe der einziehenden Welle erwarten; der Versuch lieferte die 6fache Spannungshöhe. (J. Fallou, Rev. Gén. de l'El. Bd. 21, S. 853.) *Wi.*

Werkstatt und Baustoffe.

Benennungen und Eigenschaften der verschiedenen magnetischen Legierungen. — Magnetische Legierungen sind unter den verschiedensten Benennungen bekannt geworden, aber nicht immer erkennt man aus dem Namen die richtige Bedeutung der Legierung. Im nachstehenden soll daher eine kurze Beschreibung der bekanntesten Legierungen gegeben werden:

Permalloy. Diese Legierung hat ihren Namen von ihrer bei richtiger Warmbehandlung hohen Permeabilität und besteht aus 78 % Ni und 22 % Fe. Die Permeabilität ist 50mal größer als diejenige von reinem Eisen und zeigt sich unter dem Einfluß von sehr schwachen magnetischen Kräften; folglich ist das Metall sehr wertvoll für die Konstruktion von magnetischen Kernen von Apparaten, die mit schwachen elektrischen Strömen betrieben werden. Wegen des verhältnismäßig niedrigen Sättigungswertes ist der Gebrauch dieser Legierung auf eine Verwendung beschränkt, bei der die magnetischen Kräfte sehr gering sind. Am meisten Verwendung findet diese Legierung für Unterseekabel. Permalloy hat eine sehr geringe magnetische Hysteresis und ist deshalb für permanente Magnete nicht geeignet.

Hipernick. Diese Legierung besteht aus gleichen Teilen Nickel und Eisen und besitzt nicht die hohe Permeabilität von Permalloy, hat aber eine Anfangspermeabilität bei richtiger Warmbehandlung, die mehr als 10mal höher liegt als diejenige von reinem Eisen mit einer höchsten Permeabilität bis zu 50 000, also ungefähr 25mal derjenigen von reinem Eisen. Sie hat zur Anfertigung der Kerne für Audio-Frequenz-Transformatoren eine weite Verbreitung gefunden.

Copernick. Diese Legierung enthält kein Kupfer, sondern hat dieselbe Zusammensetzung wie Hipernick, aber durch eine etwas verschiedene Warmbehandlung sind die magnetischen Eigenschaften verändert. Die Haupteigenschaft besteht in einem weitgehenden Bereich der Fluxdichtigkeit, in der die Permeabilität wenig schwankt, woher der Name „Konstant-Permeabilität-Nickel" stammt. Diesen Zustand erhält man durch Opferung der Anfangs- und höchsten Permeabilität, aber beide sind beträchtlich höher als bei dem besten Silizium-Transformator-Stahl, indem sie bei 1200 bzw. 15 000 entsprechend der Warmbehandlung liegen.

„A"-Metall. Dasselbe besteht aus Eisen, Nickel und 6 . . . 8 % Kupfer und wird im Hochfrequenzofen hergestellt. Ursprünglich wurde es für Audio-Frequenz-Transformatoren und ähnliche Zwecke verwendet.

Thermalloy ist eine temperaturempfindliche Legierung mit ungefähr 66,5 % Ni, 30 % Cu und 2 % Fe. Die Permeabilität läßt bei höheren Temperaturen nach. Durch Veränderung der Zusammensetzung und der Warmbehandlung kann man fast jede gewünschte Eigenschaft erhalten. Das Material ist erfolgreich für magnetische Schalter in Wattstundenzählern zum Ausgleich von Fehlern verwendet, die durch verschiedene Temperaturen entstehen.

KS-Magnetischer Stahl. Dieser permanente Magnetstahl wurde von Kotaro Honda entwickelt. Durch Zusatz einer beträchtlichen Menge Kobalt zum magnetischen Stahl der gewöhnlichen Zusammensetzung wurde ein Stahl erzeugt, der bemerkenswerte magnetische Eigenschaften hat. Ohne Opferung der Rückstands-Induktion gibt diese Legierung eine koerzive Kraft, die mehr als dreimal so groß ist als diejenige der besten früher erzeugten Magnetstähle. Bei richtiger Konstruktion ist es möglich, die für einen bestimmten Zweck benötigte Stahlmenge auf ungefähr ein Drittel derjenigen zu verringern, die für ältere Arten Magnetstahl benötigt war. Es ist auch möglich, stabile Magnete von einer Gestalt herzustellen, die früher nicht möglich war. Wegen des hohen Preises von Kobalt und der kostspieligen Herstellung ist die Verwendung von KS-Magnetischer Stahl nur wirtschaftlich, wenn das Gewicht und die Raumfrage eine große Rolle spielen.

Kobaltchrom. Der Hauptbestandteil dieses permanenten Magnetstahles sind Kobalt und Chrom. Die Menge an Kobalt ist gewöhnlich geringer als im KS-Stahl und der Chromgehalt höher. Die Rückstands-Induktion ist etwas geringer als für gewöhnlichen Magnetstahl, aber die koerziven Kraftwerte lassen sich günstig mit KS-Stahl vergleichen. Die Warmbehandlung ist ziemlich schwierig.

Permanite. Das ist ein permanenter Stahl, der Eigenschaften hat, die zwischen denen des Kobaltchroms und den gewöhnlichen Magnetstählen liegen. Er kann auch Kobalt-Chrom-Wolframlegierung genannt werden. Die

koerzive Kraft ist ungefähr 50 % höher als bei gewöhnlichen Wolfram- oder Chrommagnetstählen und die Rückstands-Induktion ist fast dieselbe.

Nomag. Diese Legierung ist kaum als magnetische Legierung anzusprechen. Sie ist praktisch ein nichtmagnetisches Gußeisen, welches seine Eigenschaften dem Vorhandensein von ungefähr 6 % Mangan verdankt. Bearbeitbar wird sie durch Zusatz von 6 % Ni. Sie hat einen hohen elektrischen Widerstand und kann verwendet werden, wo die gewöhnlichen mechanischen Eigenschaften von Gußeisen erwünscht sind, aber wo ein magnetisches Material nicht anwendbar ist. (The Iron Age. Bd. 121, S. 534.) *Ill.*

Verschiedenes.

Thermoelektrische Generatoren. — Für gewisse Zwecke, bei denen große Spannungskonstanz erwünscht ist, kann ein aus einer Reihenschaltung von Thermoelementen bestehender Generator mit Vorteil Verwendung finden. Abb. 10 zeigt die Klemmenspannung (*a*) und die

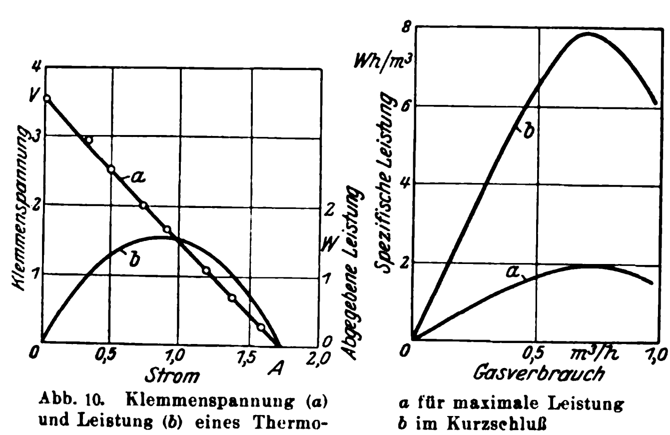


Abb. 10. Klemmenspannung (*a*) und Leistung (*b*) eines Thermogenerators.

a für maximale Leistung
b im Kurzschluß

Abb. 11. Elektrische Leistung und Gasverbrauch.

nach außen abgebbare Leistung (*b*) eines gasgeheizten Generators (Eisen-Konstanten) bei 2 Ω innerem Widerstand. Die parabolische Form der Leistungskurve folgt aus der Gleichung $W = EI - I^2 R_i$ (W = Leistung, E = EMK, I = Strom, R_i = innerer Widerstand). Untersucht man die Beziehung zwischen der elektrischen Leistung und der aufgewandten Wärmemenge, so ergibt sich Abb. 11, in der Kurve *a* für maximale Leistung und Kurve *b* für Kurzschluß gilt. Es gibt also einen günstigsten Gasverbrauch, da, wie andere Kurven zeigen, die Steigerung der Wärmezufuhr über ein bestimmtes Maß hinaus zur Erhöhung der elektrischen Leistungsfähigkeit nicht mehr nennenswert beiträgt. Der thermische Wirkungsgrad ist sehr niedrig; er beträgt für den betrachteten gasgeheizten Generator bei der Höchstleistung 0,04 % und wurde bei einem größeren koksbeheizten Generator (½ kW) zu 3...4 % bestimmt. (T. F. Wall, El. Review Bd. 101, S. 847.) *nkl.*

Weshalb frieren Warmwasserleitungen leichter ein als Kaltwasserleitungen? — Es ist eine oft beobachtete Tatsache, daß unter sonst gleichen Umständen eine Warmwasserleitung leichter einfriert als eine Kaltwasserleitung. Die Ursache ist nach L. McCulloch in zwei physikalischen Eigentümlichkeiten des Wassers zu suchen, nämlich in seiner geringen Wärmeleitfähigkeit und in dem Dichtigkeitsmaximum bei 4°. Infolge der geringen Wärmeleitfähigkeit findet in einer Wassersäule der Wasserausgleich fast ausschließlich durch Konvektion statt, die durch das verschiedene spezifische Gewicht von Wasser verschiedener Temperatur hervorgerufen wird. Tritt nun eine Wasserleitung durch eine Zone, die sich unter dem Gefrierpunkt befindet, von unten her in einen Raum ein, dessen Temperatur sich über dem Gefrierpunkt befindet, so kühlt sich das Wasser in der Gefrierzone bis auf 4° ab, ohne daß eine Zirkulation stattfindet. Bei weiterer Abkühlung aber steigt das nun spezifisch leichtere Wasser nach oben und die Zirkulation erstreckt sich so weit, wie das wärmere Wasser spezifisch schwerer ist als das kältere Wasser, also höchstens bis zu einem Punkt, wo die Temperatur des Wassers etwa 8° beträgt. Bei einer Kaltwasserleitung liegt dieser Punkt ziemlich hoch in dem warmen Raum, so daß das aufsteigende abgekühlte Wasser sich in dem warmen Raum wieder erwärmen kann. Bei einer Warmwasserleitung liegt dagegen dieser Punkt dicht an der Eintrittstelle in den warmen Raum; die Zirkulation erstreckt sich also praktisch nur auf die Gefrierzone und die Folge ist, daß das Wasser in dieser Zone sich nicht in dem darüber befindlichen wärmeren Raum wieder erwärmen kann und in kurzer Zeit sich bis unter den Gefrierpunkt abkühlt. Voraussetzung für das Einfrieren ist nach dieser Erklärung, daß eine Zirkulation aus der Gefrierzone nach unten nicht stattfinden kann, daß also das Wasser unterhalb der Gefrierzone eine Temperatur von 4° hat. (L. McCulloch, Westinghouse Techn. Press. Service, A-8514.) *Br.*

Energiewirtschaft.

Die A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft. — Mitte Mai ist von den Elektrowerken, der Preußischen Elektrizitäts-A. G. und dem Bayernwerk die A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft mit zunächst 1 Mill. RM Kapital gegründet worden. Ihre Aufgabe besteht hauptsächlich in einer engen Zusammenarbeit zwischen den Energiewirtschaftsgebieten der einzelnen Gesellschaften und in der Lösung gemeinschaftlicher Aufgaben. Insbesondere ist der Bau einer 220 kV-Leitung in Aussicht genommen, die, ähnlich wie im Westen Deutschlands die des RWE, den Norden mit dem Süden verbinden und die Zusammenarbeit von Dampf- und Wasserkraftwerken weiter rationalisieren soll. Von vornherein wurde Vorsorge dafür getroffen, daß der Kreis der Gesellschafter keineswegs beschränkt, sondern auch anderen Elektrizitätsversorgungsunternehmungen der Beitritt jederzeit möglich ist. Der Vorstand besteht zunächst aus den Leitern der beteiligten Unternehmungen, den Direktoren Jahncke (Elektrowerke), Menge (Bayernwerk) und Frank (Preag). Der Aufsichtsrat ist aus 9 Mitgliedern zusammengesetzt, u. zw. gehören ihm von jeder Gründergesellschaft der Vorsitzende des Aufsichtsrats und zwei weitere Direktionsmitglieder an. Es sind dies die Herren: Dr. Bolzani (Elektrowerke), Ministerialrat a. D. Decker (Bayernwerk), Ministerialrat Heyden (Preag), Geh. Regierungsrat Dr. Lenzmann (Elektrowerke), Ministerialrat Obpacher (Bayernwerk), Direktor Peucker (Elektrowerke), Ministerialrat Roemer (Preag), Staatsminister a. D. Dr. Schweyer (Bayernwerk), Ministerialdirektor Geh. Regierungsrat Dr. Staudinger (Preag). Zum Vorsitzenden wurde Dr. Lenzmann, zu Stellvertretern Dr. Staudinger und Dr. Schweyer gewählt. Praktisch dürfte sich die Arbeit der neuen Gesellschaft derart gestalten, daß die Erweiterung von bestehenden oder der Bau neuer Kraftwerke, die Heranziehung von Braunkohle oder Wasserkraft gemeinsam und nach den wirtschaftlichsten Gesichtspunkten entschieden wird. Man denkt ferner daran, innerhalb der Anlagen der drei Gesellschaften vollkommen einheitliche Konstruktionsteile zu verwenden. Das Ausprobieren von Neuerungen wird statt an drei Stellen in Zukunft nur noch an einer stattzufinden brauchen. Über die Streckenführung der geplanten Höchstspannungsleitung, die Aufbringung der Baukosten usw. bestehen z. Z. noch keine endgültigen Beschlüsse. Ganz unabhängig vom Sozialisierungsgesetz und behördlichen Eingriffen hat die freie Entwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft nunmehr zu diesem Ergebnis geführt, das selbstverständlich noch lange kein Endergebnis darstellt. Das Zusammengehen kam nicht überraschend, denn die Anlagen der Preußischen Elektrizitäts-A. G. sind bereits seit dem vorigen Jahr mit dem Bayernwerk verbunden, und Anfang dieses Jahres hat der sogenannte norddeutsche Elektrofriede statt der bisherigen Differenzen eine freundschaftliche Annäherung zwischen den Reichselektrowerken und der Preag herbeigeführt. Wenn man bedenkt, daß das Bayernwerk mit der RWE-Südleitung und dem Badenwerk gekuppelt ist und die Preußische Elektrizitäts-A. G. ihre Kraftwerke augenblicklich mit den VEW verbindet, daß außerdem ein enger Zusammenschluß des Netzes der Elektrowerke mit dem der ASW wie auch der Esag besteht, kann man sagen, daß praktisch bereits fast alle größeren Werke heute in mehr oder weniger enger Gemeinschaftsarbeit stehen. Soll die neugegründete A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft ihren Namen zu vollem Recht tragen, müßten auch die übrigen großen deutschen Elektrizitätswerke, in erster Linie das RWE, mit einbezogen werden.

Dehne.

Der Stromverbrauch elektrischer Wärmespeicheröfen. — Die Bedeutung elektrischer Speichergeräte für die bessere Ausnutzung der Elektrizitätserzeugung und -verteilung, besonders während der Nachtstunden, ist in letzter Zeit oft behandelt worden. Das Bäckereigewerbe ermöglicht nun ebenfalls den ausgiebigen



Gebrauch der elektrischen Wärmespeicherung in seinen Backöfen. Während es z. Z. noch viel mit den unhygienischen, direkt kohlebeheizten Öfen arbeitet, würde beim Einführen des elektrischen Backens die Backware nicht mehr mit Asche, Rauch, Ruß und Kohlenstaub in Verbindung kommen, ebenso wie die bei der Kohlenfeuerung unvermeidlichen Abgase verschwinden würden. Der Verbrauch an Kohle für das Bäckereigewerbe ist nämlich sehr groß und beträgt rd. 2 Mill. t jährlich. Karlsbad verbietet schon heute, mit Rücksicht auf die Kurgäste und auf den schädlichen Einfluß der Abgase auf die Waldungen, die Aufstellung kohlebeheizter Backöfen. Die elektrischen Speicherbacköfen sind aber so gut durchgebildet, daß es technisch und wirtschaftlich möglich ist, sie in weitestgehendem Maße zu benutzen. Entscheidend ist dabei natürlich, welche Strompreise für das Bäckergewerbe und die Elektrizitätswerke tragbar sind, der Stromverbrauch je Gewichtseinheit der Backware muß also einwandfrei festgestellt werden.

Zur Klärung dieser Frage wurde, wie Dr.-Ing. W. Hensel berichtet, von der VDEW der in der Musterbäckerei der Münchener Ausstellung 1927 „Das Bayerische Handwerk" aufgestellte elektrische Wärmespeicherbackofen der Deutschen Backofenbaugesellschaft m. b. H. unter Leitung des Bayerischen Dampfkesselüberwachungsvereins untersucht[1]. Die Versuche haben zu sehr günstigen Ergebnissen geführt. So betrug der Wirkungsgrad des Ofens für das Ausbacken von Schwarzbrot rd. 52 % und von Brötchen rd. 62 % gegenüber den Wirkungsgraden kohlebeheizter Backöfen von rd. 10 bis 15 %, je nach Ofenbauart, und 40 % bei direkt beheizten Gasbacköfen. Die Qualität der Backware mußte dabei als ganz vorzüglich bezeichnet werden. Durch diese Versuche hat der Speicherofen gegenüber anderen Ansichten seine Berechtigung erwiesen, u. zw. auf Grund des Ergebnisses der Eberleschen Versuche mit einer möglichst vollkommenen Isolierung. In backtechnischer Hinsicht ergeben sich aus dem Fortfall genauer Regulierung bedeutende Vorteile. Wegen seines günstigen Wirkungsgrades und einer geradezu idealen Erfüllung der eingangs erwähnten volkswirtschaftlichen Erfordernisse scheint somit dem Wärmespeicherbackofen die Zukunft zu gehören. Wenn es den Elektrizitätswerken nun möglich ist, die Kilowattstunde mit 3 bis 3,5 Pf abzugeben, so dürfte auch der elektrische Speicherofen wirtschaftlich günstig sein, wie Dr. Dr. Windel nachgewiesen hat.

In diesem Zusammenhang möchte ich noch bemerken, daß Direktor Ely, einer der Vorkämpfer auf dem Gebiete der Elektrowärmeversorgung, den Einbau der Backspeicheröfen in Nürnberg sehr unterstützt und den Strom für diese Zwecke zu einem sehr billigen Preise zur Verfügung stellt. Bei diesem können die Bäcker wirtschaftlich backen, und dem Elektrizitätswerk dürfte noch ein gewisser finanzieller Gewinn erwachsen neben den Vorteilen, daß die Nachtbelastung größer wird. Da Nürnberg aber seinen Strom hauptsächlich vom Bayernwerk bezw. von der Betriebsgemeinschaft Kachlet-Franken bezieht, wird das sonst während der Nacht nutzlos fortfließende Wasser ausgenutzt und an dem Volksvermögen Kohle gespart, das sonst für diese Backzwecke benötigt werden würde. (Elektrizitätswirtsch. 1928, Nr. 449, S. 14.) *Smo.*

[1] Vgl. auch Z. Bayer. Rev.-V. Bd. 32, 1928, S. 107.

Aus dem Jahresbericht der Federal Power Commission für 1926/27[1]. — In der Berichtszeit wurden der Federal Power Commission 79 Lizenzgesuche vorgelegt, die zusammen mit 13 anderen Bewerbungen früherer Lizenznehmer eine voraussichtliche Installation von insgesamt 2,430 Mill. kW einschließen. Die Zahl der Gesuche entspricht ungefähr derjenigen, die in früheren Jahren gestellt wurden, nämlich durchschnittlich 100 im Jahre, seitdem der erste große Anlauf, der dem Erlaß des Wasserkraftgesetzes folgte, vorübergegangen ist. Unter den bedeutendsten der geplanten Wasserkraftanlagen sind zu nennen: Das New Riwer-Projekt der Appalachian Electric Power Co. mit rd 75 000 kW und das Savannah River-Projekt der Savannah River Electric Co. mit 88 000 kW. Es liegen auch einige größere Projekte für Alaska vor, die hauptsächlich den Zweck haben, Papier- und Zellulosefabriken mit elektrischer Arbeit zu versorgen. 31 neue Projekte mit einer Gesamtleistungsfähigkeit von 265 000 Kilowatt sind im abgelaufenen Jahre und damit seit dem Erlaß des Wasserkraftgesetzes im ganzen 128 neue Anlagen mit einer Leistungsfähigkeit von 3,390 Mill. kW in Angriff genommen oder fertiggestellt worden. Die beiden größten der in 1926/27 vollendeten Werke sind die am Pigeon River mit 75 000 und am Chelansee im Staate Washington mit etwas über 80 000 kW. Wie im vorjährigen Bericht stimmt auch dieses Mal die Kommision ein Klagelied über das geringe ihr bewilligte Personal an. Sie beklagt es besonders, daß sie dadurch nicht in der Lage sei, eingehend zu prüfen, ob die angesetzten Kapitalien zweckentsprechend verwertet würden. Es läßt sich daraus vielleicht der Schluß ziehen, daß der Wunsch der Kommission nach einem größeren Personal von interessierter Seite sabotiert wird, da Kapitalverwässerungen in Amerika sehr beliebt sind. Bei der Arbeit der Kommission entstehen besondere Schwierigkeiten dadurch, daß der Begriff der schiffbaren Ströme, auf die ihre Kompetenz beschränkt ist, nicht genau festliegt. Hierdurch wird die Entwicklung oft sehr wertvoller Wasserkraftanlagen manchmal stark verzögert. Es ist daher unter Umständen der Erlaß eines besonderen Gesetzes durch den Kongreß notwendig, um den Interessenten eine Konzession von solcher Gewißheit und Dauer zu geben, die ihnen angemessene Abschreibungen ermöglicht und so die Kraft nicht allzusehr verteuert. Der Erlaß eines solchen Gesetzes ist natürlich immer sehr umständlich. Die Kommission schlägt deshalb in ihrem Jahresbericht vor, ihre eigenen Kompetenzen so zu erweitern und zu umgrenzen, daß sie auch in Fällen, die bisher zweifelhaft waren, die Konzession verleihen könne, um die Entwicklung von Strömen, deren Schiffbarkeit als zweifelhaft angesehen werden kann, zu fördern. (El. World Bd. 90, 1927, S. 1058.) *Ha.*

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 23.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Bekanntmachung.

Der Elektrotechnische Verein E. V. veranstaltet

am Montag, dem 18. Juni 1928 von 7h abends ab einen Begrüßungsabend für die Teilnehmer an der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker auf den Terrassen am Halensee (Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 124 a).

Der Begrüßungsabend findet auf den unteren Terrassen des Hauptrestaurants statt. Der Zutritt ist nur gegen Eintrittskarten gestattet, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin W 35, Potsdamer Straße 118 a, erhältlich sind. Der Begrüßungsabend ist als zwangloses Beisammensein mit kaltem Imbiß gedacht, der um 8h abends aufgetragen wird. Die außerhalb von Groß-Berlin wohnhaften Mitglieder des EV (nebst Angehörigen), die unmittelbaren Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und die Mitglieder der an diesen Verband angeschlossenen Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften, die an dem Begrüßungsabend teilnehmen, werden als Gäste des Elektrotechnischen Vereins E. V. betrachtet. Von den in Groß-Berlin wohnhaften Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins, die an dem Begrüßungsabend teilnehmen, wird ein Kostenbeitrag von je 3 RM (Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302) erhoben; nach Eingang des Betrages wird die Eintrittskarte und die Berechtigungskarte zur Teilnahme am Imbiß einschließlich der Gutscheine zur Entnahme von Getränken bis zum Gesamtbetrage von 2 RM übersandt.

Die Karten sind seitens der Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins in Berlin bis spätestens 12. Juni 1928 mittags bei der Geschäftstelle des Vereins zu beziehen.

Eine Ausgabe von Teilnehmerkarten am Begrüßungsabend findet nicht statt.

An die Mitglieder der übrigen an den Verband Deutscher Elektrotechniker angeschlossenen elektrotechnischen Vereine ergehen besondere Einladungen.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende.
K. W. Wagner.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

XXXIII. Jahresversammlung des VDE in Berlin 1928.

Zusammenstellung der technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen des VDE anläßlich der XXXIII. Jahresversammlung in Berlin vom 17. bis 19. Juni 1928.

Montag, den 18. Juni 1928, vormittags 9 Uhr,
in Kroll's Festsaal am Tiergarten.

Vortrag:

Reichsbahndirektor Wechmann, Berlin: „Die Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen."

Fachsitzungen:

Ab 3 Uhr nachmittags; Technische Hochschule.
(Die Vortragssäle sind im Portal angegeben und durch Türschilder gekennzeichnet.)

A. Elektrische Kraftwerke und Kraftübertragung.

Einführender: Direktor Rachel, Dresden.

1. Burger, Berlin: „Stromverteilung in Großstädten durch Hochspannung- und Niederspannung-Verteilungsnetze".
2. Bormann, Elisabeth, Berlin: „Dielektrische Verlustmessungen an Drehstromkabeln bei betriebsmäßiger Beanspruchung".
3. Lesch, Mannheim: „Neuerung auf dem Gebiete des Distanzschutzes".
4. Mangoldt, Berlin: „Über die wirtschaftlichste Spannungsregulierung in Höchstspannungsanlagen".
5. Müller, Berlin: „Ein neuer Vorschlag zur Berechnung von Betonfundamenten".
6. Scheller, Berlin: „Herstellung von Höchstspannungsleitungen mit glatter Oberfläche".
7 Schweppenhäuser, Rendsburg: „Verhalten von Freileitungen bei Salzablagerungen unter dem Einfluß der Meeresnähe".

B. Elektrische Industrieanlagen.

Einführender: Reg.-Rat Dr. Vieweg, Berlin.

1. Bisschop, Berlin: „Der Schlagwetterschutz kleiner elektrischer Vorortmaschinen und seine Prüfung".
2. Kesselring, Berlin: „Versuche mit Hochleistungschaltern".
3. Müller, Niedersedlitz: „Der Chemismus des Ölschalters".
4. Büchner, Berlin: „Gekapselte Hochspannungs-Schaltanlagen".
5. Estorff, Berlin: „Schaltgeräte für 200 kV-Anlagen".

C. Fernmeldetechnik und Elektrophysik.

Einführender: Prof. Dr. Franke, Berlin.

1. Hudec, Berlin: „Erzwungene Kippschwingungen und ihre technischen Anwendungen".
2. Kumlik, Niedersedlitz: „Beiträge zur Beurteilung von Hartpapier".
3. Rogowski, Aachen: „Die weitere Entwicklung des Kathodenoszillographen".
4. Flegler, Aachen: „Spule und Wanderwelle".
5. Handrek, Hermsdorf: „Durchschlagfestigkeit und Verlustwinkel fester Hochspannungs-Isolierstoffe".

D. Maschinen und Transformatoren.

Einführender: Dir. Dr. Fleischmann, Berlin.

1. Kloss, Berlin: „Lehrfilme".
2. Müller, Berlin: „Wechselstrom-Lokomotivmotoren".
3. Töfflinger, Berlin: Neuerungen an elektrischen Fahrzeugmotoren".
4. Bechmann, Berlin: „Über die Abhängigkeit der zusätzlichen Ankerwicklungstromwärme bei Gleichstrommaschinen von der Stromwendungsdauer".
5. Alzner, Niedersedlitz: „Drehstrommotoren mit Nebenschluß-Erregermaschinen".
6. Monath, Berlin: „Die neuen Schnellzugslokomotiven $1\,D_0\,1$ der AEG und SSW für die Deutsche Reichsbahn".

Dienstag, den 19. Juni 1928, vormittags 9 Uhr,
in Kroll's Festsaal am Tiergarten.

Vorträge:

Geh. Rat Prof. Dr.-Ing. E. h. Reichel, Berlin: „Die Gleichstromversorgung der Reichsbahn, insbesondere durch Gleichrichteranlagen".

Direktor Prof. Dr.-Ing. E. h. Petersen, Berlin: „Wechselstromversorgung der Reichsbahn unter Berücksichtigung der Netzkuppelung".

Fachsitzungen:

Ab 3 Uhr nachmittags: Technische Hochschule.
(Die Vortragssäle sind im Portal angegeben und durch Türschilder gekennzeichnet.)

A. Elektrische Kraftwerke und Kraftübertragung.

Einführender: Direktor Rehmer, Berlin.

1. Schwenkhagen, Kassel: „Das Buchholz-Schutzsystem und seine Anwendung in der Praxis".
2. Weißbach, Berlin: „Ferngesteuerte und selbsttätige Gleichrichterunterwerke".
3. Wellmann, Eupen: „Bemerkung zu den holländischen Bedingungen für die Prüfung von Hochspannungskabeln".
4. Geise, Berlin: „Erfahrungen mit Resonanzkreisen zur Oberwellenbeseitigung in Gleichrichteranlagen".
5. Friedländer, Berlin: „Die Verzerrung der Netzspannungskurve durch die Transformatoren".
6. Piloty, Berlin: „Fortschritte in der Kompensation der Oberwellen des Erdstromes".
7. Draeger, Rosenthal: „Lichtbogenüberschläge hoher Leistung an Freileitungsisolatoren".

B. Elektrische Industrieanlagen.

Einführender: Prof. Dr. Marx, Braunschweig.

1. Müller, Hermsdorf: „Die Wirkung von Schutzfunkenstrecken bei Durchführungen".
2. Kröll, Mannheim: „Fernsteuerung elektrischer Anlagen".
3. Meiners, Berlin: „Neuzeitliche automatische Schaltanlagen".
4. Schleicher, Berlin: „Die Fernmessung über hochspannungseitig beeinflußte Schwachstromleitungen".
5. Schleicher, Berlin: „Fernsteueranlagen".

C. Fernmeldetechnik und Elektrophysik.

Einführender: Prof. Dr. Rogowski, Aachen.

1. Riepka, Berlin: „Fortschritte auf dem Gebiet der Hochohm-Widerstände".
2. Schoder, Schweidnitz: „Neuerungen auf dem Gebiet elektrischer Zeitschaltapparate".
3. Schiller, Mannheim: „Über den Einfluß der Armierung auf die Schutzwirkung des Kabelmantels gegen Starkstromstörungen".
4. Doebke, Berlin: „Das Nebensprechen in Fernsprechkabeln".
5. Moser, Berlin: „Versuche mit Richtantennen bei kurzen Wellen".
6. Hartmann, Berlin: „Neuere Untersuchungen an Kohlenmikrophonen".

D. Maschinen und Transformatoren.

Einführender: Prof. Dr. Kloss, Berlin.

1. Peters, Berlin: „Vorgänge beim Einschwingen von Synchronmaschinen im Paralellbetrieb".
2. Koch, Berlin: „Fortschritte in Generatorschutzsystemen".
3. Löbl, Berlin: „Kurvenform der Spannung an der offenen Phase beim zweipoligen Kurzschluß".
4. Reimann, Berlin: „Beanspruchung von Stromwandlern durch Wanderwellen".
5. Bauch, Berlin: „Überlastrelais zum Schutz von Transformatoren".



Bekanntmachung.

Betr. Anträge auf Satzungsänderung für die Jahresversammlung 1928.

Der Vorstand hat in seiner Sitzung vom 23. April d. J. beschlossen, dem Ausschuß und der Jahresversammlung folgende Anträge auf Satzungsänderung vorzulegen:

III. Mitgliedschaft.

§ 4.

Alte Fassung:

Mitglied des Verbandes kann jeder Deutsche und jeder in Deutschland Wohnende sein, der auf dem Gebiete der Elektrotechnik und verwandter Berufszweige ein wissenschaftliches oder praktisches Interesse hat.

. . . .

Neue Fassung:

Mitglied des Verbandes kann jeder sein, der auf dem Gebiete der Elektrotechnik und verwandter Berufszweige ein wissenschaftliches oder praktisches Interesse hat.

. . . .

V. Vorstand.

§ 8.

Alte Fassung:

Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, zwei stellvertretenden Vorsitzenden und acht weiteren Mitgliedern.

Neue Fassung:

Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, zwei stellvertretenden Vorsitzenden und neun weiteren Mitgliedern.

§ 9.

Alte Fassung:

Neun Mitglieder des Vorstandes werden von der Jahresversammlung durch einfache Stimmenmehrheit auf zwei Jahre gewählt. Von ihnen werden zwei weitere Mitglieder hinzugewählt. Wiederwahl ist zulässig, doch soll die Amtsdauer 6 Jahre im allgemeinen nicht überschreiten. Von dieser Vorschrift darf nur mit besonderer Begründung in Ausnahmefällen abgewichen werden.

Neue Fassung:

Der Vorsitzende, die beiden stellvertretenden Vorsitzenden sowie sieben Mitglieder des Vorstandes werden von der Jahresversammlung durch einfache Stimmenmehrheit auf zwei Jahre gewählt. Die somit gewählten Vorstandsmitglieder wählen zwei weitere Mitglieder hinzu. Wiederwahl von Vorstandsmitgliedern ist zulässig, doch soll die Amtsdauer 6 Jahre im allgemeinen nicht überschreiten. Von dieser Vorschrift darf nur mit besonderer Begründung in Ausnahmefällen abgewichen werden.

VII. Kommissionen

§ 19.

Alte Fassung:

Zur Vorbereitung und Behandlung bestimmter Aufgaben und Fragen werden von der Jahresversammlung Kommissionen gewählt. Ihr Mandat erstreckt sich, sofern bei der Wahl nichts anderes bestimmt wird, auf die Dauer je eines Jahres.

Der Vorstand kann in besonderen Fällen die Aufgaben erweitern, schon bestehenden Kommissionen neue Aufgaben zur Behandlung überweisen oder neue Kommissionen bilden.

Die Kommissionen erstatten ihre Berichte an den Vorstand und durch diesen an den Ausschuß oder an die Jahresversammlung.

Neue Fassung:

Zur Vorbereitung und Behandlung bestimmter Aufgaben und Fragen werden von der Jahresversammlung Kommissionen errichtet, deren Arbeitsauftrag sich auf die Dauer zweier Jahre erstreckt, falls bei der Errichtung nichts anderes bestimmt wurde. Nach Ablauf dieser Zeit muß Neuwahl erfolgen, wenn noch Aufgaben für die betr. Kommissionen vorliegen, wobei Wiederwahl der Mitglieder zulässig ist.

Der Vorstand kann die Aufgaben erweitern, schon bestehenden Kommissionen neue Aufgaben zur Behandlung überweisen, Kommissionsarbeiten für beendet erklären oder neue Kommissionen bilden.

Die Kommissionen erstatten ihre Berichte an den Vorstand und durch diesen an den Ausschuß oder an die Jahresversammlung.

Gemeinsame Bestimmungen für Vorstand, Ausschuß und Kommissionen.

§ 22.

Alte Fassung:

Vorstand und Ausschuß treten ihre Amtstätigkeit mit Beginn des auf die Wahl folgenden Geschäftsjahres an. Hat eine Jahresversammlung nicht stattfinden können, so bleiben die sonst ausscheidenden Mitglieder des Vorstandes und Ausschusses bis zum Schluß des nächsten Geschäftsjahres im Amt. Die Amtsdauer der Kommissionen läuft von einer Jahresversammlung bis zur nächsten. Kommissionen können nur durch Beschluß der Jahresversammlung aufgelöst werden.

Neue Fassung:

Vorstand und Ausschuß treten ihre Amtstätigkeit mit Beginn des auf die Wahl folgenden Geschäftsjahres an. Hat eine Jahresversammlung nicht stattfinden können, so bleiben die sonst ausscheidenden Mitglieder des Vorstandes und Ausschusses bis zum Schluß des nächsten Geschäftsjahres im Amt.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Die der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegten

„Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an"

(S. ETZ 1928, S. 702) umfassen die bisherigen

1. Normen und Prüfvorschriften für Porzellanisolatoren Abschnitt D, gültig ab 1. X. 1920, angenommen durch die Jahresversammlung 1920, veröffentlicht ETZ 1920, S. 737; 1921 S. 473; 1922, S. 26 und 1923, S. 163 (Sonderdruck VDE 255). Die Abschnitte A, B und C sind bereits außer Kraft gesetzt.
2. Leitsätze für die Prüfung von Kettenisolatoren, gültig ab 17. X. 1922, angenommen durch die Jahresversammlung 1922, veröffentlicht ETZ 1922, S. 1347 Sonderdruck VDE 282).

Der Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad beantragt daher bei der Jahresversammlung 1928, die beiden vorerwähnten Arbeiten außer Kraft zu setzen.

Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen.

Der Ausschuß hat in ETZ 1928, S. 305, den Entwurf 1 zu „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Kleintransformatoren mit Kleinspannungen R.E.K.T./1929" bekanntgegeben.

Die auf diese Veröffentlichung innerhalb der gesetzten Frist bis zum 15. April 1928 eingegangenen Einsprüche sind in dem Ausschuß behandelt worden. Das Ergebnis dieser Beratungen ist die nachstehend wiedergegebene Fassung, die als nunmehr endgültig der diesjährigen Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt wird.

Schlußentwurf.

Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R.E.T.K./1929.

Diese Regeln sind in Anlehnung an die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T./1929" und an die „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen)" aufgestellt. Es haben nur Bestimmungen für die Konstruktion und Prüfung solcher Transformatoren Aufnahme gefunden, deren Leistung auf zunächst 1500 VA beschränkt bleibt und deren Sekundärspannung 42 V nicht übersteigt; für Einzelantriebe kann indes diese Leistungsgrenze bis 3500 VA bei Einphasenstrom und bis 5000 VA bei Drehstrom erhöht werden. Bestimmungen über die Installation von Kleinspannungsanlagen sind in diesen Regeln nicht enthalten,



ebensowenig Bestimmungen über die zweckentsprechende Verwendung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln gelten für Transformatoren, deren Herstellung nach dem 1. Januar 1929 begonnen wird.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für Transformatoren, die zum Schutze gegen zu hohe Berührungspannung dienen.

Unter diese Regeln fallen nicht:

Transformatoren mit Primärspannungen über 500 (550) V[1],
Ofentransformatoren[1],
Transformatoren für andere thermische Zwecke[1],
Transformatoren für Fernmeldeanlagen[2],
Meßwandler[3].

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Wicklungen und elektrische Begriffe.

Maßgebend sind die Begriffserklärungen der R.E.T./1929 unter II. A, Wicklungen, und II. B, Elektrische Begriffe, soweit nicht im folgenden Abweichungen besonders angegeben sind (siehe § 6).

§ 4.

Schutzarten.

Hinsichtlich der Schutzart werden unterschieden:

TK 1. Abgedeckt: Abdeckung aller spannungsführenden Teile gegen zufällige oder fahrlässige Berührung; der Eisenkern kann frei liegen. Abdeckung kann durch gelochtes Blech erfolgen.

TK 2. Regensicher: Regen- und spritzwasserdichte Abdeckung aller Teile des Transformators; die Wicklung muß feuchtigkeitsicher imprägniert sein. Zwischen Primär- und Sekundärklemmen und geerdeten Teilen muß ein Mindestabstand von 10 mm eingehalten werden.

TK 3. Gekapselt: Allseitig metallener, mechanisch fester Abschluß mit besonderer Dichtung aller Fugen und nicht abgerichteter Paßstellen. Die Berührung spannungsführender Teile, das Eindringen von fallenden oder gegen die Abdeckung gespritzten Wassertropfen (Regen) sowie von Staub sind verhindert.

TK 4. Explosionsgeschützt: Der Schutz ist besonders zu vereinbaren.

III. Normalwerte.

§ 5.

Frequenzen.

Normale Nennfrequenz ist 50 Per/s.

§ 6.

Spannungen.

Tafel I.

Normale Nennspannungen in Volt bei 50 Per/s.

Normale Betriebspannung nach DIN VDE 2	Nenn- Primär-	Sekundär-spannung
24		**24**
42		**42**
125	125	gemessen bei induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung.
220	**220**	
380	**380**	
500	500	

Die fettgedruckten Spannungen bedeuten Vorzugspannungen, die in erster Linie empfohlen werden, sowohl für Neuanlagen als auch für umfangreiche Erweiterungen.

§ 7.

Leistungen.

Tafel II.

Normale Leistungen in Volt-Ampere bei 50 Per/s.

Einphasenstrom			Drehstrom	
	100			1000
		1000	150	
	200			1500
25		(2000)	300	
	320			(2000)
50		(3500)	500	
	500			(3000)
			750	
	750			(5000)

Die eingeklammerten Werte gelten für Spezialtransformatoren bei Einzelantrieben mit höheren Leistungen.

IV. Bestimmungen.

A. Allgemeine.

§ 8.

Netzanschluß.

Schutztransformatoren mit Kleinspannungen dürfen als Einphasentransformatoren nur einen zweipoligen, als Dreiphasentransformatoren nur einen dreipoligen Netzanschluß haben.

§ 9.

Verbrauchsanschluß.

Auf der Unterspannungseite darf im allgemeinen nur eine Verbrauchspannung, bei Drehstromtransformatoren kann jedoch außerdem noch die sekundäre Nullpunkt-Spannung herausgeführt werden.

§ 10.

Anzapfungen und Umschaltungen.

Um den Anschluß des Transformators für Netze verschiedener Spannungen einzurichten, können Anzapfungen oder Umschaltungen vorgesehen werden. Änderungen der bestehenden Schaltung sind nur durch den Hersteller oder die von ihm ausdrücklich ermächtigten Elektrizitätswerke und Selbstverbraucher zulässig. Die hierzu erforderlichen Leitungen müssen zu einer vom Anschluß getrennten und von außen nicht zugänglichen Klemmenleiste geführt werden; die Betätigung muß von außen unausführbar sein.

Um am Verwendungsort Abweichungen der Netzspannung bis ± 7 % auszugleichen, können Anzapfungen vorgesehen werden. Die hierzu erforderlichen Leitungen müssen zu einer vom Anschluß getrennten und von außen zugänglichen Klemmenleiste geführt werden, die Betätigung muß von außen ausführbar sein; der Spannungswert der einzelnen Klemmen ist zu kennzeichnen.

§ 11.

Erdung.

Um den Erdungsanschluß des metallenen Gehäuses zu ermöglichen, ist am Schutztransformator eine Erdungsklemme oder -schraube von mindestens 6 mm Durchmesser vorzusehen. Der Schutztransformator muß so gebaut sein, daß auf der Sekundärseite eine leitende Verbindung von metallenen Leitungsumhüllungen mit dem Gehäuse unmöglich gemacht ist.

Wird zum Anschluß eine Steckvorrichtung mit Schutzkontakt (für Erdung, Nullung und Schutzschaltung) verwendet, so ist der Schutzkontakt mit dem Gehäuse des Schutztransformators zu verbinden.

§ 12.

Wicklungen.

Leitende Verbindungen dürfen weder zwischen Primär- und Sekundärwicklung, noch zwischen Wicklungen und Gehäuse bestehen. Beide Wicklungen müssen so voneinander und von dem Gehäuse getrennt sein, daß dieser Forderung auch bei etwaigem Drahtbruch der Wicklungen genügt wird.

§ 13.

Isolierfestigkeit.

Die Prüfung der Isolierfestigkeit erfolgt als Wicklungsprobe nach den Bestimmungen der R. E. T., jedoch mit einer einheitlichen Prüfspannung von 2500 V bzw. 2500 V + 15 % ≈ 3000 V bei Trockentransformatoren, wenn die Probe in kaltem Zustande vorgenommen wird.

[1] Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren/R.E.T.
[2] Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen).
[3] Regeln für die Bewertung und Prüfung von Meßwandlern.



Mit Ausnahme der Schutzart TK 1 müssen die Schutztransformatoren die Wicklungsprobe auch nach 24-stündiger Lagerung in einem mit Feuchtigkeit gesättigten Raum von 20 ° C aushalten.

§ 14.

Erwärmung.

Die Erwärmung ist zu messen bei Dauerbetrieb mit der Nennleistung. Bei der Prüfung dürfen die betriebsmäßig vorgesehenen Abdeckungen und Umhüllungen nicht entfernt werden.

Für die höchstzulässigen Grenzwerte der Erwärmung und Temperatur sowie für ihre Messung gelten die Bestimmungen der R. E. T.

§ 15.

Hersteller und Firmenzeichen.

Jeder Schutztransformator muß den Namen des Herstellers oder dessen Firmenzeichen tragen. Diese Angaben können auch auf dem Leistungschild angebracht werden.

§ 16.

Leistungschild.

Jeder Schutztransformator muß ein Leistungschild tragen; dieses soll so befestigt werden, daß es auch im Betriebe bequem gelesen werden kann. Auf dem Leistungschild sind deutlich und haltbar folgende Angaben anzubringen:

1. Modellbezeichnung oder Listennummer,
2. Nennleistung,
3. Nenn-Primärspannung,

Falls Anzapfungen oder Umschaltungen (Dreieck-Stern, parallel oder in Reihe) vorgesehen sind, ist die jeweilige Primärspannung, für die der Schutztransformator geschaltet ist, anzugeben. Eine nachträgliche Änderung der Schaltung durch Anzapfungen oder Umschaltungen macht eine Änderung des Leistungschildes erforderlich, die gleichfalls nur durch den Hersteller oder die von ihm ausdrücklich ermächtigten Elektrizitätswerke und Selbstverbraucher zulässig ist (siehe § 10). Falls Anzapfungen nach § 10 vorgesehen sind, ist deren Bereich von ± 7 % bei der Angabe der Oberspannung mit zu vermerken.

4. Sekundärspannung,
5. Frequenz,
6. Schutzart (abgekürzt TK 1, TK 2, TK 3, TK 4),
7. weitere zusätzliche Angaben nach § 19.

§ 17.

Schutzarten.

TK 1. Abgedeckt: Zulässig für trockene Innenräume.

TK 2. Regensicher: Zulässig für feuchte Räume und für das Freie.

TK 3. Gekapselt: Zulässig für durchtränkte und feuergefährliche Räume. Gegen chemische Einflüsse von Dämpfen und Gasen muß die Wicklung gegebenenfalls durch besondere Lackierung geschützt sein.

TK 4. Explosionsgeschützt: Zulässig für explosionsgefährliche Räume.

B. Besondere.

§ 18.

Ortsveränderliche Schutztransformatoren.

Ortsveränderliche Schutztransformatoren müssen als primäre Verbindung entweder unlösbar mit ihnen verbundene Leitungen oder fest eingebaute Steckerstifte haben. Die Verbindungsleitung darf nicht länger als 2 m sein, Zwischenstücke zur Verlängerung sind unzulässig.

Stecker zur Abnahme der Unterspannung müssen so ausgeführt sein, daß sie in Steckdosen der Oberspannungseite nicht eingeführt werden können und auch beim Versuch ihrer Einführung keine leitende Verbindung herzustellen vermögen.

§ 19.

Kurzschlußsicherheit.

Kann bei dauerndem Kurzschluß der Sekundärseite der Schutztransformator durch Sicherungen oder Selbstschalter nicht geschützt werden, so muß er derart gebaut sein, daß bei dauernd kurzgeschlossenen Sekundärklemmen und bei Nenn-Primärspannung die Erwärmung der Wicklungen folgende Werte nicht übersteigt:

Draht mit Isolierung durch Emaillelack . . .	120 ° C
Draht mit Isolierung durch Seide	100 ° C
Draht mit Isolierung durch imprägnierte Baumwolle	90 ° C

Die Temperaturmessung erfolgt hierbei gleichfalls nach den Bestimmungen der R. E. T.

Derart gebaute Schutztransformatoren müssen auf dem Leistungschild durch ein der Schutzartbezeichnung vorgesetztes „V" gekennzeichnet sein. Ihre Leerlaufspannnung darf 42 V nicht übersteigen.

Für Glühlampenbelastung sind sie nur dann verwendbar, wenn die Verbrauchsleistung stets gleich der vollen Nennleistung des Schutztransformators ist.

§ 20.

Schutztransformatoren für Spielzeuge.

Schutztransformatoren für Spielzeuge dürfen im Gegensatz zu § 9 mit mehreren Sekundärspannungen ausgeführt werden. Die Spannungstufen müssen einzeln bezeichnet sein. Es darf keine höhere Leerlaufspannung als 33 V auftreten, auch nicht durch Hintereinanderschaltung mehrerer, u. U. unabhängiger Spannungstufen. Auf dem Leistungschild ist die bei der höchsten Spannungstufe abgegebene Leistung anzugeben.

§ 21.

Spannungsänderung.

Für Schutztransformatoren von 50 VA und mehr, die nicht nach § 19 ausgeführt sind, soll die Spannungsänderung zwischen induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung und 15 W nicht mehr als 5 % betragen.

Kommission für Installationsmaterial.

Der erste Entwurf der neuen „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928" ist auf die Veröffentlichung in Heft 4 der ETZ 1928 in rund 700 Stück von Interessenten angefordert worden.

Auf Grund der eingegangenen Einsprüche hat die Kommission für Installationsmaterial nachstehenden Schlußentwurf aufgestellt, der nunmehr der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vorgelegt wird.

Für den § 96, der von der Kommission für Installationsmaterial noch nicht endgültig verabschiedet werden konnte, ist eine Einspruchsfrist bis zum 1. Juli 1928 festgelegt. Einsprüche gegen den § 96 sind in doppelter Ausfertigung an die Geschäftstelle zu richten. Bei der Jahresversammlung wird beantragt, den § 96 nach geschäftsordnungsmäßiger Erledigung etwaiger eingehender Einsprüche durch den Vorstand in Kraft zu setzen.

Schluß-Entwurf
(Vorlage für Jahresversammlung) 1928

Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928.

Inhaltsübersicht.

Vorbemerkung.

Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten Absätzen, die grundsätzliche Vorschriften darstellen, enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Ausführungsregeln und Normalabmessungen.

Um dies auch sprachlich zum Ausdruck zu bringen, ist in allen Vorschriften die Wendung „muß", in allen Regeln die Wendung „soll" gebraucht.

Von den Normen abweichende Ausführungen sollen mit den genormten nicht verwechselbar sein.



I. Gültigkeit und Bereich.

§ 1.

Die Vorschriften treten am 1. Juli 1928 in Kraft. Erzeugnisse nach den bisherigen Vorschriften bleiben bis zum 1. Juli 1930 für die Verwendung zulässig, soweit bei einzelnen Paragraphen nicht ein anderer Termin angegeben ist.

Die Vorschriften sind nicht rückwirkend.

§ 2

Die Vorschriften gelten für:

Dosenschalter (Druckknopf- und ähnliche Schalter),
Steckvorrichtungen bis einschließlich 60 A,
Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz,
Fassungen und Lampensockel,
Armaturen, Kaschierungen, Fassungsnippel,
Handleuchter (Maschinenleuchter, ortsveränderliche Werkstischleuchter und Backofenleuchter),
Verteilungstafeln.
Isolierrohre und Zubehör,
Plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen.

Für Installations-Selbstschalter, Installationsmaterial für Kleinspannungen bis 42 V und für metallgekapseltes Installationsmaterial sind besondere Bestimmungen in Vorbereitung.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Schaltfeuersicher ist ein Isolierteil, der bei Beanspruchungen durch Schaltfeuer keine seinen Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleidet. Es werden verschiedene Stufen der Widerstandsfähigkeit gegen Schaltfeuer unterschieden je nach den betriebsmäßig vorkommenden Beanspruchungen.

b) Glutsicher ist ein Isolierteil, der bei Berührung mit glühenden Leitern keine seinen Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleidet. Es werden verschiedene Stufen der Widerstandsfähigkeit gegen Glut unterschieden, je nach der vorkommenden Beanspruchung.

1. In den nachstehenden Vorschriften und Regeln sind die Begriffe Schaltfeuersicherheit und Glutsicherheit unter der Bezeichnung „Feuersicherheit" zusammengefaßt.

c) Wärmesicher ist ein Gegenstand, der bei der höchsten betriebsmäßig vorkommenden Temperatur keine den Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleidet.

d) Feuchtigkeitsicher ist ein Gegenstand, der sich durch Feuchtigkeitsaufnahme nicht so verändert, daß er für die Benutzung ungeeignet wird.

e) Nennspannung ist die auf dem Installationsmaterial angegebene höchste Spannung, für die es verwendet werden darf.

Nennstrom ist der auf dem Installationsmaterial angegebene Strom, für dessen dauernden Durchgang die stromführenden Teile bemessen sind.

f) Kriechstrecke ist der kürzeste Weg, auf dem ein Stromübergang längs der Oberfläche eines Isolierkörpers zwischen spannungsführenden Teilen untereinander oder zwischen spannungsführenden Teilen und Erde eintreten kann.

g) Luftstrecke ist der kürzeste Weg, gemessen in der Luftlinie, zwischen spannungsführenden Teilen untereinander oder zwischen spannungsführenden Teilen und solchen Metallteilen, die mit Erde in Berührung kommen können.

h) Erden heißt metallene Konstruktionsteile mit einem Erder oder seiner Zuleitung metallisch verbinden.

i) Nullen ist das Verbinden metallener Konstruktionsteile mit dem Nulleiter.

III. Vorschriften.

A. Allgemeines.

§ 4.

a) Für Installationsmaterial gelten außer den nachstehenden Bestimmungen die „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen".

b) Alle Installationsmaterialien müssen so gebaut und bemessen sein, daß bei ihrem Betriebe weder eine Gefahr für die Umgebung entstehen kann, noch die Wirkungsweise und Handhabung beeinträchtigt wird.

§ 5.

a) Spannungsführende Teile müssen auf ausreichend feuer-, wärme- und feuchtigkeitsicheren Isolierteilen von genügender mechanischer Festigkeit angebracht sein.

b) Ausgußmassen müssen feuchtigkeitsicher und ausreichend wärmesicher sein.

Bei der Prüfung der Wärmesicherheit nach § 102 darf eine Lageveränderung der Ausgußmassen nicht eintreten.

1. Für die Prüfung der Feuchtigkeitsicherheit s. § 95.

§ 6.

a) Abdeckungen, Trennwände und dgl. müssen mechanisch widerstandsfähig, zuverlässig befestigt, wärmesicher und, wenn sie mit spannungsführenden Teilen in Berührung stehen, auch ausreichend feuchtigkeitssicher sein. Solche aus Isolierstoff, die im Gebrauch mit einem Lichtbogen in Berührung kommen können, müssen auch ausreichend feuersicher sein.

b) Einführungsöffnungen für Leitungen müssen so ausgebildet sein, daß die Schutzumhüllungen der Leitungen miteingeführt werden können.

c) Anschlußstellen für Leitungen müssen so angeordnet sein, daß bei ordnungsmäßigem Anschluß Körper- oder Kurzschlußgefahr nicht zu befürchten ist.

d) Der Raum für anzuschließende Leitungen muß reichlich bemessen sein.

e) Lackierung und Emaillierung von Metallteilen gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungschutzes.

§ 7 (Frist gemäß § 1 1. Juli 1932).

a) Nachstehend angegebene Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht unterschritten werden:

Nennspannung	250	380 und 500 (gilt auch für 550 V)	750 V
Kriechstrecke	3	5	8 mm
kürzeste Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität . . .	2	3	5 mm
kürzeste Luftstrecke zwischen spannungsführenden Teilen und nichtisolierten Gehäuseteilen oder der Wand (ausgenommen bei Fassungen)	6	10	12 mm.

b) Bei Verwendung von Vergußmassen muß der Mindestabstand spannungsführender Teile von der Wand bei 250 V 3 mm sein, wobei die Schichtdicke der Vergußmasse mindestens 2 mm betragen muß.

Für Spannungen über 250 V gelten die Werte unter a) auch bei Verwendung von Vergußmassen, wobei die Schichtdicke der Vergußmasse ebenfalls mindestens 2 mm sein muß.

§ 8.

a) Die Leitungsdrähte müssen durch Verschraubung an den Apparaten befestigt werden können.

§ 9.

a) Ein Anschluß für Erdungsleitungen muß als solcher gekennzeichnet (*E* oder ⏚) und als Schraubklemme ausgebildet sein. Er muß mindestens für den gleichen Querschnitt wie die Anschlußvorrichtungen für die Zuleitungen bemessen sein.

Außenliegende Anschlußvorrichtungen für die Erdung müssen für Leitungen von mindestens 4 mm² ausreichen.

1. Falls die Anschlußvorrichtungen (etwa mit Rücksicht auf Spannungsverlust) stärker bemessen sind als es der Nennstromstärke entspricht, ist die Verstärkung für die Erdanschußvorrichtung nicht notwendig.

b) Erdungschrauben müssen aus Messing bestehen, Anschlußstellen metallisch blank sein.

§ 10.

a) Alle Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen metallenes Muttergewinde haben. Die Verbindung stromführender Teile muß so ausgeführt sein, daß sie sich durch die betriebsmäßige Erwärmung, die Veränderung von Isolierstoffen sowie durch die betriebsmäßigen Erschütterungen nicht lockert.

1. Für die Ausführung von Anschlußbolzen und Kopfkontaktschrauben nach DIN VDE 6200 und 6206 sollen die in den Normblättern enthaltenen Angaben eingehalten werden.

2. Gewinde, Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben und dgl. sollen nach den DIN- bzw. DIN VDE-Normen ausgeführt sein.

§ 11.

a) Löcher und Schlitze in Apparatesockeln zur Befestigung der Sockel auf der Unterlage müssen so angeordnet sein, daß Schraubenköpfe nicht über den Rand des Sockels hinausragen.

1. Für Sockel aus Isolierstoff bis 60 mm Durchmesser oder 60 mm Seitenlänge gelten folgende Mindestmaße an den Befestigungsstellen:

Lochdurchmesser oder Schlitzbreite für Schrauben	Lochdurchmesser oder Schlitzbreite der Einsenkung für den Schraubenkopf	Wandstärke unter dem Schraubenkopf
4,5 mm	8,5 mm	5 mm



§ 12.

a) Nicht keramische Isolierstoffpreßteile müssen, soweit technisch ausführbar, ein Überwachungzeichen tragen, das gleichzeitig Herkunft und Klassenzugehörigkeit bzw. Type erkennen läßt.

(Die Führung dieses Überwachungzeichens, das als Warenzeichen eingetragen ist, wird vom Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem dem Hersteller der Isolierteile nur unter der Bedingung gestattet, daß er sich vertraglich der laufenden Überwachung durch das Staatliche Materialprüfungsamt unterzieht.)

§ 13.

a) Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich ausgeführt sein.

b) Die Bezeichnungen nach Tafel 1 sowie das Ursprungzeichen und VDE-Zeichen müssen gemeinsam auf einem der Hauptteile angebracht sein.

Lösbare Abdeckungen gelten nicht als Hauptteil.

c) Die Aufschriften müssen umfassen:

Ursprung- oder Herstellerzeichen.
VDE-Zeichen, falls erteilt,
Stromart, wenn das Installationsmaterial nur für eine Stromart verwendbar ist,
die auf der Tafel 1 angegebenen Größen.

Tafel 1.

	Nennspannung	Nennstrom	Siehe §
Schalter	V	A	16
Steckdosen	V	A	*
Stecker	V	A	
Sicherungsockel	V	A	
Sicherungstöpsel	V	A	
Sicherungspatronen	V	A	
Paßschrauben	V	A	
Stöpselköpfe	V	—	
Fassungen	V	—	55
Schaltfassungen	V	A	
Handleuchter u. dgl.	V	—	
Rohre	—	—	89 u. 92
Abzweigdosen	V	Leiter-querschnitt	
Hauptleitungsklemmenkästen	V	A	93

* Zweipolige Steckvorrichtungen:
für Niederspannung 250 V,
für Hochspannung 500 und 750 V.
Dreipolige Steckvorrichtungen:
für Niederspannung 380 V Drehstrom-Niederspannung
für Hochspannung 380 V Drehstrom
500 „ „
750 „ „

d) Werden Bezeichnungen abgekürzt, so ist für den Nennstrom A, für die Nennspannung V zu verwenden.

B. Dosenschalter.

Druckknopf- und ähnliche Schalter müssen den nachstehenden Bestimmungen sinngemäß entsprechen.

§ 14.

a) Die Schalter erhalten nach DIN VDE 9290 folgende Bezeichnungen:

Ausschalter		Umschalter	
einpolig .	Ausschalter 1	Gruppenschalter	Umschalter 4
zweipolig	„ 2	Serienschalter .	„ 5
dreipolig .	„ 3	Wechselschalter	„ 6
		Kreuzschalter .	„ 7

b) Der geringste zulässige Nennstrom ist bei 250 V für Ausschalter und auch (Frist gemäß § 1 1. Juli 1932) für Umschalter 6 A, bei 500 (gilt auch für 550 V) und 750 V für Ausschalter 2 A, für Umschalter 1 A.

1 Normale Nennstromstärken sind:

bei 250 V	für Ausschalter:			6	10	25	60 A
	für Umschalter:			6	10	25	60 „
Bei 500 und 750 V	für Ausschalter:		2	4	6	10	25	60 „
	für Umschalter:	1	2	4	6	10	25	60 „

§ 15.

a) Alle Schalter müssen für mindestens 250 V gebaut sein.

1. Normale Nennspannungen sind: 250, 500 (gilt auch für 550 V), 750 V, für Drehstrom auch 380 V.

2. Für einpolige Drehschalter 6 A 250 V gilt DIN VDE 9200.

§ 16.

a) Nennspannung und Nennstrom müssen auf dem Hauptteil des Schalters so verzeichnet sein, daß sie am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung leicht und deutlich zu erkennen sind.

Auf Schalterkappen sind diese Bezeichnungen unzulässig.

1. Bei Umschaltern soll der Netzanschluß durch „P“ gekennzeichnet sein.

§ 17.

a) Alle Metallteile des Mechanismus müssen gegen die spannungsführenden Teile isoliert sein, sofern nicht die Betätigungsvorrichtung aus Isolierstoff besteht und bei Schadhaftwerden dieser Betätigungsvorrichtung eine Berührung der Teile des Mechanismus nicht möglich ist.

b) Bei Schaltern in Metallgehäusen muß die Achse gegen alle der Berührung zugänglichen Metallteile des Schalters isoliert sein.

c) Der Berührung zugängliche Gehäuse und Abdeckungen müssen, wenn sie nicht für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt sind, aus Isolierstoff bestehen oder mit einer haltbaren Isolierschicht ausgekleidet oder umkleidet sein. Die Isolierschicht muß den Bestimmungen der §§ 27, 28 und 96 entsprechen.

§ 18.

a) Die Kontakte müssen Schleifkontakte sein.

b) Dosenschalter müssen Momentschalter sein.

Ausgenommen sind dreipolige Schalter für Drehstrom, bei denen eine gesicherte Schaltstellung als ausreichend gilt. Beim Drehen des Schaltsterns der Drehstromschalter um weniger als 30° muß der Schaltstern selbsttätig in die Ursprungslage zurückgehen.

Momentschaltung ist vorhanden, wenn bei ordnungsmäßiger, auch langsamer Handhabung des Betätigungsorganes der Schaltstern von einer Schaltstellung in die andere springt.

§ 19.

a) Bei einpoligen Schaltern 6 A 250 V müssen Schraubklemmen verwendet werden, bei denen die Leitungsenden ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können und ihre Lage beim Anziehen der Schrauben beibehalten.

b) Die Sockel von einpoligen Schaltern 6 A 250 V müssen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 1,5 mm^2 angeschlossen werden können.

1. Die Leitungen sollen nach dem Befestigen des Sockels vorderseitig angelegt und angeschlossen werden können.

2. Für Kontaktbuchsen gelten die Mindestabmessungen der nachstehenden Tafel:

Nennstromstärke A	Gewindedurchmesser der Anschlußschraube	Durchmesser der Buchsenbohrung	Länge des Gewindes an der Buchse	Gewindelänge der Schraube
bis 6	M 2,6	2,6	1,8	4,5
10	M 3	3	2	5
25	M 4	4	3	7

§ 20.

a) Griffe, Knebel und Drücker müssen aus Isolierstoff bestehen.

b) Steckschlüssel können auch aus Metall bestehen, wenn ihre Handhabe mit einer haltbaren Isolierschicht umkleidet ist.

c) Sind Übertragungsorgane zur Bedienung vorhanden (z. B. Stangen bei Stangenschaltern, Schnüre bei Zugschaltern), so muß zwischen diesen und dem Schalter ein mit letztgenanntem fest verbundenes isolierendes Zwischenstück vorhanden sein.

§ 21.

a) Bei Dosenschaltern muß der Griff so befestigt sein, daß er sich beim Rückwärtsdrehen nicht ohne weiteres abschrauben läßt.

b) Befestigungsschrauben der Griffe müssen der zufälligen Berührung entzogen sein. Bei Schaltern mit Steckschlüsselbetätigung muß die Achse oder dgl. der zufälligen Berührung entzogen sein.

1. Der Schalter soll so ausgebildet sein, daß ein Anhängen von Gegenständen an den Griff erschwert ist.

§ 22.

a) Bei mehrpoligen Ausschaltern und bei Ausschaltern für Hochspannung muß die Schaltstellung erkennbar sein.

Prüfbestimmungen.

§ 23.

a) Nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) ist die Isolation bei betriebsmäßigem Anschluß zu prüfen, und zwar

in eingeschalteter Stellung



zwischen spannungsführenden Teilen und
den Befestigungsschrauben, sowie einer Metallplatte,
dem Griffträger (Achse) und zwischen Griffträger
und dem Gehäuse, falls es aus Metall besteht;

in ausgeschalteter Stellung
zwischen Pol und Pol,
Zuleitung und Ableitung,
ferner zwischen dem mit Stanniol umhüllten Griff
und Griffträger.

Dabei muß folgende Spannung 1 min lang ausgehalten werden, ohne daß ein Überschlag erfolgt:

bei 250 V Nennspannung 1500 V Wechselspannung
bei 500 V „ 2000 V „
bei 750 V „ 2500 V „

b) Der Isolationswiderstand der Schalter wird nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) zwischen den Befestigungschrauben und den Anschlußklemmen, zwischen den Anschlußklemmen sowie zwischen den Anschlußklemmen und der Achse festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 $M\Omega$ sein.

§ 24.

a) Nach 10-maligem Schalten werden die Schalter mit dem 1,25-fachen Nennstrom belastet. Ist hierbei der Spannungsabfall größer als 50 mV für jeden Schaltkontakt, so ist eine Prüfung nach b) vorzunehmen.

b) Die Schaltstücke dürfen nach einstündiger Belastung mit dem 1,25-fachen Nennstrom, jedoch mit nicht weniger als 6 A, bei geschlossenem Gehäuse bei einer Raumtemperatur von ungefähr 20° C keine solche Temperatur annehmen, daß eine vor dem Versuch angedrückte Kugel reinen Bienenwachses von etwa 3 mm Durchmesser nach Beendigung des Versuches geschmolzen ist. Die Prüfung kann mit Gleich- oder Wechselstrom vorgenommen werden.

§ 25.

Nachstehende Prüfungen sind mit Gleichstrom, bei Drehstromschaltern mit Drehstrom von 50 Per./s vorzunehmen.

a) Ausschalter 1, 2 und 3 müssen bei 250 V mit der Nennspannung, bei 380, 500 und 750 V mit 1,1-facher Nennspannung und mit dem 1,25-fachen Nennstrom induktionsfrei, bei Drehstrom außerdem induktiv mit dem halben Nennstrom belastet, im Gebrauchszustand und in der Gebrauchslage (Achse wagerecht) während 3 min die nachstehend verzeichnete Zahl von Stromunterbrechungen aushalten, ohne daß sich ein dauernder Lichtbogen bildet:

Größe des Schalters bis 10 25 60 A
Zahl der Unterbrechungen in 3 min 90 60 30

Die Schaltung bei der Prüfung ist für Ausschalter 1 nach Schaltplan Abb. 1, für Ausschalter 2 nach Schaltplan Abb. 2, für Ausschalter 3 nach Schaltplan Abb. 3 vorzunehmen.

Dabei ist der Schalter durch die eingesetzten Befestigungschrauben auf einer Metallplatte anzubringen; diese sowie die Schalterachse ist durch den Widerstand R_3 und die Kennsicherung K mit dem Umschalter U zu verbinden.

Bei Schaltern in Metallgehäuse tritt dieses an Stelle der Metallplatte.

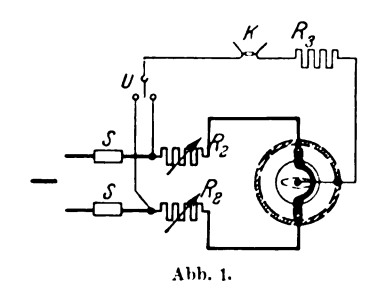


Abb. 1.

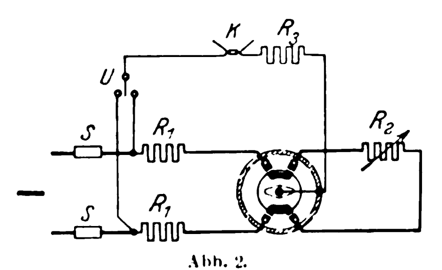


Abb. 2.

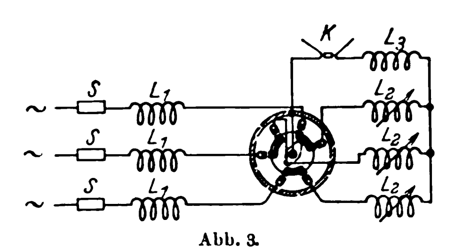


Abb. 3.

Hierin bedeuten:

R_1 induktionsfreie Widerstände zur Verhinderung unmittelbarer Kurzschlüsse. Sie sollen den Kurzschlußstrom auf 550 A begrenzen; es muß daher jeder einzelne die in folgender Tafel angegebenen Widerstandswerte aufweisen:

Nennspannung in V	250	500	750
Prüfspannung in V	250	550	825
R_1 in Ω	0,25	0,50	0,75

R_2 einstellbare Widerstände oder Drosselspulen zur Einstellung des vorgeschriebenen Prüfstromes. Die Widerstände sollen praktisch induktionsfrei sein. Bei der Drehstromprüfung mit Induktivbelastung sind diese Widerstände durch einzelne regelbare Drosselspulen L zu ersetzen. Die Drosselspulen müssen so ausreichend bemessen sein, daß der Leistungsfaktor in der angegebenen Prüfschaltung den Wert 0,1 nicht übersteigt.

R_3 Widerstände zur Verhinderung eines unmittelbaren Kurzschlusses bei Überschlag nach den Befestigungsschrauben, dem auf der Rückseite freiliegenden Griffträger und dem Gehäuse, wenn dieses aus Metall besteht. Sie sollen die Stromstärke auf einige 100 A begrenzen und den Wert $R_3 = 2\,R_2$ haben, also bei 250 V 0,5 Ω, bei 550 V 1 Ω und bei 825 V 1,5 Ω betragen.

K Kennsicherung, bestehend aus blankem Widerstandsdraht (Rheotan) von 0,1 mm Durchmesser und mindestens 30 mm Länge.

S sind Schutzsicherungen für die ganze Prüfanordnung.

b) der Umschalter 5 (Serienschalter) muß bei 250 V mit der Nennspannung, bei 380, 500 und 750 V mit 1,1-facher Nennspannung und mit dem 1,25-fachen Nennstrom, welcher auf beide Ableitungen zu verteilen ist, induktionsfrei belastet, im Gebrauchzustand und in der Gebrauchslage (Achse wagerecht) während 5 min die nachstehend verzeichneten Stellungswechsel aushalten, ohne daß sich ein dauernder Lichtbogen bildet:

Größe des Umschalters bis 10 A:

Zahl der Stellungswechsel in 5 min 300 (150 für Stromverteilung 1 und 150 für Stromverteilung 2).

Stromverteilung 1: Auf der e i n e n Stromableitung Nennstrom J_n, auf der anderen Ableitung: 0,25 J_n

Stromverteilung 2: Auf jeder der beiden Stromableitungen 0,625 J_n.

Die Schaltung bei der Prüfung ist nach Schaltplan Abb. 4 vorzunehmen.

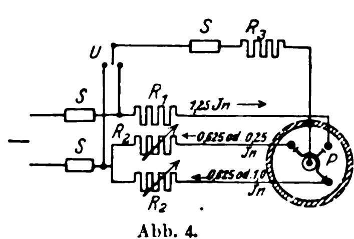


Abb. 4.

c) Umschalter 4, 6 und 7 (Gruppen-, Wechsel- und Kreuzschalter) müssen bei 250 V mit der Nennspannung, bei 500 und 750 V mit 1,1-facher Nennspannung und mit dem 1,25-fachen Nennstrom in jedem Stromkreis induktionsfrei belastet, im Gebrauchzustand und in der Gebrauchslage (Achse wagerecht) während 5 min die nachstehend verzeichneten Stellungswechsel aushalten, ohne daß sich ein dauernder Lichtbogen bildet.

Größe des Schalters bis 10 A:

Zahl der Stellungswechsel in beiden Stromkreisen, je 150 in 5 min.



Die Schaltung bei der Prüfung ist vorzunehmen:
für Umschalter 4 nach Schaltplan Abb. 5,
für Umschalter 6 nach Schaltplan Abb. 6,
für Umschalter 7 nach Schaltplan Abb. 7.

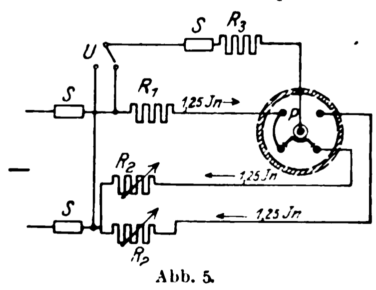


Abb. 5.

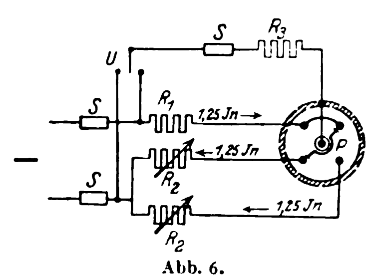


Abb. 6.

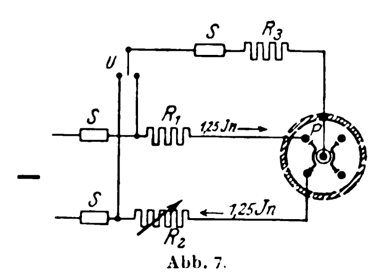


Abb. 7.

d) Bei Schaltern mit Funkenwischern muß die Zahl der Stromunterbrechungen um 30 % erhöht werden, nach dieser Prüfung dürfen die Funkenwischer nicht nennenswert angegriffen sein.

§ 26.

a) Zur Prüfung der mechanischen Haltbarkeit ist der Schalter ohne Strom zu führen, absatzweise so zu schalten, daß 20 000 Stellungswechsel, etwa 1500 Stellungswechsel in der Stunde, entstehen. Drehschalter für Rechts- und Linksdrehung sind mit je 10 000 Stellungswechseln für Rechts- und Linksdrehung zu prüfen.

b) Nach der mechanischen Prüfung des Schalters muß die Nennstromstärke bei Nennspannung 10-mal abgeschaltet werden können, ohne daß ein Lichtbogen stehen bleibt.

§ 27.

a) Kappen müssen einer Prüfung nach § 96 standhalten, ohne Sprünge oder Eindrücke zu zeigen.

§ 28.

a) Isolierteile der Dosenschalter müssen eine Prüfung auf Wärmesicherheit nach § 101 aushalten. Isolierteile müssen mit 100° C geprüft werden.

§ 29.

Prüfung der Feuersicherheit. (Bestimmungen in Vorbereitung.)

C. Steckvorrichtungen.

§ 30.

a) Alle Steckvorrichtungen müssen für mindestens 250 V, alle Steckdosen für mindestens 10 A gebaut sein.

1. Normale Nennstromstärken sind: 10, 25, 60 A; für Stecker zur Verwendung in vorhandenen Steckdosen auch 6 A.

2. Normale Nennspannungen sind: 250, 500 (gilt auch für 550 V), 750, bei Drehstrom auch 380 V.

3. Polunverwechselbarkeit für 2-polige Steckvorrichtungen wird nicht gefordert.

§ 31.

a) Eine zufällige Berührung spannungsführender Teile der Dose sowie des Steckers und einpoliges Einführen des Steckers in die Steckdose muß unmöglich sein. Etwa vorhandene Schmelzeinsätze müssen gefahrlos ausgewechselt werden können.

b) Der Berührung zugängliche Teile der Dose und des Steckerkörpers müssen, wenn sie nicht für Erdung eingerichtet oder in anderer Weise gegen die Annahme gefährlicher Spannungen geschützt sind, aus Isolierstoff bestehen.

c) Erdverbindungen der Stecker müssen hergestellt sein, bevor sich die Polkontakte berühren. Sie müssen über Schleifkontakte geschlossen werden.

§ 32.

a) Für den Anschluß der Leitungen müssen Schraubklemmen verwendet werden, und zwar für Steckdosen 10 A 250 V solche, bei denen die Leitungsenden ohne besondere Zurichtung eingeführt werden können und ihre Lage beim Anziehen der Schrauben beibehalten.

b) Die Sockel der Steckdosen 10 A 250 V müssen so gestaltet und sämtliche Metallteile derart angeordnet sein, daß Leitungen von mindestens 2,5 mm² angeschlossen werden können.

1. Die Leitungen sollen nach dem Befestigen der Sockel vorderseitig angelegt und angeschlossen werden können.

2. Für Kontaktbuchsen gelten die Mindestabmessungen der nachstehenden Tafel:

Nennstromstärke A	Gewindedurchmesser der Anschlußschraube	Durchmesser der Buchsenbohrung	Länge des Gewindes an der Buchse	Gewindelänge der Schraube
10	M 3	3	2	5
25	M 4	4	3	7

§ 33.

a) Die Kontakthülsen der Steckdosen müssen eine Isolierabdeckung haben.

b) Die Hülsen müssen bei zweipoligen Steckdosen 10 A 250 V von 3,5 mm auf 5,5 mm federnd ausgebildet sein.

c) Kappen und Abdeckungen müssen durch Verschraubung befestigt werden.

1. Für zweipolige Steckdosen 10 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragensteckvorrichtungen, gilt DIN VDE 9402.

2. Für zweipolige Steckdosen 25 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragensteckvorrichtungen, gilt DIN VDE 9404.

3. Für dreipolige Steckdosen 6 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragensteckvorrichtungen, gilt DIN VDE 9410.

4. Für dreipolige Steckdosen 25 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragensteckvorrichtungen, gilt DIN VDE 9414.

5. Für Patronen in Steckdosen gilt DIN VDE 9398.

§ 34.

a) Bei Steckern und Dosen dürfen Hülsen und Stifte in den Isolierteilen nicht drehbar befestigt sein. Die Anschlußklemmen müssen fest mit den Hülsen und Stiften verbunden sein.

b) Muttern zur Befestigung der Abdeckungen der Steckerkörper sind auf den Steckerstiften unzulässig; die Stifte dürfen keine vorstehenden Bunde haben (für Stecker über 10 A Frist gemäß § 1 1. Juli 1932).

§ 35.

a) Stecker und ortsveränderliche Dosen müssen so gebaut sein, daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert werden können.

b) (Frist gemäß § 1 1. Juli 1929.) Die Art der Ausführung der Zugentlastung muß leicht erkennbar sein. Nicht zulässig ist das Verknoten der Leitung und das Festbinden der Leitung mit einer Schnur.

1. Die Zugentlastung soll möglichst ohne besondere verlierbare Teile ausgeführt werden können.

§ 36.

a) Bei zweipoligen Steckern, ausgenommen metallgekapselte Kragenstecker, muß die der Dose zugekehrte Fläche kreisrund sein.

b) (Frist gemäß § 1 1. Juli 1932.) Die Steckerkörper müssen mehrteilig und derart beschaffen sein, daß



der Anschluß der Leitungen zuverlässig ausgeführt und leicht nachgeprüft werden kann.

c) In Steckern für 6 A müssen Schnur- und Gummischlauchleitungen bis 1 mm², in Steckern für 10 A bis 1,5 mm² verwendbar sein.

d) Die Steckerstifte für 10 A müssen starr, für 6 A federnd ausgeführt sein.

1. Für zweipolige Stecker 6 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragenstecker, gilt DIN VDE 9401.

2. Für zweipolige Stecker 10 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragenstecker, gilt DIN VDE 9403.

3. Für zweipolige Stecker 25 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragenstecker, gilt DIN VDE 9405.

4. Für dreipolige Stecker 6 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragenstecker, gilt DIN VDE 9411.

5. Für dreipolige Stecker 25 A 250 V, ausgenommen metallgekapselte Kragenstecker, gilt DIN VDE 9415.

§ 37.

a) Steckvorrichtungen für Hochspannung müssen so gebaut sein, daß das Einstecken und Ausziehen des Steckers unter Spannung verhindert wird. Bei Zwischenkupplungen ortsveränderlicher Leitungen genügt es, wenn eine Betätigung durch Unberufene verhindert ist.

§ 38.

Für metallgekapselte Kragensteckvorrichtungen sind weitere Bestimmungen in Vorbereitung.

Prüfbestimmungen.

§ 39.

a) Nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) ist die Isolation bei betriebsmäßigem Anschluß zu prüfen, und zwar

bei eingesetztem Stecker
zwischen spannungsführenden Teilen und den Befestigungsschrauben und ferner
einer unter die Dose gelegten Metallplatte, falls das Gehäuse nicht aus Metall besteht, ferner
einer am Stecker angebrachten Stanniolumwicklung;
bei ausgezogenem Stecker
zwischen den Kontaktstücken.

Dabei muß folgende Spannung 1 min lang ausgehalten werden, ohne daß ein Überschlag erfolgt:

bei 250 V Nennspannung . . . 1500 V Wechselspannung
„ 380 und 500 V Nennspannung 2000 V „
„ 750 V Nennspannung . . . 2500 V „

b) Der Isolationswiderstand der Steckvorrichtung wird nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) zwischen den nicht spannungsführenden Metallteilen und den Anschlußklemmen festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ sein.

§ 40.

a) Die Kontaktteile der Steckvorrichtungen werden bei eingesetztem Stecker mit dem 1,25-fachen Nennstrom belastet. Ist hierbei der Spannungsabfall größer als 50 mV für jeden Kontakt, so ist eine Prüfung nach b) vorzunehmen.

b) Die Kontaktstücke dürfen nach einstündiger Belastung mit dem 1,25-fachen Nennstrom

bei geschlossenem Gehäuse,
bei einer Raumtemperatur von ungefähr 20 ° C und
bei eingesetztem Stecker

keine solche Temperatur annehmen, daß eine vor dem Versuch angedrückte Kugel reinen Bienenwachses von etwa 3 mm Durchmesser nach Beendigung des Versuches geschmolzen ist.

§ 41.

Nachstehende Prüfungen sind für 2-polige Steckvorrichtungen mit Gleichstrom, und für 3-polige Steckvorrichtungen mit Drehstrom vorzunehmen.

a) Steckvorrichtungen bis 25 A müssen mit dem 1,25-fachen Nennstrom induktionsfrei, bei Drehstrom außerdem induktiv mit dem halben Nennstrom belastet, im Gebrauchszustand und in der Gebrauchslage 20-mal nacheinander ausgeschaltet werden können, ohne daß sich ein dauernder Lichtbogen bildet. Hierbei ist die Prüfspannung bei Steckvorrichtungen für 250 V die Nennspannung, für Steckvorrichtungen höherer Spannungen das 1,1-fache der Nennspannung.

Die Schaltung bei der Prüfung ist nach dem Schaltplan Abb. 8 bis 11 vorzunehmen.

Nach der Prüfung dürfen die Abdeckungen der Hülsen nicht nennenswert angegriffen sein.

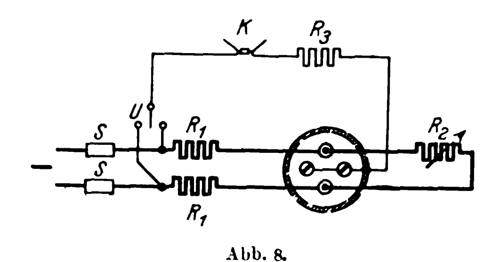


Abb. 8.

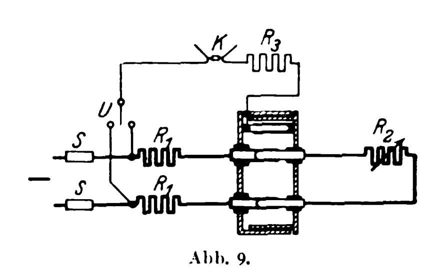


Abb. 9.

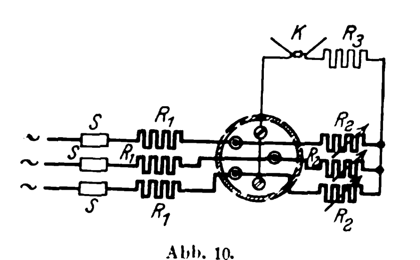


Abb. 10.

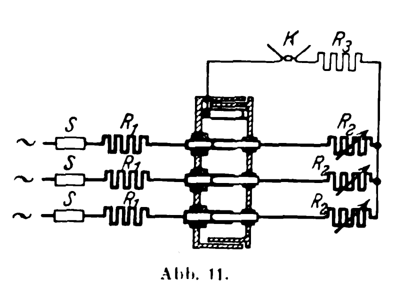


Abb. 11.

Hierin bedeuten:

R_1 induktionsfreie Widerstände zur Verhinderung unmittelbarer Kurzschlüsse. Die Größe jedes einzelnen Widerstandes R_1 ist bei 250 V 0,25 Ω, bei 500 V 0,5 Ω, bei 750 V 0,75 Ω.

R_2 einstellbare Widerstände oder Drosselspulen zur Einstellung des vorgeschriebenen Prüfstromes. Die Widerstände sollen praktisch induktionsfrei sein. Bei der Drehstromprüfung mit Induktivbelastung sind diese Widerstände durch einzelne regelbare Drosselspulen zu ersetzen. Die Drosselspulen müssen so ausreichend bemessen sein, daß der Leistungsfaktor in der angegebenen Prüfschaltung den Wert 0,1 nicht übersteigt.

R_3 Widerstände zur Verhinderung eines unmittelbaren Kurzschlusses bei Überschlag nach den Befestigungsschrauben oder nach dem Metallgehäuse. Ihre Größe ist bei 250 V 0,5 Ω, bei 500 V 1 Ω, bei 750 V 1,5 Ω.

K Kennsicherung, bestehend aus blankem Widerstandsdraht (Rheotan) von 0,1 mm Durchmesser und mindestens 30 mm Länge.

S sind Schutzsicherungen für die Prüfanordnung.

§ 42.

a) Zur Prüfung der mechanischen Haltbarkeit der Steckvorrichtung ist der Stecker ohne Strombelastung 100-mal vollständig ein- und auszuführen.

b) Die Zugentlastung wird nach § 99 bei allen für die jeweils zulässigen Querschnitte in Frage kommenden Leitungsarten geprüft. Hierbei darf ein Herausreißen der Leitung und ihrer Umhüllung nicht erfolgen.



c) Die Prüfung des Verdrehungschutzes erfolgt nach § 100. Nach 10 Umdrehungen darf zwischen Anschlußstelle der Leitungen und der Zugentlastungsvorrichtung keine Verdrehung der Leitung erfolgt sein.

§ 43.

a) Die Kappen der Steckdosen müssen einer Prüfung nach § 96 standhalten, ohne Sprünge oder Eindrücke zu zeigen.

b) Die Stecker sind nach § 97 zu prüfen. Hierbei darf eine Beschädigung nicht stattfinden; Eindruckstellen gelten nicht als Beschädigung.

§ 44.

a) Isolierteile der Steckvorrichtungen müssen eine Prüfung auf Wärmesicherheit nach § 101 aushalten. Isolierteile müssen mit 100° C geprüft werden.

§ 45.

Prüfung der Feuersicherheit. (Bestimmungen in Vorbereitung.)

D. Sicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz.

§ 46.

a) Die geringste zulässige Nennspannung für Sicherungen ist 500 V.

1. Normale Nennstromstärken für Sicherungsockel sind:

25 60 100 200 A.

2. Normale Nennspannungen für Sicherungsockel sind:

500 (gilt **nicht** für 550 V) 750 V.

b) Für Edison-Gewinde nach DIN VDE 400 muß Lehrenhaltigkeit eingehalten werden. Lehren nach DIN VDE 401.

3. Für Sicherungsockel 25 A 500 V mit quadratischem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln gilt DIN VDE 9310.

4. Für Sicherungsockel 60 A 500 V mit quadratischem Grundriß und rückseitigem Anschluß für Schalt- und Verteilungstafeln gilt DIN VDE 9311.

5. Für Sicherungsockel 25 A 500 V mit vorderseitigem Anschluß gilt DIN VDE 9320.

6. Für Sicherungsockel 60 A 500 V mit vorderseitigem Anschluß gilt DIN VDE 9321.

7. Normale Nennstromstärken für geschlossene Schmelzeinsätze sind:

6 10 15 20 25; 35 60;
80 100; 125 160 200 A.

8. Normale Nennspannungen für geschlossene Schmelzeinsätze sind:

500 750 V.

9. Normale Nennstromstärken für Sicherungspatronen 250 V für Steckdosen nach DIN VDE 9402:

2 4 6 A.

10. Für Sicherungspatronen für Steckdosen gilt DIN VDE 9398.

§ 47.

a) Der Sicherungsockel muß aus solchem Werkstoff hergestellt sein, daß seine Brauchbarkeit durch die höchste Temperatur, die im Dauerbetriebe mit dem stärksten zulässigen Schmelzeinsatz auftreten kann, nicht beeinträchtigt wird.

b) Gewindering und Brille müssen aus einem Stück bestehen.

Anschlußbolzen an Sicherungsockeln müssen gegen Lockerung gesichert befestigt, Fußkontaktschienen gegen Lageänderung gesichert sein.

c) Der Kragen der Paßschraube muß aus solchem Isolierstoff hergestellt sein, daß die Brauchbarkeit der Paßschraube durch die höchste Temperatur, die im Betriebe mit dem zugehörenden Schmelzeinsatz auftreten kann, nicht beeinträchtigt wird.

d) Für die Gewinde der Unverwechselbarkeitseinsätze zu Schraubstöpselsicherungen bis 60 A gilt DIN VDE 9301.

e) Haben Stöpselköpfe eine Öffnung für einen Unterbrechungsmelder, so muß sie durch ein Fenster abgeschlossen sein.

§ 48.

a) Der Schmelzraum muß abgeschlossen sein und darf ohne besondere Hilfsmittel und ohne Beschädigung nicht geöffnet werden können.

b) (Frist gemäß § 1 1. Juli 1932) Schmelzeinsätze mit Ausnahme nach DIN VDE 9398 müssen Unterbrechungsmelder haben.

§ 49.

a) Sicherungen für Nennstromstärken bis einschließlich 60 A müssen so gebaut sein, daß die fahrlässige oder irrtümliche Verwendung von Einsätzen für zu hohe Stromstärken ausgeschlossen ist.

1. Zur Kontrolle der Sicherungsockel nach DIN VDE 9320 (mit Ausnahme der Gewindeabmessungen) gilt DIN VDE 9352 (zweite Ausgabe).

2. Zur Kontrolle der Sicherungsockel nach DIN VDE 9321 (mit Ausnahme der Gewindeabmessungen) gilt DIN VDE 9353 (zweite Ausgabe).

3. Für Gewindeabmessungen und Kontrollehren gilt DIN VDE 400 und 401.

4. Für D-Sicherungschraubstöpsel und D-Paßschrauben, 6 bis 25 A 500 V, gilt DIN VDE 9360.

Zur Kontrolle der D-Sicherungschraubstöpsel und D-Paßschrauben gilt DIN VDE 9361.

Prüfbestimmungen.

§ 50.

a) Nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) ist die Isolation zu prüfen, und zwar

bei eingesetztem Schmelzeinsatz
 zwischen spannungführenden Teilen und den Befestigungschrauben sowie den der Berührung zugänglichen Metallteilen am Sockel und einer untergelegten Metallplatte;
ferner ohne Schmelzeinsatz
 zwischen den Kontaktstücken.
Am Stöpselkopf zwischen Gewindehülse und einer Stanniolumhüllung des Porzellanteils.

Dabei muß folgende Spannung 1 min lang ausgehalten werden, ohne daß ein Überschlag erfolgt:

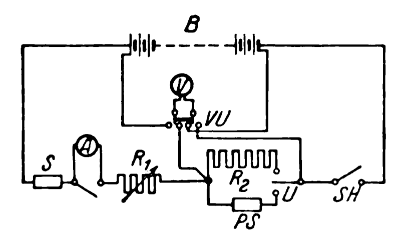
bei 500 V Nennspannung 2000 V Wechselspannung
„ 750 V „ 2500 V „

b) Der Isolationswiderstand der Sicherungsockel wird nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) zwischen den Anschlußklemmen und einer leitenden Unterlage sowie den Befestigungschrauben festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ sein.

§ 51.

a) Bei Prüfung der Kurzschlußsicherheit muß der Schmelzeinsatz ordnungsgemäß abschmelzen, ohne daß eine vorgeschaltete Schutzsicherung oder ein etwa verwendeter Selbstschalter den Stromkreis unterbricht.

Für die Prüfung (Abb. 12) gilt als Stromquelle eine Batterie von mindestens 1000 A bei einstündiger Entladung und einer Klemmenspannung, die um 10 % höher ist als die Nennspannung des zu prüfenden Schmelzeinsatzes, gemessen an der offenen Batterie.



B	Batterie,	R_2	Meßwiderstand,
S	Schutzsicherung,	*U*	Umschalthebel,
A	Strommesser,	*SH*	Schalthebel,
R_1	induktionsfreier, veränderlicher Widerstand,	*V*	Spannungsmesser,
PS	der zu prüfende Schmelzeinsatz,	*VU*	Spannungsmesser-Umschalter.

Abb. 12. Schaltplan für die Kurzschlußprüfung.

Zur Bestimmung der Widerstände des Stromkreises und der Batterie einschließlich desjenigen der Schutzsicherung dient der unveränderliche Meßwiderstand R_2; er beträgt 1 Ω.

An seinen Klemmen wird die bei Belastung auftretende Spannung gemessen; diese soll sein

400 V bei Prüfung von 500 V-Einsätzen bis 25 A,
500 „ „ „ „ 500 „ „ über 25 „
600 „ „ „ „ 750 „ „

Zur Abgleichung des Stromkreises dient hierbei der regelbare Widerstand R_1.

Die zum Schutz der Batterie erforderliche Schutzsicherung *S* muß bei dieser Abgleichung eingeschaltet sein. Sie besteht aus fünf frei ausgespannten parallelgeschalteten Kupferdrähten von je 1,5 mm Durchmesser und 50 cm Länge.



Zur Vornahme der Kurzschlußprüfung wird der zu prüfende Schmelzeinsatz an Stelle des Widerstandes R_2 gesetzt.

§ 52.

a) Bei der Prüfung auf die vorgeschriebene Abschmelzstromstärke müssen die Schmelzeinsätze bis 60 A mindestens 1 h, Schmelzeinsätze über 60 A bis 200 A mindestens 2 h den kleinsten Prüfstrom aushalten. Mit dem größten Prüfstrom belastet, müssen sie innerhalb derselben Zeit abschmelzen. Die Prüfströme ergeben sich aus folgender Tafel:

Nennstrom A	Kleinster Prüfstrom	Größter Prüfstrom
6 bis 10	1,5 × Nennstrom	2,10 × Nennstrom
15 „ 25	1,4 × Nennstrom	1,75 × Nennstrom
35 „ 200	1,3 × Nennstrom	1,60 × Nennstrom

§ 53.

a) Geschlossene Sicherungsschmelzeinsätze müssen auch bei jeder anderen Abschmelzbelastung ordnungsgemäß abschalten. Diese Forderung gilt als erfüllt, wenn die Einsätze bei Belastung nach folgendem Verfahren sicher unterbrechen:

Die zu prüfenden Einsätze werden auf den kleinsten Prüfstrom geschaltet. Alsdann wird plötzlich auf den für die Kurzschlußprüfung vorgesehenen Stromkreis umgeschaltet und der erste Einsatz bis zum Abschmelzen mit dem 2½-fachen, der zweite mit dem 3-fachen, der dritte mit dem 4-fachen des Nennstromes belastet.

Hierbei werden die Schmelzeinsätze wie bei Kurzschlußprüfungen an die Stelle des Widerstandes R_2 gesetzt, während der Widerstand R_1 zur Einstellung der verschiedenen Stromstärken dient.

§ 54.

Sicherungspatronen nach DIN VDE 9398 für Steckdosen sind folgendermaßen zu prüfen:

a) Die Patronen sind mit dem 2,7-fachen Nennstrom zu belasten, hierbei muß Abschmelzen in 1 bis 3 min erfolgen.

b) Die Kurzschlußsicherheit wird mit 275 V mit einer Kurzschlußstromstärke von 500 A geprüft. Hierbei ist in den Stromkreis ein Feinsilberdraht von 0,19 mm Durchmesser und 38 mm Länge einzuschalten. Bei der Prüfung nach § 51 darf dieser Draht nicht abschmelzen.

c) Die Prüfung der Sicherheit bei Überlastung wird mit 5-facher Nennstromstärke durchgeführt.

E. Fassungen und Lampensockel.

(Fassungen und Lampensockel E 10 fallen nicht unter diese Vorschriften.)

(Für Christbaumbeleuchtungen gelten die „Vorschriften für Christbaumbeleuchtungen".)

§ 55.

a) Fassungen müssen für mindestens 250 V und folgende Höchstbelastungen gebaut sein:

Fassung E 14 ohne Schalter: 2 A oder 200 W
Fassung E 27 ohne Schalter: 5 A oder 500 W
Fassung E 27 mit Hilfschaltvorrichtung 2 A oder 200 W
Fassung E 27 mit Schalter: 2 A oder 200 W
Fassung E 40 ohne Schalter: 30 A oder 3000 W.

b) Fassungen E 27 mit Schalter sind mit der Stromstärke 2 A zu bezeichnen (Frist gemäß § 1 1. Juli 1932).

1. Normale Nennspannungen sind: 250, 500 (gilt auch für 550 V), 750 V.

§ 56.

a) Die spannungsführenden Teile der Fassungen dürfen mit dem Gehäuse nicht leitend verbunden sein.

b) Bei Fassungen für Spannungen über 250 V müssen die äußeren Teile aus Isolierstoff bestehen.

c) Die Kontaktteile sowie die Anschluß- und Befestigungsschrauben müssen aus Kupfer oder Kupferlegierung bestehen. Für Metall-Gewindehülsen u. dgl. ist Kupfer oder eine Kupferlegierung mit mindestens 80 % Kupfergehalt zu verwenden (Frist gemäß § 1 1. Juli 1932).

d) Isolierteile, die Gewinde für Lampensockel haben, müssen ein Ursprungzeichen tragen, das den Hersteller des Isolierteils erkennen läßt.

§ 57.

a) Der Fassungsmantel muß am Fassungsboden zuverlässig befestigt sein.

b) Wird die Berührung der Gewindehülse mit dem Metallmantel und sonstigen Metallteilen durch besondere Mittel verhindert, so müssen diese so ausgebildet sein, daß sie nicht ohne Werkzeuge abnehmbar sind oder spannungsführende Teile nicht berührt werden können.

1. Werden zum Anschluß der Leitungen Büchsen- oder ähnliche Klemmen verwendet, so sollen diese so beschaffen und angeordnet sein, daß die Austrittstelle der Leitungen aus der Klemmvorrichtung sichtbar und zugänglich ist.

2. Der Fassungstein soll kreisrund sein.

Für Fassungen zur Befestigung auf Rohrgewinde gilt außerdem folgendes:

c) Fassungsboden und Fassungsnippelmutter müssen unverdrehbar miteinander verbunden werden können (Frist gemäß § 1, 1. Juli 1932).

d) Die Nippelmutter muß gegen Lockerung vom Nippel (Rohrnippel, Zwischennippel usw.) im Innern des Bodens gesichert werden können. Verboten ist die Anwendung seitlicher Druckschrauben (Maden) (Frist gemäß § 1, 1. Juli 1932).

§ 58.

a) Die unter Spannung gegen Erde stehenden Teile der Fassungen und Lampen müssen der zufälligen Berührung entzogen sein. Der Schutz gegen zufälliges Berühren muß auch während des Einsetzens und Herausnehmens der Lampen wirksam sein.

Ausgenommen sind Spezialfassungen für Bühnen-, Christbaum-, Reklamebeleuchtungen und Illuminationszwecke. Hier genügt ein Berührungschutz bei brennfertig eingesetzter Lampe.

b) Für Edison-Gewinde nach DIN VDE 400 muß Lehrenhaltigkeit eingehalten werden. Lehre nach DIN VDE 401.

1. Für Lampensockel mit Edison-Gewinde gelten DIN VDE 9615, 9620, 9625. Lehren nach DIN VDE 9611.

2. Für Sockel der Röhrenlampen (Soffittenlampen) gilt DIN VDE 9650.

c) Die eigentlichen Berührungschutzvorrichtungen dürfen nur mittels Werkzeug entfernt werden können. Nackte Fassungen brauchen dieser Forderung nicht zu genügen, wenn die Berührungschutzvorrichtungen so angeordnet sind, daß bei ihrer Entfernung die Fassung in ihre Bestandteile (Boden, Einsatz, Mantel, Schutzvorrichtung) zerfällt oder spannungsführende Teile nicht berührt werden können.

d) Teile der Schutzvorrichtungen, die mit dem Glas der Lampe in Berührung kommen oder kommen können, müssen so beschaffen sein, daß sie bei ordnungsmäßigem Einsetzen das Glas der Lampe nicht beschädigen.

e) In nackten Fassungen müssen die den Prüflehren nach DIN VDE 9616 entsprechenden Lampen zum Brennen gebracht werden können.

Für Armaturen und Handleuchter ist dieses nur für die Lampen erforderlich, die für diese Armaturen und Handleuchter bestimmt sind.

§ 59.

a) Bei Fassungen müssen die in Tafel 2 gegebenen Mindestmaße eingehalten sein. Bei Fassungen mit Metallgehäuse müssen außerdem die in Tafel 3 gegebenen Mindestmaße eingehalten sein.

b) Unverwechselbarkeitsorgane für das Pauschalsystem dürfen den Berührungschutz nicht aufheben.

c) Bei Fassungen mit Metallgehäuse für 250 V darf die kürzeste Luftstrecke zwischen spannungsführenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen 2 mm nicht unterschreiten.

1. Für Fassungen und Lampensockel (mit Edison-Gewinde E 27) für das Pauschalsystem gilt DIN VDE 9630.

2. Für Nippelgewinde gilt DIN VDE 420.

Tafel 2.

Gewinde		Edisongewinde 14 mm	27 mm	40 mm
Wandstärke des Gewindekorbes		0,28	0,30*	0,5
Bei Verwendung von Kopfschrauben für den Leitungsanschluß:				
Gewindelänge im Anschlußkontakt	der Kopfschraube	1,5	1,5	2,5
Gewindedurchmesser	der Kopfschraube	3	3	5
Kopfdurchmesser	der Kopfschraube	6	6	10
Kopfhöhe	der Kopfschraube	1,8	1,8	3
Bei Verwendung von Buchsenklemmen:				
Durchmesser der Buchsenbohrung		2,6	2,6	4
Länge des Gewindes in der Buchse		1,8	1,8	3
Gewindedurchmesser der Anschlußschraube		2,6	2,6	4

* Frist gemäß § 1, 1. Juli 1932.

Tafel 3.

Gewinde	Edisongewinde. 14 mm	27 mm	40 mm
Wandstärke des Mantels	0,28	0,30*	0,5
Wandstärke des Fassungsbodens	0,28	0,30*	0,5
Wandstärke des Mantels und des Fassungsbodens bei geschnittenem Gewinde	—	—	1
Lichte Pfeilhöhe der Wölbung des Fassungsbodens (Hohlraum zwischen Stein und Fassungsboden)	5	7	12
(Ab 1. Juli 1932	7	10	15)
Wandstärke der Nippelmutter	2,5	2,5	4
Gewindedurchmesser der Nippelmutter	10	10**	16
Höhe der Nippelmutter	5	5*	10
Länge der Gewindeüberdeckung zwischen Fassungsmantel und -boden	5	7	10

* Frist gemäß § 1, 1. Juli 1932.
** Es ist anzustreben, nur noch 13 mm-Nippel zu verwenden, insbesondere für Rohrpendel, Schnurpendel, Werktischleuchter, größere Stehleuchter usw.

§ 60.

a) Fassungen müssen im Innern so gebaut sein, daß eine Berührung zwischen beweglichen Teilen von Schaltvorrichtungen und den Zuleitungsdrähten ausgeschlossen ist.

§ 61.

a) Schalter in Fassungen müssen Momentschalter sein. Bezüglich Hilfschaltvorrichtungen s. § 68 (Hilfsschaltvorrichtungen sind Vorrichtungen, die beim Einsetzen oder Herausnehmen von Lampen Metallteile, die während des Betriebes Stromabgabe an die Lampe vermitteln, unter Spannung setzen oder spannungslos machen).

§ 62.

a) Alle Metallteile des Mechanismus der Schaltfassungen müssen gegen spannungsführende Teile isoliert sein.

b) Griffe an Schaltfassungen müssen aus Isolierstoff bestehen.

Bedienungsorgane für Zugkettenfassungen müssen, falls sie aus Metall bestehen, gegen Metallteile des Mechanismus isoliert sein. Die hierzu verwendeten Isolierstoffe müssen den Prüfvorschriften nach § 71 genügen.

Metallteile der mit dem Mechanismus in Verbindung stehenden Bedienungsvorrichtungen, deren Isolierteile außerhalb des Fassungsmantels angebracht sind, müssen an der Manteldurchgangstelle in Isolierstoff lagern und so geführt sein, daß sie auch mit nicht spannungsführenden Metallteilen der Fassung (Mantel und Boden) bei ordnungsmäßiger Bedienung nicht in Berührung kommen können.

§ 63.

a) Fassungen mit Schaltern sowie mit Hilfschaltvorrichtungen sind nur für Lampensockel E 27 und für Glühlampen bis höchstens 250 V zulässig. Derartige Fassungen für Lampensockel E 14 und E 40 sind für alle Spannungen unzulässig.

Prüfbestimmungen

§ 64.

a) Nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) ist die Isolation zu prüfen, und zwar

zwischen den einzelnen Kontaktstücken,

zwischen jedem spannungsführenden Kontaktstück und dem Mantel,

zwischen jedem spannungsführenden Kontaktstück und einer Stanniolumhüllung an der Handhabe, des Schalters,

ferner zwischen den Kontaktstücken des Schaltorganes in ausgeschalteter Stellung.

Dabei muß folgende Spannung 1 min lang ausgehalten werden, ohne daß ein Überschlag erfolgt:

bei 250 V Nennspannung 1500 V Wechselspannung
bei 500 V „ 2000 V „
bei 750 V „ 2500 V „

b) Der Isolationswiderstand der Fassungen wird nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1)

zwischen den Anschlußkontaktstücken,

zwischen jedem Anschlußkontaktstück und Mantel und

zwischen Anschlußkontaktstück und Schaltachse

festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ sein.

§ 65.

a) Fassungen mit Schaltern, auch wenn sie Hilfsschaltvorrichtungen haben, müssen bei Nennspannung mit 2 A mit Gleichstrom induktionsfrei belastet, im Gebrauchszustand während einer Dauer von 3 min 90-mal ein- und ausgeschaltet werden können, ohne daß sich ein dauernder Lichtbogen bildet.

Diese Prüfung ist vorzunehmen, nachdem in der Fassung eine Lampe von 200 W bei 110 V eine Stunde lang in ungünstigster Lage gebrannt hat.

§ 66.

a) Zur Prüfung der mechanischen Haltbarkeit ist der Schalter der Schaltfassung im stromlosen Zustand so zu schalten, daß 10 000 Stellungwechsel, etwa 1500 in der Stunde entstehen; Schalter für Rechts- und Linkedrehung sind mit je 5000 Stellungswechseln für Rechts- und Linksdrehung zu prüfen.

b) Nach der mechanischen Prüfung des Schalters muß die Leistung bei 220 V mit 1 A 10-mal abgeschaltet werden können, ohne daß ein Lichtbogen stehen bleibt.

§ 67.

a) Die verwendbaren Lampentypen müssen sich ohne durch Strom belastet zu sein, 500-mal in die Fassung einsetzen und wieder herausnehmen lassen, ohne daß die Wirksamkeit des Berührungschutzes beeinträchtigt und ohne daß der Lampenkörper bei sachgemäßem Einsetzen beschädigt wird.

§ 68.

a) Fassungen E 27 mit Hilfskontakten müssen nach einstündiger Belastung mit 1,5 A bei 220 V in senkrechter Lage ein 40-maliges langsames Herausnehmen der Lampe in Abständen von je ½ min gestatten, ohne daß die Gefahr eines Unbrauchbarwerdens des Berührungschutzes oder Kurzschluß entsteht.

§ 69.

a) Für Swanfassungen und Swansockel sind besondere Bestimmungen in Vorbereitung; es gelten bis auf weiteres die Bestimmungen K P I/1928 sinngemäß.

§ 70.

a) Isolierteile der Fassungen müssen eine Prüfung auf Wärmesicherheit nach § 101 aushalten.

b) Isolierteile der Fassungen E 14 müssen mit 150° geprüft werden.

c) Isolierteile der Fassungen E 27, die mit spannungsführenden Teilen in Berührung kommen sowie solche, die das Glas der Lampe berühren, müssen mit 180° C, Betätigungsteile mit 100° C, alle übrigen Isolierteile mit 150° C geprüft werden.

d) Für die Isolierteile der Fassungen E 40 gilt als Erwärmungstemperatur 300°.

§ 71.

a) Das Isolierzwischenstück an Zugkettenfassungen muß eine Festigkeit aufweisen, daß eine Belastung mit 20 kg 1 min lang ohne Schaden ertragen wird, und zwar je nach Anordnung an der Fassung auf Zug- oder Biegefestigkeit.

b) Außerdem muß es eine Prüfung auf Feuchtigkeitssicherheit nach § 95, auf Feuersicherheit nach § 103 und auf Wärmesicherheit nach § 101 aushalten. Die Erwärmungstemperatur bei der Prüfung nach § 101 ist 100° C.

§ 72.

a) Der Prüfung auf mechanische Festigkeit müssen Fassungsmäntel und Gewindehülsen standhalten, ohne daß eine dauernde Formveränderung (Beulen oder dgl.) auftritt.

Die Prüflinge werden in einem Prüfapparat nach Abb. 13 geprüft. Für Fassungen E 27 ist die Belastung 2 kg. (Druck durch die Hebelverhältnisse 7,5 kg.)

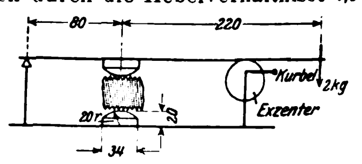


Abb. 13.

§ 73.

Prüfung der Feuersicherheit. (Bestimmungen in Vorbereitung.)

F. Armaturen, Kaschierungen und Fassungsnippel.

§ 74.

a) Fassungen in Armaturen müssen entweder für sich oder zusammen mit den mit ihnen festverbundenen Armaturteilen den Berührungschutz gewährleisten. Glasschalen, Glasglocken, Schirme und dgl. gelten nicht als Berührungschutz.

b) Bei Armaturen muß der Berührungschutz für alle genormten Lampensockel vorhanden sein. Das Brennen aller Lampentypen wird nicht gefordert.

§ 75.

a) In Kaschierungen, Glasschalen und Schirmen müssen Fassungen mit Berührungschutz verwendet werden.

§ 76.

a) Die Bohrungen der Nippel müssen abgerundete Kanten haben.

1. Für das Nippelgewinde gilt DIN VDE 420. (Es ist anzustreben, nur noch 13 mm-Nippel zu verwenden, insbesondere für Rohrpendel, Schnurpendel, Werktischleuchter, Wandarme, größere Stehleuchter usw.).

b) Das Gewinde des Nippels muß so lang sein, daß die nach § 57 geforderte Sicherung gegen Lockern gewährleistet ist (Frist gemäß § 1 1. Juli 1932).

§ 77.

1. Für Gewinde für Schutzgläser, Porzellan- und Gußkappen von Armaturen gilt DIN VDE 450.

G. Handleuchter.

(Unter diese Bestimmungen fallen auch Maschinenleuchter, ortsveränderliche Werktischleuchter, sowie Backofenleuchter.)

§ 78.

1. Normale Nennspannungen sind 250, 500 (gilt auch für 550 V) und 750 V.

§ 79.

a) Körper und Griff der Handleuchter müssen mechanisch fest sein und aus feuer-, wärme- und feuchtigkeitssicheren Isolierstoffen bestehen.

b) Handleuchter müssen so gebaut sein, daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet und die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert werden können.

c) Die Einführungsstellen für die Leitungen müssen derart ausgebildet sein, daß eine Beschädigung der biegsamen Leitungen auch bei rauher Behandlung nicht zu befürchten ist.

§ 80.

a) Schaltfassungen in Handleuchtern sind verboten.

b) In Handleuchtern sind nur Schalter bis 250 V und mindestens 4 A zulässig. Sie müssen im übrigen den Vorschriften für Dosenschalter entsprechen und so im Körper oder Griff eingebaut sein, daß sie mechanischen Beschädigungen bei Gebrauch der Handleuchter entzogen bleiben.

§ 81.

a) Ist der Handleuchter mit einem Schutzgehäuse, Schutzkorb, Reflektor, Aufhängehaken, Tragebügel oder dgl. aus Metall versehen, so müssen diese Teile auf dem isolierenden Körper befestigt sein. Das Schutzgehäuse oder der Schutzkorb und dgl. müssen so am Körper befestigt sein, daß sie sich nicht selbsttätig lösen können

§ 82.

a) Bei Handleuchtern muß der Berührungsschutz (nach § 58) für alle genormten Lampensockel vorhanden sein. Das Brennen aller Lampentypen wird jedoch nicht gefordert.

§ 83.

a) Handleuchter für feuchte und durchtränkte Räume sowie solche zur Beleuchtung in Kesseln müssen mit einem sicher befestigten Überglas und Schutzkorb versehen sein und dürfen keine Schalter haben.

Sie müssen Einrichtungen haben, durch die das Eindringen von Feuchtigkeit an der Einführungsstelle der Leitungen sowie eine Verletzung der Leitungen verhindert werden kann.

Prüfbestimmungen.

§ 84.

a) Nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) ist die Isolation bei betriebsmäßigem Anschluß zu prüfen, und zwar

- zwischen den einzelnen Kontaktstücken,
- zwischen jedem spannungsführenden Kontaktstück und einer Stanniolumhüllung am Griff,
- zwischen den spannungsführenden Teilen und den der Berührung ausgesetzten Metallteilen, wie Schutzkorb, Metall-Aufhängevorrichtung usw.,

ferner bei Handleuchtern mit Schaltern

- zwischen den Kontaktstücken des Schalters in ausgeschalteter Stellung.

Dabei muß folgende Spannung 1 min lang ausgehalten werden, ohne daß ein Überschlag erfolgt:

bei 250 V	Nennspannung	1500 V	Wechselspannung
„ 500 V	„	2000 V	„
„ 750 V	„	2500 V	„

b) Der Isolationswiderstand der Handleuchter wird nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) zwischen den Anschlußkontaktstücken festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ sein.

§ 85.

a) Handleuchter sind nach § 98 zu prüfen. Hierbei darf eine Beschädigung nicht stattfinden. Eindruckstellen gelten nicht als Beschädigung.

b) Die Zugentlastungsvorrichtung muß eine Prüfung nach § 99 ohne Beschädigung der Leitungen und ihrer Umhüllung aushalten.

c) Die Prüfung des Verdrehungschutzes hat nach § 100 zu erfolgen.

§ 86.

Die Isolierteile der Handleuchter müssen eine Prüfung auf Wärmesicherheit nach § 101 aushalten. Isolierteile, die mit spannungsführenden Teilen in Berührung kommen, müssen mit 180 ° C und alle übrigen Isolierteile (auch Griffe) mit 150 ° C geprüft werden.

§ 87.

Prüfung der Feuersicherheit.

(Bestimmungen sind in Vorbereitung.)

H. Verteilungstafeln.

§ 88.

Unter Verteilungstafeln im Sinne dieser Vorschriften ist der Zusammenbau von Sicherungen, Schaltern, Meßgeräten usw. auf gemeinsamer Unterlage verstanden, wenn damit die Verzweigung einer ankommenden Hauptleitung auf Verteilungstromkreise in Niederspannungsanlagen bewirkt werden soll. Sicherungen, Schalter und dgl., die in Metallgehäuse eingekapselt sind, fallen nicht hierunter.

a) Unterlagen können aus Metall oder Isolierstoff bestehen. Sie müssen die nötige mechanische Festigkeit haben und ausreichend feuer-, wärme- und feuchtigkeitssicher sein.

b) Alle Gegenstände müssen zuverlässig befestigt sein. Unzulässig für die Befestigung auf der Unterlage sind Holzdübel.

c) Verteilungstafeln, die an der Wand befestigt werden, müssen durch eine Umrahmung oder ähnliche Mittel so geschützt sein, daß Fremdkörper nicht an die Rückseite der Tafel gelangen können. Auf der Vorderseite müssen alle spannungsführenden blanken Metallteile und die Anschlußdrähte gegen zufällige Berührung geschützt sein. Hierzu notwendige Abdeckungen dürfen nur mittels Werkzeug entfernbar sein.

d) Unterlagen, Umrahmungen oder Abdeckungen aus Metall, die der zufälligen Berührung ausgesetzt sind, müssen mit Vorrichtungen zum Anschluß von Erdungsleitungen versehen sein.

e) Führen die Sammelschienen mehr als 60 A, so dürfen sie nicht von Apparat zu Apparat zusammengestückelt werden.

f) Verteilungstafeln, die nicht von der Rückseite zugänglich sind, müssen so beschaffen sein, daß die Leitungen nach der Befestigung der Tafel auf der Vorderseite oder am Rand angeschlossen werden können. Die Klemmstellen der Zu- und Ableitung dürfen nicht auf der Rückseite liegen. Durchführen dieser Leitungen von der Rückseite durch einzelne Bohrungen der Tafel oder durch Hohlklemmen ist nicht zulässig.

g) Der Abstand vom Ende des Rohres bis zu den Anschlußklemmen (Anschlußraum) muß so groß sein, daß ein sachgemäßer Anschluß möglich ist.

I. Isolierrohre und Zubehör.

§ 89.

a) Isolierrohre mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech müssen DIN VDE 9030 entsprechen.

b) Jedes Rohr muß ein Ursprungzeichen tragen, das den Hersteller erkennen läßt; die durch die Prüfstelle des VDE mit Erfolg geprüften Rohre müssen außerdem das VDE-Zeichen tragen. Diese Kennzeichen müssen in Abständen von etwa 1 m gegenüber dem Falz haltbar angebracht werden.

c) Das Papierrohr muß so getränkt sein, daß sich beim Abwickeln im Innern keine unimprägnierten Stellen vorfinden.

Wird ein gebrauchsfertiges Rohr von 1 m Länge während 10 min bei 70 ° C erwärmt, so dürfen sich an der Innenwand keine Tropfen infolge Ausschwitzens von Imprägniermasse zeigen. Beim Durchsehen ist festzustellen, ob sich die innere Papierlage während des Erwärmungsversuches losgeschält oder die lichte Weite des Rohres sonst verändert hat.

Ein abgemanteltes Rohrstück von 10 cm Länge ist in wagerechter Lage auf seiner ganzen Länge gleichmäßig mit einem Gewicht von 10 kg 5 min zu belasten. Hierbei darf sich das Rohr bei 20 ° C Raumtemperatur nicht um



mehr als 10 % seines Außendurchmessers verändern. Diese Bestimmung gilt für alle Rohrweiten. (Prüfapparat z. B. nach Abb. 14.)

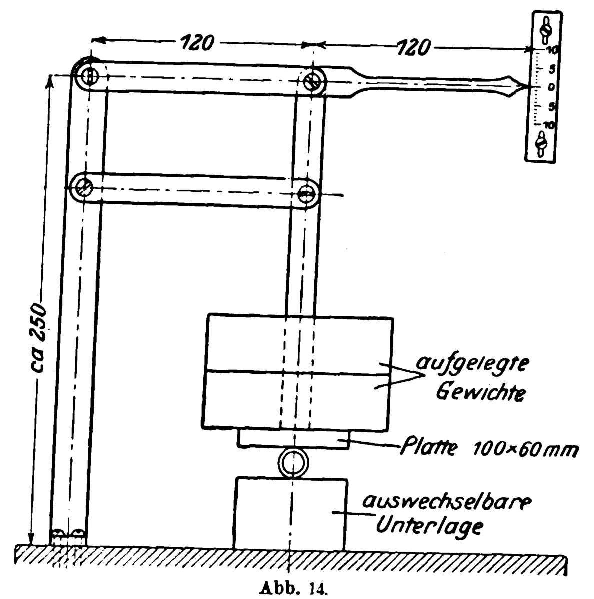
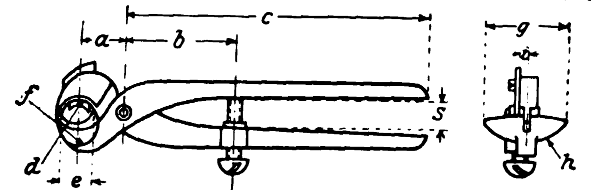


Abb. 14.

d) Ein Rohrstück wird mit einer einstellbaren Biegezange mit Seitenführungsmesser (Abb. 15 u. Tafel 4) ge-



d = Halbmesser des Biegemessers, e = lichte Weite des Löffels, f = innerer Halbmesser des Löffels, s = Schenkelabstand, g = lichte Weite in der Breite des Löffels, h = innerer Halbmesser der Breite des Löffels, i = Kerbabstand ab Messer.

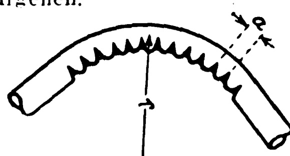
Abb. 15.

Tafel 4.

Für Falzrohr	Abmessungen der Zange in mm									
	a	b	c	d	e	f	s	g	h	i
7	27	65	195	6,25	12,3	6	20	47	33,7	5
9	27	65	195	7,25	14,5	7,25	22	50	38,5	5
11	27	77	205	9,2	16,7	8,3	25	54	38,8	5,5
13,5	34	88	235	10,6	19	9,4	25	63	42,4	7
16	34	90	235	11,9	21,4	10,5	35	68	44,7	8
23	40	100	260	15,5	29,4	15,4	40	80	59,5	9
29	47	100	260	18,3	34,7	17,7	40	87	59,5	10

bogen, so daß eine Gesamtbiegung des Rohres von etwa 90° erreicht wird. Die Anzahl und Abstände der Einkerbungen müssen dabei den Werten der Tafel 5 entsprechen. Der Falz soll seitlich liegen.

Bei der Probe darf der Metallmantel nicht brechen und der Falz nicht aufgehen.



Tafel 5.

Bezeichnung des Falzrohres	Anzahl der Einkerbungen	Abstand der einzelnen Einkerbungen etwa mm a	Mittlerer Krümmungshalbmesser etwa mm r	Schenkelabstand halbmesser etwa mm s
7	18	5	65	20
9	20	5	75	22
11	20	5,5	90	25
13,5	20	7	105	25
16	25	8	125	35
23	30	8	160	40
29	30	8	200	40

e) Feststellung der Verbleiungsstärke durch Elektrolyse.

Elektrolyt: Natronlauge von mindestens 10° Bé.

Der Elektrolyt muß nahe am Siedepunkt gehalten werden (etwa 96° C). Die Stromstärke muß 1,8 A/dm² sein. Dabei ist die Anfangsspannung 0,8 V und steigt auf etwa 3 V. Die Dauer der Entbleiung richtet sich nach der Stärke der Bleischicht und beträgt etwa ½ bis 1 h. Der Elektrodenabstand ist 4 bis 5 cm. Als Kathode dient blankes Eisenblech, als Anode das zu entbleiende Mantelstück ohne Falz. Dieses muß an einem Eisendraht aufgehängt werden und vollständig vom Elektrolyten umgeben sein. Vor dem Versuche muß das Blei auf der Innenseite des Bandes vollständig entfernt oder durch einen Anstrich geschützt werden. Das Bleigewicht muß mindestens 3,4 g je dm² sein.

f) Feststellung der Gleichmäßigkeit der Bleischicht durch Korrosionsprobe.

Unter eine Glasglocke bringt man, ohne den Luftzutritt abzusperren, ein Porzellanschälchen mit unverdünnter Salzsäure und daneben die zu prüfenden entfetteten Rohrstücke. Bei diesem Versuche dürfen sich nach 3 h Versuchsdauer und darauffolgendem dreistündigen Lagern in feuchter Luft keine Rostflecken zeigen.

§ 90.

Für Abzweigdosen aus imprägnierter Papiermasse mit verbleitem Eisenmantel zur Verlegung unter Putz gilt:

a) Die für die Herstellung von Abzweigdosen verwendeten Werkstoffe müssen den Bestimmungen des § 89 c, e, f und DIN VDE 9030 entsprechen. Die Dicke der Auskleidung an Wand und Boden muß mindestens 2 mm sein, die Blechdicke vor der Verbleiung an allen Stellen mindestens 0,3 mm.

b) Abzweigdosen müssen allseitig metallisch umkleidet sein. Der lichte Durchmesser der Dosen muß mindestens 70 mm, die lichte Höhe bei eingesetztem Deckel mindestens 35 mm sein.

Besitzen die Abzweigdosen Metallstutzen, so müssen diese mit dem Dosenmantel fest verbunden sein und eine Länge von mindestens 15 mm haben. Die Stutzen müssen für Rohre von höchstens 16 mm lichter Weite bemessen sein.

c) Deckel müssen aus gleichwertigen Werkstoffen bestehen, deren Mindestmaße denjenigen unter a) entsprechen müssen. Die Auskleidung der Deckel muß auf ihrer Innenseite zuverlässig haften; bei geschlossenem Deckel dürfen im Innern der Dose keine metallischen Stellen freiliegen.

d) Deckel müssen bei allen Fabrikaten untereinander austauschbar sein. Zur Kontrolle dieser Austauschbarkeit dienen Lehren nach DIN VDE 9031. Dabei muß der in die Lehre eingesetzte Deckel nach Drehung um 90° axial festsitzen.

1. Normale Ausführungsformen von Abzweigdosen mit Stutzen sind:

mit 3 Stutzen, von denen 2 Stutzen gegenüberliegend und 1 Stutzen in einem Winkel von 90° dazu angeordnet sind,

mit 4 Stutzen, die in einem Winkel von 90° gegeneinander angeordnet sind,

mit 6 Stutzen, von denen 2 Stutzen gegenüberliegend und je 1 Stutzen in einem Winkel von 90° dazu angeordnet sind.

e) Der die Klemmen tragende Einlegekörper muß aus Isolierstoff oder glasiertem keramischen Werkstoff bestehen und darf in der Dose nicht befestigt sein. Die Einlegekörper müssen so gestaltet sein, daß eine Berührung spannungsführender Teile mit der Dose oder deren Deckel verhindert wird. Die Kriechstrecke zwischen zwei Klemmen muß mindestens 10 mm und der Abstand zwischen Klemme und Rand des Einlegekörpers mindestens 5 mm sein.

Jede Klemme muß eine Verbindung von mindestens drei geradlinig eingelegten Leitungen bis 2,5 mm² ohne besondere Zurichtung gestatten, ohne daß ein Ausweichen der Leitungen eintreten kann. Die Klemmschrauben müssen mindestens 3 mm Gewindedurchmesser haben.

f) Die Träger spannungsführender Teile der Einlegekörper müssen folgende Prüfungen aushalten, für deren Ausführung die §§ 95, 101 und 103 anzuwenden sind:

Feuchtigkeitsicherheit. Die Isolierkörper dürfen nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 bei einer Wechselspannung von 1500 V zwischen Klemmen verschie-

dener Polarität keinen Überschlag zeigen und müssen bei einer Gleichspannung von etwa 500 V mindestens 2 $M\Omega$ Widerstand zwischen Klemmen verschiedener Polarität aufweisen.

Wärmesicherheit. Die Isolierkörper müssen bei einer Prüfung nach § 101 eine Wärmebeständigkeit von 100 °C aufweisen.

Feuersicherheit (siehe § 103).

g) Bei der Prüfung der Befestigung der Klemmen auf dem Einlegekörper müssen die Anschlußklemmen in Abzweigdosen, welche im Einlegekörper eingeschraubt, eingenietet, eingepreßt, eingekittet oder in anderer Weise fest verbunden sind, so sicher befestigt sein, daß ein Lockern, Verdrehen oder Herausreißen bei den nachstehenden Prüfungen nicht möglich ist.

Zur Feststellung der mechanischen Sicherheit gegen Verdrehung ist nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) ein Hebel in der Klemme zu befestigen und in einer Entfernung von 4 cm (vom Mittelpunkt der Klemme aus gemessen) mit einem Gewicht von 10 kg mindestens 1 min lang zu belasten (Abb. 16). Bei der Prüfung ist darauf zu achten, daß der Hebel bis auf den Grund des Schlitzes oder der Bohrung eingeführt wird, damit die Klemme nicht aufspaltet. Der Hebelarm muß dabei eine solche Form erhalten, daß die Klemme nur in der Drehrichtung, nicht aber nach unten kippend beansprucht wird.

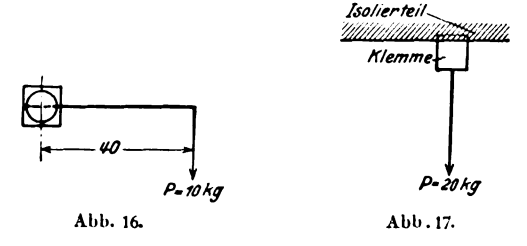


Abb. 16. Abb. 17.

Zur Feststellung der mechanischen Sicherheit gegen Herausreißen ist unmittelbar nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) in die Klemme ein Stahldraht vom Durchmesser der zum Prüfling gehörenden Anschlußleitung einzuklemmen (Abb. 17) und in Richtung der Mittelachse der Klemme mit einem Gewicht von 20 kg 1 min auf Zug zu beanspruchen.

§ 91.

Für Abzweigdosen aus keramischem oder anderem Isolierstoff zur Verlegung auf Putz gilt:

a) Die Kriechstrecke zwischen 2 Klemmen muß mindestens 10 mm sein.

b) Jede Klemme muß eine Verbindung von mindestens 3 geradlinig eingelegten Leitungen bis 2,5 mm² ohne besondere Zurichtung gestatten, ohne daß ein Ausweichen der Leitungen eintreten kann. Die Klemmschrauben müssen mindestens 3 mm Gewindedurchmesser haben.

1. Die Leitungen sollen nach dem Befestigen der Sockel vorderseitig angelegt und angeschlossen werden können.

c) Die Anschlußklemmen, die im Sockel eingeschraubt, eingenietet, eingepreßt, eingekittet oder in anderer Weise mit ihm verbunden sind, müssen so sicher befestigt sein, daß ein Lockern, Verdrehen oder Herausreißen nicht möglich ist.

d) Nach Behandlung der Dosen nach § 95 (Stufe 1) ist die Isolation zu prüfen, und zwar zwischen den spannungsführenden Klemmen verschiedener Polarität, ferner zwischen den spannungsführenden Klemmen einerseits und den eingesetzten Befestigungsschrauben oder anderen zugänglichen Metallteilen oder einer metallenen Unterlage des Sockels andererseits. Dabei muß eine Wechselspannung von 1500 V 1 min lang ausgehalten werden können, ohne daß ein Überschlag erfolgt.

e) Der Isolationswiderstand der Dosen wird nach Behandlung der Dosen nach § 95 (Stufe 1) zwischen den Befestigungsschrauben und den Anschlußklemmen, ferner zwischen den Anschlußklemmen festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 $M\Omega$ sein.

f) Die Prüfung der Befestigung der Klemmen auf dem Sockel gegen Verdrehen erfolgt nach § 90 g.

g) Die Prüfung der mechanischen Sicherheit gegen Herausreißen der Klemmen aus dem Sockel erfolgt nach § 90 g.

h) Isolierteile müssen eine Prüfung auf Wärmesicherheit nach § 101 aushalten, und zwar müssen sie mit 100 °C geprüft werden.

i) Prüfung der Feuersicherheit. (Bestimmungen sind in Vorbereitung.)

§ 92.

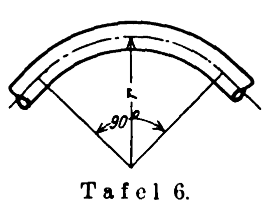
a) Stahlpanzerrohre müssen DIN VDE 9010 entsprechen.

b) Jedes Rohr muß ein Ursprungzeichen tragen, das den Hersteller erkennen läßt; die von der Prüfstelle des VDE mit Erfolg geprüften Rohre müssen außerdem das VDE-Zeichen tragen. Diese Kennzeichen müssen mindestens einmal auf jedem Rohr haltbar angebracht werden.

c) Das Papierrohr muß so getränkt sein, daß sich beim Abwickeln im Innern keine unimprägnierten Stellen vorfinden.

Wird ein gebrauchsfertiges Rohr von 1 m Länge während 10 min bei 70 °C erwärmt, so dürfen sich an der Innenwand keine Tropfen infolge Ausschwitzens von Imprägniermasse zeigen. Beim Durchsehen ist festzustellen, ob sich die innere Papierlage während des Erwärmungsversuches losgeschält oder die lichte Weite des Rohres sonst verändert hat.

d) Ein Rohrstück wird mit den im Handel üblichen Biegevorrichtungen nach Tafel 6 so gebogen, daß eine Gesamtbiegung von 90° erreicht wird. Bei der Probe darf der Mantel nicht brechen und die Längsnaht nicht aufgehen.



Tafel 6.

Rohrbezeichnung = Innendurchmesser	mm							
	9	11	13,5	16	21	29	36	42
Halbmesser r . . .	110	110	140	140	160	200	250	320

e) Rohre für Verschraubung nach Art der Stahlpanzerrohre, jedoch ohne Auskleidung, müssen in ihren Abmessungen mindestens DIN VDE 9010 entsprechen.

1. Für das Stahlpanzerrohr-Gewinde gilt DIN VDE 430.
2. Lehren für das Stahlpanzerrohr-Gewinde nach DIN VDE 431.

K. Plombierbare Hauptleitungs-Abzweigkästen.

§ 93.

Für plombierbare Hauptleitungs-Abzweigkästen für 500 V gelten folgende Bestimmungen:

a) Normale Typen von plombierbaren Hauptleitungsabzweigkästen sind

$4 \div 16$ mm² und $25 \div 35$ mm².

Die Nennspannung ist 500 V.

b) Plombierbare Hauptleitungsabzweigkästen müssen so gebaut sein, daß sie es ermöglichen, an ungeschnittenen bereits verlegten Hauptleitungen, soweit sie nicht in verschraubten Rohren liegen, Abzweigleitungen anzuklemmen und diese von vorn anzulegen und anzuschließen.

c) Eine unbeabsichtigte Lageänderung der Klemmen muß ausgeschlossen sein.

d) Innerhalb des Abzweigkastens muß bei notwendigen Kreuzungen von Leitungen verschiedener Polarität eine gegenseitige Berührung der Leitungen sowie eine Berührung von blanken Metallteilen durch die Leitungen ausgeschlossen sein.

e) Die Hauptleitungsabzweigkästen müssen so gestaltet sein, daß eine unbeabsichtigte leitende Verbindung zwischen benachbarten Klemmen oder zwischen einer Klemme und Metallgehäuseteilen (etwa durch ein Werkzeug) ausgeschlossen ist.

f) Die Klemmen müssen das geradlinige Einlegen von Leitungen ohne besondere Zurichtung gestatten. Die Klemmschrauben müssen für die Type $4 \div 16$ mm² mindestens 4,5 mm, für die Type $25 \div 35$ mm² mindestens 7 mm Gewindedurchmesser haben. Die Kriechstrecke zwischen zwei Klemmen muß mindestens 10 mm sein.

g) Die Klemmen müssen so bemessen sein, daß Haupt- und Abzweigleitungen von gleichem Querschnitt angeschlossen werden können, sofern der Abzweigkasten nicht mit Sicherungen für die Abzweigleitungen versehen ist.

h) Sofern die Abdeckungen aus Metall bestehen, muß dafür gesorgt sein, daß unter Spannung stehende Teile die Abdeckung auch während des Aufsetzens und der Abnahme derselben nicht berühren können.



i) Die Befestigung der Abdeckung muß durch plombierbare Schrauben, Riegel oder andere starre Befestigungsmittel erfolgen; biegsame Splinte oder ähnliche Vorrichtungen sind unzulässig.

k) Die zur Befestigung des Abzweigkastens an der Wand dienenden Schrauben dürfen erst nach Entfernen der Abdeckung zugänglich sein.

l) Die Abzweigkästen sind so zu gestalten, daß die ordnungsmäßige Führung der stärksten Leitungen, für die die Abzweigkästen bestimmt sind, möglich ist.

1. Um hinreichend lange freie Leitungsenden unterbringen zu können, sollen entweder Rohrstutzen vorgesehen sein, die am Abzweigkasten fest angebracht oder ansetzbar angeordnet werden können, oder aber es sollen die Kästen selbst genügend groß bemessen werden.

2. Rohreinführungen sollen DIN VDE 9048 entsprechen.

m) Nicht benutzte Öffnungen zur Einführung von Leitungen müssen durch geeignete Vorrichtungen verschließbar sein, deren Beseitigung erst nach Entfernen des Deckels möglich sein darf.

3. Es ist zulässig, an Stelle von Öffnungen an den Abdeckungen geschwächte Stellen in den Wandungen anzubringen, die zur Einführung der Leitungen nachträglich entfernt werden. Die Schwächung der Wandung darf nicht so weit gehen, daß an bereits verlegten Kästen ein unbeabsichtigtes Ausbrechen möglich ist.

n) Die Abzweigkästen müssen, sofern das Abschalten abzweigender Leitungen nicht in anderer Weise ermöglicht ist, so eingerichtet sein, daß abgetrennte Leitungsenden abseits von den Klemmen derart gelagert werden können, daß eine Berührung mit diesen oder mit benachbarten Metallteilen sowie mit dem Gehäuse, falls dieses aus Metall besteht, nicht möglich ist.

4. Bei Abzweigkästen zur Verlegung unter Putz sollen die Klemmenträger für sich herausnehmbar sein.

o) Bei Abzweigkästen, die mit Sicherungen für die Abzweigleitungen zusammengebaut sind, muß durch Plombierung das unbefugte Herausnehmen der Schmelzeinsätze verhindert werden können.

5. Bei Abzweigkästen mit Sicherungen sollen Schraubstöpselsicherungen verwendet werden.

p) Die Aufschriften nach § 13 sind auf dem Klemmenträger und auf der Vorderseite der Abdeckungen anzubringen.

Einlegbare Klemmen müssen die Angabe des Nennquerschnittes aufweisen.

q) Nach Behandlung der Abzweigkästen nach § 95 (Stufe 1) ist die Isolation zu prüfen, und zwar zwischen Klemmen verschiedener Polarität sowie zwischen jeder Klemme, den Befestigungsschrauben und sonstigen Metallteilen. Dabei muß eine Wechselspannung von 2000 V 1 min lang ausgehalten werden können, ohne daß ein Überschlag erfolgt.

r) Der Isolationswiderstand wird nach Behandlung der Abzweigkästen nach § 95 (Stufe 1) zwischen Klemmen verschiedener Polarität sowie zwischen jeder Klemme und den Befestigungsschrauben oder sonstigen Metallteilen festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ sein.

s) Abdeckungen und Klemmenträger aus Isolierstoff müssen einer Prüfung nach § 96 standhalten, ohne Sprünge oder Eindrücke zu zeigen.

t) Isolierteile müssen eine Prüfung auf Wärmesicherheit nach § 101 aushalten. Isolierteile müssen mit 100° C geprüft werden.

u) Prüfung der Feuersicherheit (Bestimmungen in Vorbereitung).

L. Sonstige Verlegungsmaterialien.

§ 94.

Für andere Verlegungsmaterialien gelten folgende Regeln:

1. Für Isolier-Gummirohr gilt DIN VDE 9000.

2. Für Mantelrollen für Schraubenbefestigungen gilt DIN VDE 8021.

3. Für Mantelrollen für Stützenbefestigung gilt DIN VDE 8022.

4. Für gerade Isolatorstützen zu Mantelrollen nach DIN VDE 8022 gilt DIN VDE 8052.

5. Für Stützenisolatoren für Niederspannungs-Installationen in gedeckten Räumen und im Freien gilt DIN VDE 8010.

6. Für Klemmen (aus Porzellan) für Niederspannungs-Installationen in Innenräumen für Leitungen von 2,5 mm² gilt DIN VDE 8032.

7. Für Tüllen gilt DIN VDE 8030.

8. Für Rollen gilt DIN VDE 8031.

M. Allgemeine Prüfbestimmungen.

§ 95.

Prüfung der Feuchtigkeitsicherheit.

1. Der Prüfling wird mindestens 8 h in dem Prüfraum gelagert, um die Angleichung an die Raumtemperatur (15 bis 25 ° C) zu gewährleisten; sodann wird er in den Prüfkasten eingebracht. Der Prüfling ist darauf 16 h der Einwirkung der feuchten Luft im Kasten zu überlassen. Die Feuchtigkeit entsteht also durch Verdunsten des eingeschlossenen Wassers.
   (Diese Feuchtigkeitsprüfung wird als Stufe 1 bezeichnet.
   Stufe 2: Verdampfen von 0,04 l Wasser;
   Stufe 3: Verdampfen von 0,4 l Wasser.)
2. Für die Ausführung der Prüfung wird eine Prüfvorrichtung nach Abb. 18 empfohlen.

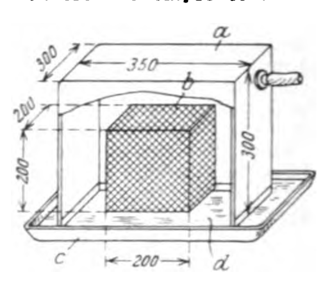


Abb. 18.

Auf den Untersatz *c* (400 × 400 × 40 mm), der etwa 20 mm hoch mit Wasser gefüllt ist, steht der Abschlußkasten *a* (350 × 300 × 300 mm). Der für die Prüfung benutzbare Raum *b* soll höchstens 8 dm³ sein.

Für etwaige Sonderversuche mittels Andampfens (Stufe 2 oder 3) ist ein Stutzen vorgesehen, durch den aus einer Verdampfvorrichtung von etwa 2 l Inhalt Dampf in den Prüfapparat eingelassen werden kann.

§ 96. (Entwurf.)

[1. Prüfung der mechanischen Festigkeit der Kappen von Schaltern und Steckdosen.

Zur Prüfung wird eine Prüfeinrichtung nach Abb. 19 und 20 empfohlen.

Der Prüfling (Schalter bzw. Steckdose mit Kappe und offenen Einführungen) wird auf einem Hartholzklotz befestigt (Abb. 20). Die Gleitstange des Fallgewichtes wird

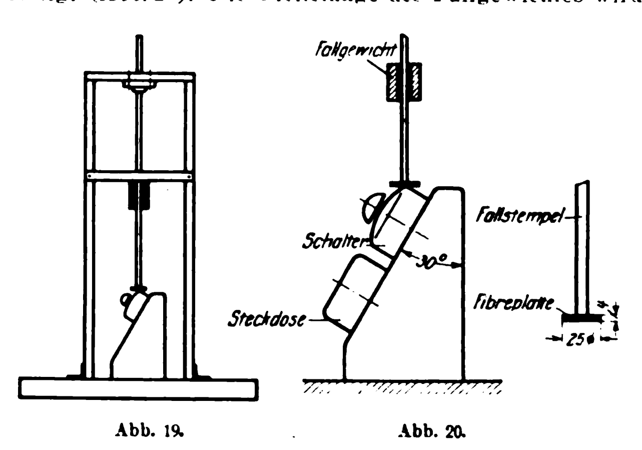


Abb. 19. Abb. 20.

unter Zwischenlegung eines Aufschlagstückes aus Hartfiber von 25 mm Durchmesser und 4 mm Stärke so auf den Prüfling gelegt, daß der Aufschlagstoß des Fallgewichtes durch dieses Zwischenstück auf die zu untersuchende Kappe wirken kann.

Das Fallgewicht von 250 g soll 15 cm fallen. Der Fallkörper ist auf die Kappe einmal fallen zu lassen. (Für Kappen aus Porzellan gültig ab 1. Juli 1930.)]

§ 97.

Prüfung der mechanischen Festigkeit von nicht metallgekapselten Steckern.

1. Zur Prüfung wird ein Gestell nach Abb. 21 empfohlen. An diesem ist eine eiserne 5 mm starke Aufschlagplatte angebracht.

2. An den Prüfling ist eine entsprechend lange Zuleitung mit Zugentlastung betriebsmäßig anzuschließen.



In 1 m Abstand von der Platte wird die Zuleitung durch Klemmung oder dgl. befestigt. Durch eine Auslösevorrichtung kann ein Fallenlassen des Steckers erfolgen.

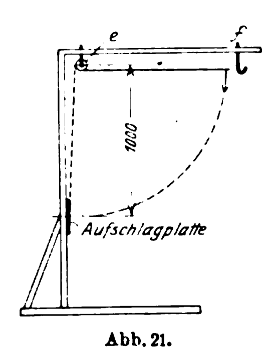


Abb. 21.

3. Es sind drei Schläge auszuführen.

§ 98.

Prüfung der mechanischen Festigkeit der Griffe von Handleuchtern.

1. Zur Prüfung wird ein Gestell nach Abb. 22 empfohlen. An diesem ist eine eiserne Winkelanschlagschiene mit einem Krümmungshalbmesser $r = 5$ mm angebracht.

2. An den Prüfling ist eine entsprechend lange Zuleitung mit Zugentlastung betriebsmäßig anzuschließen.

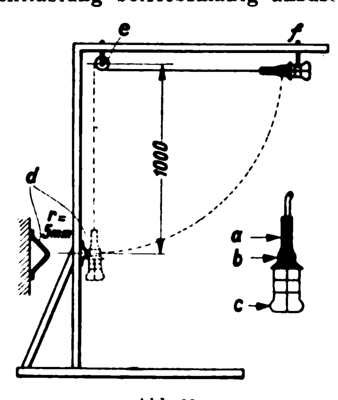


Abb. 22.

In 1 m Abstand von der Schiene wird die Zuleitung durch Klemmung oder dgl. befestigt. Durch eine Auslösevorrichtung kann ein Fallenlassen des Handleuchters erfolgen.

3. Es sind drei Schläge auszuführen, und zwar derart, daß beim 1. Schlag das Aufschlagen des Handleuchters auf die Winkelanschlagschiene im Punkte *a*, das zweite Mal im Punkte *b*, das dritte Mal im Punkte *c* erfolgt.

§ 99.

Prüfung der Zugentlastung.

1. Zur Prüfung wird eine Vorrichtung nach Abb. 23 empfohlen.

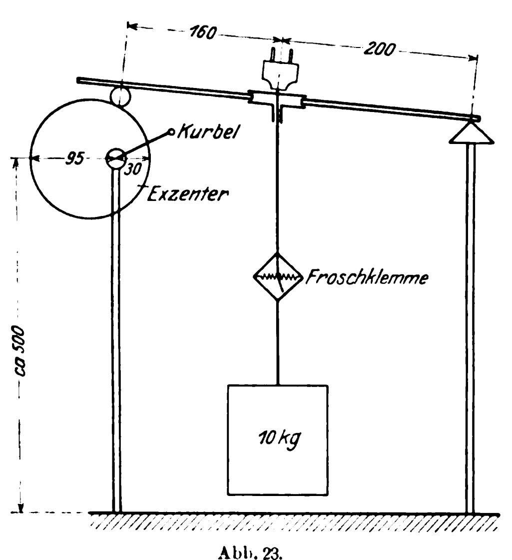


Abb. 23.

2. Der Prüfling ist mit der Zuleitung zu versehen, die Zugentlastungsvorrichtung ist der Konstruktion entsprechend herzustellen. Die Leitungsadern sind jedoch nicht an die Anschlußklemmen anzuschließen.

Die so vorbereiteten Prüflinge sind in der Prüfvorrichtung aufzuhängen. In der tiefsten Stelle des Hebelarmes ist das Belastungsgewicht (10 kg für Steckvorrichtungen bis 10 A) an der Leitung zu befestigen, jedoch so, daß in dieser Stellung die Leitung unbelastet bleibt. Die Buchsenbohrung im Hebelarm soll dem Querschnitt der Leitung angepaßt sein.

3. Die Prüfung erfolgt durch 100-maliges Anheben des Hebels durch die Exzenterscheibe.

In 1 s soll eine Umdrehung erfolgen.

Während der Hubbewegung des Hebels soll das Gewicht mindestens auf der Hälfte des Weges mitangehoben werden.

§ 100.

Prüfung des Verdrehungschutzes.

1. Zur Prüfung des Verdrehungschutzes bei Steckvorrichtungen wird eine Prüfvorrichtung nach Abb. 24 empfohlen.

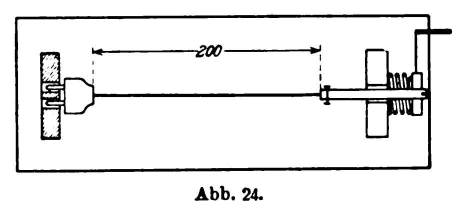


Abb. 24.

Diese enthält eine auswechselbare Steckvorrichtung (Dose oder Stecker), in welcher der zu prüfende Stecker bzw. Kupplungsdose mit ordnungsmäßig angeschlossener Leitung anzubringen ist. Das freie Ende der Leitung wird in der hohlen Kurbelachse festgeklemmt. Diese ist verschiebbar, damit die beim Zusammendrehen der Leitung entstehende Verkürzung berücksichtigt wird.

Die feststehende Steckvorrichtung (Dose oder Stecker) ist über eine Signalvorrichtung, z. B. Metallfadenlampe, an eine Spannung von mindestens 110 V anzuschließen, um feststellen zu können, nach wieviel Umdrehungen ein Schluß in der Leitung erfolgt.

Um die Prüfung durchführen zu können, ist eine Leitung zu verwenden, die sich als solche mindestens zehnmal verdrehen läßt, ohne daß Schluß zwischen ihren beiden Adern erfolgt.

Bei der Prüfung ist die Kurbel in der Richtung des Dralles der Leitung 10-mal zu drehen.

Tritt während des Versuches ein Schluß ein, so ist festzustellen, ob die Schlußstelle innerhalb oder außerhalb des Prüflings liegt. Nach dem Versuch dürfen die Leitungen zwischen den Anschlußklemmen und der Schutzstelle nicht miteinander verdreht sein.

2. Die Prüfung des Verdrehungschutzes bei Handleuchtern hat sinngemäß zu erfolgen.

§ 101.

Prüfung der Wärmesicherheit fester Isolierteile.

1. Die Prüflinge sind in einem Thermostaten nach Abb. 25, der aus Grundplatte, Heizvorrichtung und Abdeck-

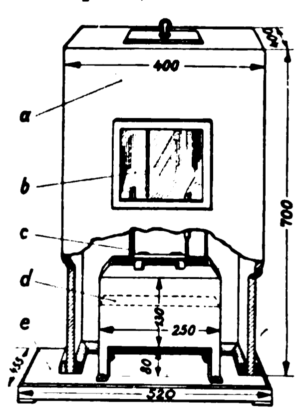


Abb. 25.

Es bedeuten:

a die Abdeckkappe des Thermostaten,
b ein Thermometer,
c die Belastungsvorrichtung,
d die Heizvorrichtung und
e die Grundplatte.

kappe besteht, unterzubringen. Sie sind ohne mechanische Veränderung ihrer Form auf besonderen Vorrichtungen zu befestigen und mit einer Belastungsvorrichtung (Breite der Auflagefläche des Belastungshebels am Prüfling 5 mm) zu versehen. Das Belastungsgewicht soll gleich dem eigenen Gewicht, mindestens aber 100 g sein.

2. Die Temperatur wird bis auf den in den einzelnen Paragraphen der K.P.I. vorgeschriebenen Wert um stündlich 50 ° gesteigert.

3. Belastungsvorrichtung von Kappen (Abb. 26).

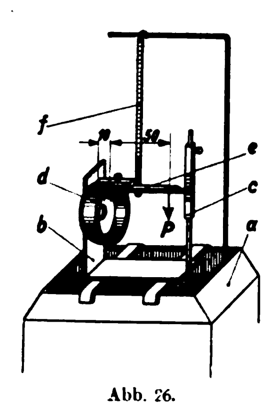


Abb. 26.

Es ist:

a die Heizvorrichtung des Thermostaten,
b ein Tragwinkel,
c eine Meßvorrichtung,
d der zu untersuchende Isolierteil,
e die Belastungsvorrichtung,
f ein Thermometer und
P das Belastungsgewicht.

4. Belastungsvorrichtung für Sockel von Steckern und Schaltern, Fassungen und dgl. sowie für Stecker (Abb. 27).

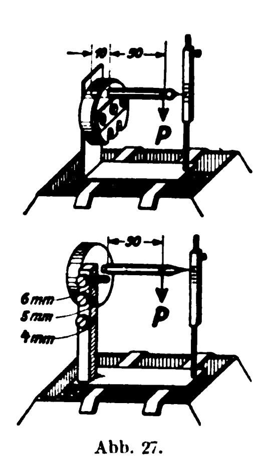


Abb. 27.

5. Belastungsvorrichtung zur Prüfung von Handleuchtergriffen (Abb. 28).

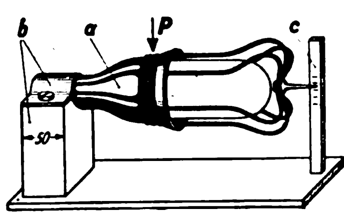


Abb. 28.

Es ist:

a der Handleuchtergriff,
b die Haltevorrichtung,
c die Meßvorrichtung,
P deutet auf das Belastungsgewicht hin, welches an Stelle von Schutzglas und Schutzkorb anzuwenden ist, falls diese bei der Prüfung nicht vorhanden sind. Im allgemeinen genügt ein Gewicht von 500 g für die üblichen Handleuchter.

6. Belastungsvorrichtungen zur Prüfung von Isolierteilen der Hauptleitungs-Abzweigkästen sind sinngemäß auszuführen.

7. Bei der Prüfung darf das Gewicht *P* nicht mehr als 3 mm absinken.

§ 102.

Prüfung der Wärmesicherheit von Vergußmassen.

1. Die Apparate sind im Thermostaten in der Gebrauchslage unterzubringen.

2. Die Temperatur ist innerhalb 1 h auf 70 ° C zu steigern, jedoch nur für solche Teile, bei denen betriebsmäßig keine inneren Erwärmungen auftreten. (Für Sicherungssockel 130 ° C.)

§ 103.

Prüfung der Feuersicherheit. (Bestimmungen in Vorbereitung.)

Mit Rücksicht darauf, daß der Schlußentwurf der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung" die bisher für Installationsmaterial vom VDE herausgegebenen Bestimmungen umfaßt, wird beantragt, nachstehende Arbeiten durch die Jahresversammlung 1928 außer Kraft zu setzen:

a) Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlung 1925, veröffentlicht ETZ 1925, S. 712, 1169 und 1526 (Sonderdruck VDE 336),

b) Vorschriften, Regeln und Normen für einpolige Drehschalter 6 A, 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, veröffentlicht ETZ 1924, S. 782 (Sonderdruck VDE 310),

c) Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 6 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, veröffentlicht ETZ 1924, S. 782 (Sonderdruck VDE 312),

Normblatt DIN VDE 9400, ungeschützte zweipolige Steckdose 6 A 250 V (Ausgabe November 1924).

d) Vorschriften, Regeln und Normen für ungeschützte zweipolige Steckdosen und Stecker 10 A 250 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, veröffentlicht ETZ 1924, S. 783 (Sonderdruck VDE 311),

e) Vorläufige Leitsätze für die Prüfung des Berührungsschutzes bei nackten Fassungen, Armaturen und Handleuchtern, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch die Jahresversammlung 1926, veröffentlicht ETZ 1926, S. 539, 862 und 1000 (Sonderdruck VDE 336 b),

f) Vorschriften für Isolierrohre, gültig ab 1. Juli 1926, angenommen durch den Vorstand im April 1926, veröffentlicht ETZ 1926, S. 686 und 705 (Sonderdruck VDE 361),

g) Vorschriften, Regeln und Normen für plombierbare Hauptleitungsabzweigekästen 500 V, gültig ab 1. Juli 1928, angenommen durch die Jahresversammlung 1924, veröffentlicht ETZ 1924, S. 783 (Sonderdruck VDE 313).

Unter Berücksichtigung der eingegangenen Einsprüche zum Entwurf 1 der

„Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V"

(ETZ 1928, Seite 191) erhalten die §§ 3 und 11 folgenden neuen Wortlaut:

§ 3.

Fassungen müssen den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I." entsprechen. Fassungen mit Edison-Gewinde müssen das VDE-Prüfzeichen tragen.

§ 11.

Beleuchtungskörper müssen einen Isolationswiderstand von mindestens 1 Megohm haben. Die Isolationsprüfung ist mit einem Kurbelinduktor von 550 V Spannung vorzunehmen.

Die Prüfung ist durchzuführen:

zwischen den Leitern gegeneinander und
zwischen den Leitern und den Metallteilen des Beleuchtungskörpers.



Bei der Prüfung sind Schaltfassungen einzuschalten und die Lampen herauszunehmen.

Der Schlußentwurf der „Vorschriften für die elektrische Ausrüstung von Beleuchtungskörpern für Spannungen bis 250 V" wird mit den vorstehenden Änderungen der Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt.

Nachstehend wird ein Entwurf zu

„Leitsätze für Fassungen zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen)"

bekanntgegeben.

Es wird bei der Jahresversammlung 1928 beantragt, den Vorstand des VDE zu ermächtigen, den Entwurf der Leitsätze nach geschäftsordnungsmäßiger Behandlung durch die Kommission als endgültige VDE-Arbeit zu verabschieden.

Einsprüche gegen den Entwurf sind in zweifacher Ausfertigung bis zum 1. Juli 1928 an die Geschäftstelle zu richten.

Entwurf

zu „Leitsätze für Fassungen zu Röhrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen)".

§ 1.

a) Die Leitsätze treten am 1. Juli 1929 in Kraft.

§ 2.

a) Die Fassungen müssen für eine Höchstbelastung von 2 A gebaut sein.

1. Normale Nennspannungen sind:
250, 500 (gilt auch für 550 V), 750 V.

§ 3.

a) Nennspannung und Nennstrom müssen auf dem Hauptteil der Fassung dauerhaft und gut leserlich angebracht sein.

§ 4.

a) Der Berührungsschutz muß auch beim Einsetzen vorhanden sein bei allen Lampenformen mit genormtem Sockel und passender Baulänge.

b) Das Vorhandensein des Berührungsschutzes ist mit der Prüflehre nach DIN VDE 9652 festzustellen. Zur Prüfung des Berührungsschutzes eingesetzter Lampen sind auf den Fassungen Kennmarken anzubringen mit Angabe über den Markenabstand der zu einer Lampe gehörenden beiden Fassungen.

c) Die eigentlichen Berührungsschutzvorrichtungen dürfen nur mittels Werkzeug entfernt werden können, es sei denn, daß bei ihrer Entfernung ohne Werkzeug spannungsführende Teile der zufälligen Berührung nicht zugänglich sind.

d) Teile der Schutzvorrichtungen, die mit dem Glas der Lampe in Berührung kommen oder kommen können, müssen so beschaffen sein, daß sie beim ordnungsgemäßen Einsetzen das Glas der Lampe nicht bechädigen.

§ 5.

a) Folgende Mindestmaße müssen eingehalten werden:

Bei Verwendung von Kopfschrauben für den Leitungsanschluß:

Gewindelänge im Anschlußkontakt	1,5 mm
Gewindedurchmesser der Kopfschrauben	3 mm
Kopfdurchmesser der Kopfschraube	6 mm
Kopfhöhe der Kopfschraube	1,8 mm

Bei Verwendung von Buchsenklemmen:

Durchmesser der Buchsenbohrung	2,8 mm
Länge des Gewindes in der Buchse	1,8 mm
Gewindedurchmesser der Anschlußschraube	2,6 mm

§ 6.

a) Die Fassungen müssen im Innern so gebaut sein, daß für Zuleitungen genügend Raum vorhanden ist und daß eine Berührung zwischen beweglichen Teilen und den Zuleitungsdrähten ausgeschlossen ist.

§ 7.

a) Nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." ist die Isolation zu prüfen, und zwar:

zwischen den einzelnen Kontaktstücken,
zwischen jedem spannungsführenden Kontaktstück und einem um das Fassungsgehäuse gelegten Stanniolbelag,
zwischen jedem spannungsführenden Kontaktstück und den Befestigungsschrauben bzw. einer unter die Fassung gelegten Metallunterlage.

Dabei muß folgende Spannung 1 min lang ausgehalten werden, ohne daß ein Überschlag erfolgt:

Bei 250 V Nennspannung	1500 V Wechselspannung
„ 500 V „	2000 V „
„ 750 V „	2500 V „

b) Der Isolationswiderstand der Fassung wird nach Behandlung der Prüflinge nach § 95 (Stufe 1) der K. P. I.

zwischen den Anschlußkontaktstücken,
zwischen Anschlußkontaktstück, Metallunterlage und den Befestigungsschrauben

festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht geringer als 2 MΩ sein.

§ 8.

a) Die verwendbaren Lampentypen müssen sich, ohne durch Strom belastet zu sein, 50-mal in die Fassung einsetzen und wieder herausnehmen lassen, ohne daß die Wirksamkeit des Berührungsschutzes beeinträchtigt, und ohne daß der Lampenkörper bei sachgemäßem Einsetzen beschädigt wird.

§ 9.

a) Isolierteile der Fassungen müssen eine Prüfung auf Wärmesicherheit nach § 101 der K. P. I. aushalten. Isolierteile, die mit spannungsführenden Teilen in Berührung kommen, sowie solche, die das Glas der Lampe berühren, müssen mit 180 °C, Vergußmassen mit 100 °C, alle übrigen Isolierteile mit 150 °C geprüft werden.

§ 10.

Prüfung der Feuersicherheit. (Bestimmungen in Vorbereitung.)

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen E. V. (Dechema) Seelze bei Hannover. 1. VI. 1928, 2. Hauptversammlung in Dresden, Neue T. H. Helmholtzstr., Hauptgeb. d. mechan. Abt. Hörsaal, Obergeschoß, mit folg. Vorträgen: a) vorm. 9 h: 1. Prof. Dr. Maaß, „Über Korrosionserscheinungen der in den Viskose-Kunstseidefabriken verwendeten Metalle und Metallegierungen". 2. Dr. Zahn, „Verwendung von Drehrohren zur Kristallisation und Verdampfung". b) nachm. 3¼ h: 1. Dr. E. Liebreich, „Neuere galvanische Metallüberzüge". 2. Dr. B. Kerschke, „Was kann man von einem Rostschutzanstrich erwarten?". 3. Dr. W. Wiederholt, „Korrosionsschutz durch chemische Veränderung der Oberfläche". 4. Dr. Guertler, „Vereinheitlichung der Untersuchungen über Widerstandsfähigkeit von metallischen Werkstoffen gegen chemische Eingriffe".

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. Berlin. 14. u. 15. VI. 1928, 38. Hauptversammlung in Dresden, Aula der T. H. mit folg. Vorträgen: a) 14. VI. 1928, vorm. 10 h 1. Ministerialrat A. Sorger, „Die Wasserwirtschaft in Sachsen mit bes. Berücks. d. Hochwasserschutzes". 2. Baurat Prof. H. Heiser, „Die Wasserwirtschaft in Sachsen mit bes. Berücks. d. Wasserversorgung". b) 15. VI. 1928, vorm. 9 h: 1. Vortrag Reg.-Baurat Rudolph, „Die Wasserwirtschaft in Sachsen mit bes. Berücks. d. Pumpspeicherwerkes Niederwartha". 2. Besichtigungen.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. Die T. H. Braunschweig hat Herrn Dr. W. Pfanhauser, Direktor der Langbein-Pfanhauser-Werke A.-G., Leipzig, zum Honorarprofessor für Elektrochemie ernannt. Herr Dr. Pfanhauser wird die Vorlesungen nebenamtlich im Wintersemester dieses Jahres beginnen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über Wirk- und Blindlast im Drehstromsystem.

In dem Aufsatz des Herrn HAUFFE, ETZ 1927, S. 1298, wird „die Möglichkeit der einwandfreien Messung der Blindlast im unsymmetrischen Drehstromsystem" erörtert. Dazu sei folgendes bemerkt:

Daß 2 Blindwattmeter in Aronschaltung die Blindlast ebenso wie 2 Wirkwattmeter die Wirkleistung auch im unsymmetrischen Dreileiter-Drehstromnetz, d. h. bei ungleichen Spannungen, richtig anzeigen, ist eine längst bekannte Tatsache. Denn wenn man in der Aronschaltung die wattmetrischen Systeme durch Blindwattsysteme ersetzt, so ändert dies an der Grundlage der Messung nichts. Es geht dies auch beispielsweise aus folgender von MÖLLINGER[1] angegebenen Beweisführung für die Blindlastmessung hervor:

Die Ströme in den Verbrauchstromkreisen zwischen 1 und 2, 2 und 3, 3 und 1 seien bzw. mit i_a, i_b, i_c bezeichnet. Im übrigen seien die Bezeichnungen des Herrn HAUFFE benutzt, wobei aber hier alle Größen Augenblickswerte bedeuten. Ferner seien 3 Spannungen P_1', P_2', P_3' angenommen, welche den Spannungen P_1, P_2, P_3 gleich sind, ihnen aber um 90° nacheilen.

Dann ist der Augenblickswert der Blindleistung:

$$N_b = i_a P_1' + i_b P_2' + i_c P_3'.$$

Da nun $P_3' = -P_2' - P_1'$ und

$$i_a - i_c = i_1$$
$$i_b - i_c = i_3,$$

so wird $N_b = P_1' i_1 - P_2' i_3$.

Die Drehstromblindleistung wird also durch 2 dynamometrische Blindwattmeter gemessen, deren Stromspulen von i_1 und i_3 durchflossen werden und deren Spannungsspulen an P_1 bzw. P_2 liegen, da in dynamometrischen Blindwattmetern der Spannungsstrom um 90° gegen die Spannungen zurückbleibt, also hier mit P_1' und P_2' in Phase ist. Der Ersatz der dynamometrischen Blindwattmeter durch Induktions-Blindwattmeter ändert natürlich an der Meßgrundlage nichts. Da in dieser Ableitung keinerlei Voraussetzungen für die Gleichheit der Spannungen gemacht sind, gilt sie auch im unsymmetrischen System.

Somit messen auch alle Wirkverbrauchzähler, die aus 2 *WV*-Ferrarissystemen mit 90° Verschiebung bestehen, wenn sie in Aronschaltung angeschlossen werden, den Wirkverbrauch und ebenso alle Blindverbrauch-Zähler, die aus 2 *BV*-Systemen mit 0° bzw. 180°-Verschiebung bestehen, den Blindverbrauch in unsymmetrischen Systemen richtig. Nur für Blindverbrauchzähler mit sogenannter Kunstschaltung, die eine innere Phasenverschiebung von 60° haben, muß das Spannungssystem symmetrisch sein. Zähler mit 180°-Verschiebung werden heute von verschiedenen Firmen gebaut.

Die von Herrn HAUFFE erwähnte Brückenschaltung von GÖRGES findet übrigens keine Anwendung, weil man einfachere Mittel an der Hand hat, die erforderliche Phasenverschiebung zwischen den Triebflüssen zu erreichen (s. z. B. BUSSMANN, ETZ 1918, Heft 11, und das erwähnte Buch von MÖLLINGER).

Nürnberg, 11. IV. 1928. Wilhelm Beetz.

Erwiderung.

In den Äußerungen des Herrn W. BEETZ erblicke ich eine Ergänzung zu meinen Ausführungen, denen etwas hinzuzufügen sich eigentlich für mich erübrigt. Ich muß feststellen, daß Herr Beetz meine Arbeit ganz anders aufgefaßt hat, als in meiner Absicht lag: In der Übersicht sage ich, es wird ein neuer Vorschlag zur Messung der Blindlast im Drehstromsystem diskutiert, und erwähne gleich im ersten Abschnitt diesen neuesten Vorschlag, den TENZER in El. u. Maschinenb. bringt. Ich habe mich gleich mit TENZER in El. u. Maschinenb.[2] auseinandergesetzt, hielt es aber für angebracht, auch in der ETZ gegen diesen Vorschlag Stellung zu nehmen. Ich für mich beanspruche durchaus nicht, als erster die Messung der Blindarbeit mit Systemen mit 180° Verschiebung propagiert zu haben, sondern weiß recht wohl, daß derartige Zähler schon im Handel sind. Wenn aber eine neu vorgeschlagene Schaltung als unzulänglich verurteilt wird, so bedarf es des Beweises, wie einwandfreier gemessen werden kann.

Dresden, den 2. V. 1928. G. Hauffe.

[1] Siehe Möllinger, „Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler", 2. erweiterte Aufl., S. 152. Verl. Julius Springer, Berlin 1925.
[2] El. u. Maschinenb. 1926, Beiblatt: Das Elektrizitätswerk, Heft 13.

LITERATUR.

Besprechungen.

Kurzgefaßtes Handbuch der Elektrizitätszähler-Technik. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. Mit 327 Textabb., 1 Anhang m. 42 Abb. VIII u. 250 S. in 8°. Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1927. Preis geh. 16 RM, geb. 17,80 RM.

Das Werk ist wirklich kurz gefaßt und bietet eine reiche Fülle des Stoffes, so daß sein Titel vollständig gerechtfertigt ist. Es ist, wie im Vorwort erwähnt und durch den Inhalt bestätigt wird, für die Kreise, die mit der Zählertechnik irgendwie in Fühlung stehen oder sich darüber informieren wollen, bestimmt. Es sind die heute gebräuchlichen Zählerarten, ihr Prinzip, ihre Eigenschaften, ihre Eichung und Prüfung sowie die Tarifformen ohne überflüssige Worte sachlich dargestellt. Dem Spezialisten dürfte es wenig ihm nicht Bekanntes bieten, aber er wird mit Genuß die anschauliche Behandlung und Gruppierung des Stoffes verfolgen und es als Handbuch gern benutzen. Ob allerdings der im Zählerwesen völlig Unkundige bei der kurzen Ausdrucksweise überall den Gedankengängen des Verfassers folgen kann, ist eine Frage, die ich nicht unbedingt bejahen möchte. Schade ist es, daß der Verfasser Strombegrenzer, Selbstverkäufer usw. mit Absicht nicht behandelt hat. Vielleicht holt er es bei einer späteren Auflage nach, denn die von ihm reichlich ausführlich behandelten Schein- und Mischverbrauchszählerschaltungen dürften weder jetzt noch in Zukunft kaum eine größere Bedeutung als jene Apparate haben.

Das Buch unterscheidet sich von der Mehrzahl der Bücher über Zähler vor allem dadurch, daß der historische Teil vollständig fehlt, und daß der beschreibende Teil mit Abbildungen von Ausführungen in einem Anhang von etwa 30 Seiten zusammengedrängt ist. Dadurch ist die eigentliche Behandlung von manchem unnützen Beiwerk entlastet und konnte systematisch aufgebaut werden. Die Entwicklungen sind logisch und die zahlreichen Zeichnungen klar verständlich. Auch die Ausführung und Ausstattung sind ohne Tadel. Das Buch ist somit als eine wohlgelungene Ergänzung der bisherigen Literatur über Elektrizitätszähler zu bezeichnen.

John Busch.

Taschenbuch für Monteure elektrischer Starkstromanlagen. Bearb. u. herausg. von S. Freih. v. Gaisberg. Unt. Mitwirk. v. G. Lux, Dr. C. Michalke † u. E. Pfeiffer. 88. umgearb. u. erw. Aufl. Mit 229 Textabb., XX u. 339 S. in 16°. Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin 1927. Preis geb. 4,80 RM.

Das Buch, dessen 88. Auflage die 26. Neubearbeitung darstellt, hat sich hiermit wieder dem jetzigen Stande der Installationstechnik angepaßt. Die Abbildungen sind vermehrt und alle in Betracht kommenden Bestimmungen des VDE sind berücksichtigt worden. Die Zunahme des Stoffes zwingt vielfach zu einer recht kurzen Behandlung, so daß auch in Zukunft alles Entbehrliche gekürzt werden sollte, um dem Monteur dasjenige zu bieten, was gerade für seine Tätigkeit am dringendsten ist. So könnten z. B. Kaskadenumformer, Instandhalten von Turbogeneratoren, Edison-Akkumulatoren eingeschränkt werden, um etwa die Schaltzeichen zum Lesen der Installationspläne, Anweisungen über die Herstellung von Verteilungstafeln und ähnliches ausführlicher zu bringen.

Soweit bei der heutigen Ausdehnung des Gebietes überhaupt ein Taschenbuch den Monteur vorwärtsbringen kann, ist dies älteste und verbreitetste Handbuch auch weiterhin aufs wärmste zu empfehlen. R. Zaudy.

Die Maschinenelemente. Ein Lehr- u. Handbuch f. Studierende, Konstrukteure u. Ingenieure. Von Prof. Dr.-Ing. F. Rötscher. 1. Bd. Mit 1 bis 1042 Abb., 1 Taf., XX u. 600 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geb. 41 RM.

Der vorliegende 1. Band behandelt in den ersten drei Abschnitten die grundlegenden Fragen, und zwar die Festigkeitslehre, die Werkstoffkunde und die allgemeinen



Gesichtspunkte der Gestaltung. Die folgenden 10 Abschnitte befassen sich mit den Keilen, Federn, Stiften, Nieten, Verbindungen durch Schweißen und Löten, Rohren und Rohrleitungen, Absperrmitteln, Seilen, Ketten und Zubehör, Kolben, Kolbenstangen und Stopfbüchsen. Das ganze Werk ist vor allem den Studierenden gewidmet. Daher ist es besonders hoch einzuschätzen, daß ein leitender Grundsatz vollständig durchgeführt wird, die Gestaltung der Maschinenelemente unter gleichzeitiger Berücksichtigung dreier Faktoren darzulegen: konstruktive Linienführung, Werkstoff und Festigkeitsbemessung, Bearbeitung. Wie der Verfasser im Vorwort betont, mußte im Hinblick auf die Studierenden von ziemlich einfachen Grundlagen ausgehend lückenlos aufgebaut werden. Dies wird aber auch dem in der Praxis stehenden Konstrukteur vielfach besonders zunutze werden, falls er dieses Werk als Nachschlagebuch benutzt. Denn eben eine solche systematische Entwicklung der Darstellung ermöglicht die klare Einsicht und bietet die geeignete Grundlage zur Bearbeitung verwickelterer Fragen. Zu diesem Zwecke berücksichtigt der Verfasser nicht nur die Erfahrungen der konstruktiven Praxis, sondern auch die einschlägigen neueren Forschungsergebnisse und bietet dem Leser einen außerordentlich wertvollen Literaturnachweis. Das Werk, dessen Druck und Ausstattung überaus lobenswert sind, wird sicherlich nicht nur in Kreisen der Studierenden, sondern auch in denen der praktisch tätigen Konstrukteure die gebührende weiteste Verbreitung finden.

F. László.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. in vollständ. neuer Bearb. 6. Bd.: Hornberg—Korrektiv. Mit etwa 5000 Textabb., über 1000 Taf., Karten, Textbeilagen u. 1787 S. in 8⁰. Bibliographisches Institut, Leipzig 1927. Preis geb. 30 RM.

Der 6. Band von Meyers Lexikon gibt über eine ganze Anzahl technischer Gebiete, wie z. B. Kohlenverflüssigung, Kinotechnik mit Berücksichtigung des sprechenden Films, Influenzmaschinen, Ionentheorie, elektrisches Kochen, Kathodenröhren, Kathodenverstärker, allgemeinverständliche Auskunft. Es ist auch anzuerkennen, daß unter den mit den Hauptlebensdaten aufgeführten bedeutenden Persönlichkeiten Führer der Technik und Wissenschaft, wie Jablochkow, Joule, Junkers, Kapp, Kjellin, Kirchhoff, Kittler, Klingenberg nicht vergessen sind. Wenn im folgenden auf einige Unstimmigkeiten des technischen Inhalts hingewiesen wird, an denen der Techniker nicht stillschweigend vorbeigehen kann, so wird dadurch der Wert des ebenso wie die vorhergehenden mit vielen Abbildungen, Tafeln und Karten versehenen und hauptsächlich für die Allgemeinheit bestimmten Bandes nur unwesentlich beeinträchtigt. Es ist nicht korrekt, die Impedanz als den vorwiegend durch Selbstinduktion bedingten Widerstand zu definieren, den Drahtspulen Wechselströmen entgegenzusetzen, da auch bei überwiegendem Ohmschem Widerstand sehr wohl von Impedanz gesprochen werden kann. Ferner sind die Begriffe Reaktanz und Kondensanz nicht, wie unter „Impedanz" angegeben, mit einander identisch. Mancher wird daran Anstoß nehmen, daß unter „Isolierstoffe" weder Marmor, Schiefer, Holz noch Glas erwähnt sind. Daß es Kohlenbunker nur auf Dampfschiffen geben soll, wird ebenfalls auf Widerspruch stoßen, da die Bezeichnung auch in stationären Kesselbetrieben gebraucht wird. Auch wäre es wohl besser gewesen, als Abkürzung für „Kalorie" nicht „Cal oder cal" anzugeben, sondern in Übereinstimmung mit dem AEF sich auf die letztgenannte Abkürzung zu beschränken. Ferner hätte man die Stichworte „Kompoundmaschine" und „Kompoundierung" aufnehmen und dann auf „elektrische Maschinen" verweisen können. Wenn für die Einheit Joule die Aussprache „Dschaul" angegeben wird, so muß man auf eine Notiz der ETZ 1926, S. 137 verweisen, derzufolge das Wort französisch wie „Schuhl" auszusprechen ist. Beim Stichwort „Käfiganker" hätte sich die Beifügung einer einfachen Abbildung gelohnt.

W. Kraska.

Seemäßige Verpackung. Bearb. u. herausg. vom Ausschuß für Verpackungswesen beim AWF. Veröff. Nr. 7 des Reichskuratoriums f. Wirtschaftlichkeit. Mit 35 Textabb., XIII u. 67 S. in 8⁰. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 2 RM.

Vor mehr als Jahresfrist konnte der AWF nach langwierigen Vorarbeiten an die Öffentlichkeit treten und für ein bisher fast völlig unbeachtetes Arbeitsgebiet alle daran interessierten Kreise zur Mitarbeit auffordern, auch auf dem Gebiet des gesamten Verpackungswesens Wirtschaftlichkeit einzuführen. Angesichts der Vielseitigkeit der Warengattungen sowie der für die Verpackung jeweils maßgebenden Faktoren war es von vornherein klar, daß es nicht möglich sein wird, in kurzer Zeit das angestrebte Ziel zu erreichen, eine Art Wirtschaftsatlas zu schaffen, in dem man durch einfaches Nachschlagen für jede beliebige Ware je nach dem Zeitpunkt der beabsichtigten Reise, dem Bestimmungsort bzw. Bestimmungsland, nicht nur die in Betracht kommende wirtschaftliche Verpackungsweise, sondern auch alle zugehörigen Angaben über Reiseweg, Fracht, Zölle usw. in erschöpfender Weise erfahren kann. Unter diesen Gesichtspunkten ist die eben erschienene Broschüre des AWF zu werten; sie behandelt zunächst nur in allgemeiner Weise eines der Sondergebiete des Verpackungswesens, die „Seemäßige Verpackung". Wenngleich in den einzelnen Abschnitten schon sehr viel für die Allgemeinheit wertvolles Material zusammengetragen wurde, so ist diese Veröffentlichung in gewissem Maße nur als eine Aufklärungsarbeit anzusehen, um die Wichtigkeit der Gesamtfrage und die damit verbundenen Schwierigkeiten den Interessentenkreisen vor Augen zu führen.

In den fünf Hauptabschnitten werden in Kürze die Markierungsvorschriften für Sendungen nach Übersee sowie die hauptsächlichsten Vorschriften der Zollbehörden im Bestimmungsland erörtert und durch Tabellen belegt, die Beanspruchung der Verpackung während des Vortransportes, beim Umschlag im Hafen, während der Seereise und auf dem Weitertransport im Bestimmungslande besprochen und durch geeignetes Bildmaterial erläutert.

Soll das vom Ausschuß für wirtschaftliches Verpackungswesen angestrebte Ziel, die Schaffung eines Nachschlagwerkes, erreicht werden, so kann dies nur durch die weitestgehende Unterstützung und Mitarbeit aller an diesen Fragen interessierten Kreise ermöglicht werden.

G. R. Fischer.

Die Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschinen. Von Prof. Dr.-Ing. G. Schlesinger. Mit 31 Abbildungsgruppen u. 40 S. in 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 6 RM, geb. 7 RM.

Die in der Werkstattstechnik 1927 in einer Reihe von Aufsätzen von Professor Schlesinger behandelte Arbeitsgenauigkeit der Werkzeugmaschine ist in einem Sonderdruck erschienen. Dabei ist dieses Buch in eine Form gebracht, daß man es jederzeit bequem in der Tasche tragen und bei Verhandlungen stets in bequemster Form zur Hand haben kann. Das war ein äußerst glücklicher Gedanke, und man muß dem Verfasser in jeder Weise zustimmen, wenn er die Hoffnung ausspricht, daß sich dies für Hersteller und Verbraucher als gleich nützlich erweisen wird.

Schlesinger hat sich mit dieser Arbeit das Verdienst erworben, aus allen Abnahmebedingungen deutscher Firmen und aus deren Gemeinschaftsarbeit zusammenfassend Richtlinien für die Arbeitsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen auszuarbeiten. Dabei ging er von der Forderung aus, zu einem marktfähigen Preis eine Maschine von hoher Leistung und Genauigkeit zu schaffen. Übergroße Genauigkeit, die wohl manchmal von überängstlichen Käufern gefordert wird, lehnt er ab aus der Erfahrung heraus, daß im Betrieb diese sich doch auf die Dauer nicht erhalten läßt und nur zu einer Verteuerung der Maschine, zu übermäßigen Anlagekosten und schließlich auch zur Verteuerung des damit erzielten Fabrikats führt.

Nach allgemeinen Richtlinien für zweckmäßige Abnahmebedingungen, die logisch aufgebaut, wenn auch nicht immer durchführbar sein werden — z. B. Abnahme im Lieferwerk —, gibt er Unterlagen für: Festlegung der Maßstäbe, Wahl des Prüfverfahrens, zweckmäßiges Gerät und zweckmäßige Aufstellung der Maschinen usw.

Der weiter gemachte Vorschlag des Verfassers, dem Abnahmebeamten Einblick in die Einzelfabrikation der liefernden Fabrik zu geben, um sich von der ordnungsmäßigen Herstellung der Einzelteile zu überzeugen und dadurch das Auseinandernehmen der fertigen Maschine zur Kontrolle der Maßhaltigkeit der Einzelteile zu vermeiden, ist beachtenswert.

Nach einigen gut gewählten Beispielen über Einzelheiten bei Abnahmen — z. B. Feststellung des Gesamtteilfehlers eines Teilrades aus den Einzelteilfehlern usw. — folgen die eigentlichen Prüfanleitungen für die verschiedensten Werkzeugmaschinen. Die gut durchgearbeiteten Skizzen dürften bei den Auseinandersetzungen zwischen Abnahmebamten und Lieferanten die Verhandlungen wesentlich erleichtern. Die bei den Skizzen mitgebrachten Prüfkarten enthalten die Hauptteile der betr. Maschinengattung und die jeweils „zulässigen Fehler". Diese sind naturgemäß immer der Zankapfel zwischen den Parteien. Die Praxis wird auf jeden Fall zunächst einmal die lückenlose Festlegung dieser Toleranzen begrüßen.

Ludwig.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Wachsende Aufnahmefähigkeit Venezuelas für elektrotechnische Erzeugnisse. — Eine der wesentlichsten Ursachen des Aufblühens Venezuelas war die recht glückliche Entwicklung der nationalen Petroleumwirtschaft. Allgemein weist der Verbrauch des Landes heute gegenüber früheren Perioden eine Kräftigung der Kauffähigkeit auf, die nicht zuletzt in einer bedeutsamen Ausdehnung der Industriewirtschaft zum Ausdruck gekommen ist. Die damit zugleich gesteigerte wirtschaftliche Beweglichkeit stellt nun in natürlicher Wechselwirkung an die Einfuhr moderner Industriegüter, wie sie die örtliche Industrie den Binnenmärkten nicht zur Verfügung zu stellen vermag, stark erhöhte Ansprüche. Interessant für den führenden internationalen Handel ist hier vor allem der sich aus der zunehmenden Industrialisierung ergebende Bedarf an modernen Maschinen, Ausrüstungsmaterial usw. Als eine der hinsichtlich der Einfuhrmöglichkeit aussichtsreichsten Gruppen solcher Waren darf die der elektrotechnischen Erzeugnisse genannt werden. Man strebt in den verschiedenen Wirtschaftszweigen an, bei Umstellung bestehender Betriebe sowie natürlich bei Neugründungen nach neuzeitlichen, vielseitig erprobten Grundsätzen zu verfahren, wobei ja die elektrische Arbeit heute eine überragende Rolle spielt.

Bisher war die Nachfrage nach elektrotechnischen Erzeugnissen wegen der noch mangelhaften Versorgung Venezuelas mit elektrischem Strom verhältnismäßig schwach. Material für Beleuchtungsanlagen sowie elektrotechnische Artikel für das Gewerbe und den Haushalt zum Heizen, Kochen usw. lieferte im wesentlichen ein amerikanischer Elektrokonzern, der die Deckung des örtlichen Verbrauchs an solchen Erzeugnissen nahezu vollkommen in der Hand hatte. Heute sind in der Elektrisierung Venezuelas, namentlich auch im Interesse einer gesteigerten Industrialisierung, größere Fortschritte gemacht. Durch die infolgedessen erhöhte Nachfrage nach elektrotechnischem Material verschiedenster Art ist das Geschäft auf wesentlich breitere Basis gestellt worden. Einen ganz bedeutenden Bedarf äußert beispielsweise in letzter Zeit die venezolanische Ölwirtschaft. Die erhöhte Tätigkeit der einzelnen, sehr finanzkräftigen Petroleumgesellschaften, hinter denen im übrigen die führenden Petroleuminteressen der Welt stehen, hat neuerdings zur Erschließung neuer Quellen im Maracaibosee geführt, deren Ausbeute in Rücksicht auf die Eigenart ihrer Lage weit im See größere Schwierigkeiten bereiten wird. Diese Aufgaben rationeller Ölwirtschaft werden in der Hauptsache unter Verwendung elektrischer Kraft zu lösen sein. Aber auch der Ausbau größerer Elektrizitätsanlagen zur Lichtversorgung ist für den Export nach Venezuela beachtenswert, vornehmlich sollen auch wieder in den Petroleumbezirken größere Bauprojekte zur Ausführung kommen. Zur Zeit befaßt man sich in hier maßgeblichen Wirtschaftskreisen mit Erwägungen, die Elektrizitätswirtschaft des Landes unter Stützung auf Petroleumenergien erheblich auszudehnen, um auf diesem Wege die wirtschaftliche Erschließung zu fördern.

Die Nachfrage nach elektrotechnischen Waren wird sich künftig besonders in Caracas und Maracaibo steigern. Für den neuzeitlichen Ausbau dieser beiden größten Städte liegen umfangreiche Pläne ausgearbeitet vor, die jetzt zur Durchführung kommen sollen, wobei das gerade in letzter Zeit stark zugewanderte fremde Element (meist Nordamerikaner) erfahrungsgemäß größeren Einfluß ausübt. Auf diese Initiative ist z. B. jetzt die Einrichtung moderner Krankenhausbetriebe, ferner die Gründung großer elektrischer Wäschereien und Trockenanstalten zurückzuführen, ebenso die Förderung der Fremdenindustrie, namentlich durch den Bau leistungsfähiger Hotels, Restaurants und dgl. Gerade diese beispielgebenden Verbraucherkreise versprechen aber besonders gute Abnehmer elektrotechnischer Erzeugnisse zu werden. Mit der fortschreitenden Modernisierung der großen Städte hebt sich natürlich auch die Nachfrage nach modernem Gerät für Haus und Küche, Hygiene und Körperpflege. Das wachsende Interesse für Elektrizitätsverwendung hat ferner dazu geführt, daß auf dem flachen Lande, wo im Augenblick die Möglichkeit einer Stromentnahme noch nicht besteht, der Wunsch nach Taschenlampen und Trockenbatterien sehr rege geworden ist und voraussichtlich zunehmen wird.

Um nun in dem Wettkampf um die Elektromärkte Venezuelas, für deren Gewinnung neben den V. S. Amerika sich namentlich die Engländer jetzt heftig bemühen, erfolgreich vorgehen zu können, ist es, abgesehen von dem unvermeidlichen Studium der von den unseren wesentlich abweichenden Marktbedingungen, notwendig, sich eingehend mit den nicht immer ganz einfachen Einfuhrbestimmungen vertraut zu machen, zumal der deutsche Export erfahrungsgemäß hier bisher allerlei versehen hat. In vielen Fällen waren Störungen an sich aussichtsreicher, vielversprechender Handelsverbindungen fast ausschließlich auf mangelnde Kenntnis der Zolltarife und daraus sich ergebende Schwierigkeiten zurückzuführen. Es ist erforderlich, ganz sorgfältig die Zollbestimmungen zu beachten, da sonst Beschlagnahme der Ware und verhältnismäßig hohe Strafen unvermeidlich sind. Beispielsweise wird gefordert, daß der deutsche Exporteur dem venezolanischen Konsul im Verschiffungshafen drei Fakturen von jedem Transportgut vorlegt, die sich genau über Menge, Art, Zahl der einzelnen Erzeugnisse usw. über Gewicht, Masse und den Wert des Objektes aussprechen und diese Angaben ordnungsmäßig bescheinigt bringen müssen. Zwei der Ausfertigungen werden dort zurückbehalten, die eine dem Exporteur versiegelt wieder ausgehändigt, um sie bei Ankunft des Schiffes wieder vorweisen zu lassen. Der Empfänger bekommt diese Faktura, um die Güter zu löschen, soweit die Bestimmungen erfüllt sind. Wiederholt wurden dabei mit Erfolg von britischen Exporteuren mit den örtlichen Zollbehörden Abmachungen über die ordnungsmäßige Behandlung bestimmter britischer Ausfuhrgüter getroffen. Es wird sich am Ende für den deutschen Außenhandel empfehlen, in gleicher Weise vorzugehen.

Lgm.

Aus der Geschäftswelt. — Das Ergebnis der Deutschen Kabelwerke A. G., Berlin-Lichtenberg, ist 1927 durch ungünstige Preisgestaltung für die Fabrikate infolge scharfen Wettbewerbs, namentlich auch im Exportgeschäft, sowie durch die Ausführung eines wichtigen Auftrags auf Lieferung, Verlegung und Pupinisierung von 222 km Fernkabel nachteilig beeinflußt worden, dessen Erledigung infolge ungünstiger Umstände nicht vorherzusehende hohe Kosten erforderte. Der Bericht erinnert an den Zusammenbruch des Syndikats für isolierte Leitungen, über dessen Wiederaufrichtung Verhandlungen schweben. Die Einrichtungen zur Herstellung und Lieferung von Telephonfern- und Höchstspannungskabeln sind vervollständigt, die Leistungsfähigkeit der Drahtzieherei und Verzinnerei wesentlich gesteigert worden. Der seit Jahren schwebende Patentprozeß mit S. & H. hat durch einen Vergleich seine Erledigung gefunden. Der Bruttogewinn betrug 4 271 128 RM (4 428 539 i. V.), der Reingewinn 30 621 RM (381 525 i. V.); er soll auf neue Rechnung vorgetragen werden (6 % Dividende i. V.). — Die Elektrolux G. m. b. H., Berlin, deren schwedischer Konzern in letzter Zeit strukturelle und finanzielle Transaktionen vorgenommen hat, ist in eine Aktiengesellschaft mit 4 Mill. RM Grundkapital umgewandelt worden. Als Gegenstand des neuen Unternehmens wird jede Art der gewerblichen Ausnutzung der Elektrizität, insbesondere Herstellung, Vertrieb oder Verarbeitung industrieller, durch die Marke Elektrolux geschützter Erzeugnisse usw. genannt. — Aus München wird die Gründung der Elmeda, Elektromedizinische Apparate, Gesellschaft m. b. H., gemeldet, deren Stammkapital sich auf 20 000 RM beläuft. — Zwecks Abnahme von hochgespanntem Strom von der Mansfeld A. G. und seiner Verteilung an die einzelnen Gesellschafter ist in Belleben (Prov. Sachsen) die Stromverteilung Belleben G. m. b. H. mit 27 200 RM ins Leben gerufen worden. — Die vor kurzem mit 20 000 RM gegründete Elektrizitätswerk Rellingen G. m. b. H. (Holstein) bezweckt die Belieferung dieser und verschiedener anderer Gemeinden mit elektrischer Arbeit. — Der Bau elektrisch betriebener Tauchmotorpumpen ist u. a. Gegenstand der in Berlin mit 20 000 RM eingetragenen Anko Tauchmotorenpumpen-G. m. b. H. — Die in Erlangen errichtete Dika-Elektro-Medizin G. m. b. H. befaßt sich mit der Fabrikation und dem Vertrieb elektromedizinischer und dentaler Apparate und Instrumente. Das Stammkapital beträgt 20 000 RM.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 216: Wer stellt Eisenblechgehäuse für elektrische Meßinstrumente her?

Abschluß des Heftes: 25. Mai 1928.



Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 7. JUNI 1928
(...–884)

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftleitung: E. C. Zehme. Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24
49. Jahrgang | Berlin, 7. Juni 1928 | Heft 23

Untersuchungen über den Mechanismus des Lichtbogens*.

Von **Rudolf Seeliger**, Greifswald.

Übersicht. Dank einer Unterstützung des Elektrotechnischen Vereins konnten Versuche zur Aufklärung des Mechanismus der Bogenentladung durchgeführt werden. Hierüber und über damit zusammenhängende Untersuchungen von anderer Seite zu berichten, ist der Zweck dieses Vortrages. Im ersten Teil werden Untersuchungen über die Entwicklung der Bogenentladung aus der Glimmentladung besprochen; nicht nur an der Charakteristik, sondern auch am kathodischen Brennfleck läßt sich diese Entwicklung in ihren wichtigsten Stadien verfolgen, eine Ergänzung finden diese Beobachtungen durch Messungen an Unterdruckbogen. Im zweiten Teil werden die Verhältnisse an der Anode betrachtet und die Vorgänge bei der Entstehung des eigentlichen Bogens aus dem sog. Glimmbogen geschildert; dabei ergeben sich zugleich Hinweise auf die Eigenarten der zischenden Bogen. Der dritte Teil handelt von einer neuerdings aufgetauchten Schwierigkeit für die thermische Bogentheorie, die aus einer genaueren Diskussion der Energiebilanz der Kathode entspringt.

I.

Die üblichen Methoden zur Untersuchung der Bogenentladung, wie Sondenmessungen, Aufnahme von Charakteristiken, Temperaturmessungen und spektroskopische Beobachtungen scheinen zur Zeit an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angekommen zu sein und wesentlich Neues zunächst kaum mehr liefern zu können. Wir sind deshalb davon ausgegangen, daß es möglich und nützlich sein könnte, die Bogenentladung nicht als eine gegebene, fertige Entladungsform auf ihre Eigenschaften hin zu untersuchen, sondern — anknüpfend an eine ähnliche Sachlage in den biologischen Wissenschaften — ihre Entwicklungsgeschichte zu studieren, die bisherige „morphologische" Betrachtungsweise also zu ergänzen durch eine „genetische". Da nun die Bogenentladung sich von der Glimmentladung, dieser zweiten von Raumladungen beherrschten Entladungsform, grundsätzlich nur unterscheidet durch die Vorgänge an der Kathode, würde dabei von größtem Interesse sein, zu untersuchen, wie die für die Bogenentladung kennzeichnenden Erscheinungen und Vorgänge an der Kathode sich entwickeln aus denen in der Glimmentladung. Die Sachlage ist hier zunächst in groben Zügen und betrachtet im Rahmen der so vielfach bewährten und immer noch als Arbeitshypothese außerordentlich fruchtbaren, sog. thermischen Bogentheorie, die folgende[1]. In der Glimmentladung werden durch die im Kathodenfall beschleunigten positiven Ionen aus der Kathode Elektronen befreit, die ihrerseits im Gas durch Stoß neue Ionen erzeugen. In der Bogenentladung anderseits findet die Elektronenbefreiung aus der Kathode zum größten Teil in der Weise statt, daß die Kathode durch die aufprallenden Ionen auf hohe Temperatur erhitzt wird und thermisch Elektronen emittiert. Die intensivere Elektronenemission der Kathode bedingt eine geringere Mächtigkeit der vor der Kathode liegenden positiven Raumladung und damit einen kleineren Wert des Kathodenfalls, der in der Bogenentladung von der Größenordnung 10 V ist, während er in der Glimmentladung bekanntlich nicht unter den sog. normalen Wert von der Größenordnung 100 V sinken kann. Abgesehen von den Vorgängen bei der Zündung der Abreißbogen (Kontaktschalter u. dgl.), wo vermutlich das Durchbrennen von Kontaktbrücken eine wesentliche Rolle spielt und die Sachlage verwickelt macht, haben wir uns die Entstehung eines Bogens durch Stromsteigerung zwischen feststehenden Elektroden nun so vorzustellen, daß zunächst eine Townsendentladung gezündet wird, daß diese dann übergeht in eine Glimmentladung und daß erst aus dieser Glimmentladung sich der Bogen entwickelt, wenn der Strom eine genügende Heizung der Kathode verursacht. Legt man zwischen zwei Elektroden eine zur Zündung der erstgenannten Entladungsstufe ausreichende Spannungsdifferenz und liegen in der Zuleitung keine hinreichend großen Widerstände, so schreitet die Entwicklung von selbst bis zu der Endform des Bogens fort, die Entladung „rutscht ab" bis zur Bogenentladung, wo sie sich dann — falls nicht vorher schon die Elektroden fortgeschmolzen oder verdampft sind — in einen stabilen, stationären Zustand einstellt. Man kann nun diese Entwicklung aber auch absichtlich in ihren einzelnen Stadien zu verfolgen versuchen und muß dazu nur durch Benutzung einer genügend großen äußeren EMK und eines genügend großen Vorschaltwiderstandes die Zwischenstadien nach den bekannten Stabilitätsbedingungen stabilisieren. Dies ist nun in der Tat gelungen[2] und ist dann von Wehrli[3] sehr sorgfältig im einzelnen durchgearbeitet worden. Wehrli und ich haben dabei zunächst mit Entladungen zwischen Wolframelektroden in reinstem Wasserstoff bzw. Stickstoff gearbeitet, da hier eine merkliche Verdampfung der Elektroden nicht stattfindet und alle chemischen Nebeneffekte ausgeschlossen werden können, wodurch die Erscheinungen frei von allen störenden und hier nicht interessierenden Nebeneffekten werden. Vorausgesetzt ist bei diesen Versuchen vor allem, daß man peinlichst auf Sauberkeit der Elektrodenoberflächen achtet, da schon die kleinsten Verunreinigungen, insbesondere durch Oxyde, einen unerwünschten frühzeitigen Umschlag in eine Bogenentladung begünstigen und die Erzielung reproduzierbarer Ergebnisse unmöglich machen. Am einfachsten ist es, die Entwicklung der Bogenentladung zu studieren an der „vollständigen" Charakteristik, die — soweit sie uns hier interessiert — die Charakteristiken der Glimmentladung, der Übergangsformen und des Bogens umfaßt. In Abb. 1 sind solche Charakteristiken für einen Elektrodenabstand von 14,3 mm in Stickstoff nach den Messungen von Wehrli gezeichnet. Sie beziehen sich auf die beigeschriebenen fünf Drucke; der Übersichtlichkeit wegen sind die Kurven um je 100 V gegeneinander versetzt. Unterhalb eines Druckes von etwa 100 mm *Hg* konnte der Übergang nicht mehr kontinuierlich erhalten werden. Zugleich wurde die Charakteristik doppeldeutig, d. h. in einem gewissen Stromstärkebereich überlappten sich die beiden Charakteristikenzweige und es gehörten zu derselben Stromstärke zwei Spannungswerte, wie man dies an der Kurve für $p = 61$ mm erkennt. Schematisiert haben wir es also hier (vgl. Abb. 2) mit einer Charakteristikenschleife zu tun, wobei man jedoch nicht vergessen darf, daß es sich dabei nicht um dynamische, sondern um statische Charakteristiken handelt; denn jeder der Zustände auf den Zweigen GG_1G_2 oder BB_1B_2 ist stabil und beliebig lange aufrecht zu erhalten. Diese Sachlage, die zunächst zu der sehr merkwürdigen Folgerung zu führen scheint, daß hier die Stromstärke nicht mehr eindeutig die Vorgänge in der Entladung bestimmt, läßt sich folgendermaßen verstehen. Der Teil G_2B_1 wird unter den gegebenen Versuchsbedingungen nur in der Richtung von G_2 nach B_1 durchlaufen, und zwar spontan und mit großer Geschwindigkeit. Es ist also tatsächlich der Zweig B vom Zweig G aus nicht statisch zu erreichen und die zu B gehörende Entladungs-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein, am 28. II. 1928. Besprechung siehe S. 880.

[1] Vgl. hierzu ETZ 1926, S. 1153.

[2] R. Seeliger, Phys. Z. Bd. 27, S. 22.

[3] Wehrli, Z. Phys. Bd. 44, S. 301.

form verhält sich zu der zu G gehörenden wie eine von ihr durch irgend einen bestimmenden Parameter (Temperatur, Gasdichte, Elektrodendampf oder dgl.) diskontinuierlich verschiedene. Ob nun wirklich unter keinerlei Stabilisierungsmaßnahmen — wie dies nach den Stabilitätsuntersuchungen von Dällenbach durchaus möglich ist — ein kontinuierlicher Übergang zu erzielen ist, muß noch dahingestellt bleiben. Könnte man die Versuchsbedingungen so wählen, daß zwischen G_2 und B_1 ein kontinuierlicher Übergang stattfindet, so müßte unter diesen Bedingungen natürlich auch die Doppeldeutigkeit fortfallen, und es würde eine und nur eine statische Charakteristik $GG_1G_2B_1B$ reversibel erhalten werden. Bemerkt sei noch, daß beim Durchlaufen der Schleife $G_1G_2B_1B_2G_1$ Arbeit geleistet wird. Diese Arbeit dient zur Erhitzung der Elektroden und des Gases, sie wird also in Wärmeenergie verwandelt, die dann in der üblichen Weise dissipiert wird.

jedoch bereits der weitere Befund, daß die Brennspannung mit der fortschreitenden Kappenbildung stark abnimmt. Da wir dann später auch an einer sorgfältig gereinigten und entgasten Kohlekathode eine der beschriebenen Kappenbildung ganz analoge Erscheinung beobachten konnten, glauben wir, in diesen Versuchen die ersten Stadien der Entwicklung des Brennflecks vor uns gehabt zu haben, und zwar gerade die grundsätzlich wichtigsten, wo die vollständige Bedeckung der Kathode sich zusammenzuziehen und die Stromdichte zu steigen beginnt. Bis zu Ende hat sich allerdings die Entwicklung des Brennflecks nie verfolgen lassen. Bei einer bestimmten kritischen Stromstärke reicht offenbar die Stabilisierung nicht mehr aus, die Kappe zieht sich plötzlich auf eine sehr kleine, unruhig auf der Kathode umherirrende Ansatzstelle zusammen und die Brennspannung fällt steil ab (Abb. 4, punktiert).

Diese fast punktförmige Ansatzstelle hatten wir ursprünglich als den eigentlichen regulären Brennfleck angesehen, sind aber jetzt durch weitere Versuche[5] zu einer etwas anderen Deutung gekommen und haben dabei zu-

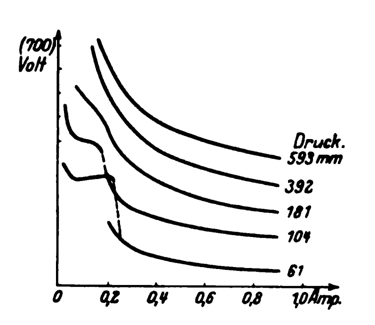


Abb. 1. Vollständige Charakteristiken.

Abb. 2. Charakteristikenschleife.

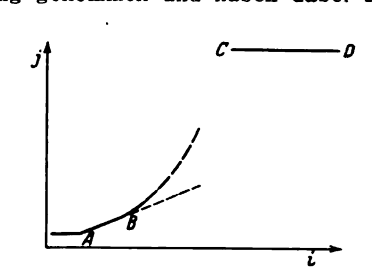


Abb. 3. Stromdichte an der Kathode.

Mit dem Studium der Charakteristiken ist aber erst der eine Teile der Entwicklungsgeschichte des Bogens erfaßt. Zu untersuchen bleibt nämlich noch die Entwicklung des für den Bogen kennzeichnenden „Brennflecks" aus der Glimmlichtbedeckung der Kathode. Wenn man in der Glimmentladung die Stromstärke steigert, so nimmt bekanntlich zunächst der von der Entladung bedeckte Flächenteil der Kathode proportional mit der Stromstärke zu, d. h. es bleibt die Stromdichte an der Kathode konstant. Dies dauert so lange, bis die ganze Kathode bedeckt ist; dann steigt, da die bedeckte Fläche natürlich nicht größer als die verfügbare Kathodenfläche werden kann, die Stromdichte proportional mit der Stromstärke an (schematisch in Abb. 3, Teil AB). Anderseits ist in der Bogenentladung der Ansatz der Entladung auf der Kathode konzentriert auf eine kleine Fläche, den Brennfleck, dessen Größe proportional der Stromstärke, dessen Stromdichte also wiederum konstant, jedoch erheblich größer als in der Glimmentladung ist (Abb. 3 Teil C—D). Es liegt nun nahe, auch die Entwicklung des Brennflecks (also den Teil B—C der Stromdichtekurve in Abb. 3) näher zu untersuchen. Man kann auf einen Erfolg nur rechnen, wenn man unter extremen Vorsichtsmaßregeln hinsichtlich der Reinheit der Kathodenoberfläche arbeitet, da schon kleinste Störungen z. B. durch Oxydteilchen oder durch geometrische Unebenheiten genügen, um eine Zusammenziehung der Entladungsansatzstelle auf sie zu bewirken. Nachdem dies in Vorversuchen erkannt worden war, benutzten wir als Kathode einen Tropfen reinsten, im Vakuum destillierten Quecksilbers auf einem Quarzrohr, als Füllgas für die Entladungsröhre reinen Stickstoff oder ein Edelgas[4]. Dann zeigte sich in der Tat, daß die Bedeckung der Kathode im Stadium der Glimmentladung in der üblichen Weise zuerst zunahm bis zu vollständiger Bedeckung, bei einer gewissen Stromstärke aber sich wieder zusammenzuziehen begann. In diesem Stadium setzte die Entladung auf der Kathode an in einem kappenförmigen, strahlend weiß leuchtenden Oberflächenteil, der mit zunehmender Stromstärke kleiner wurde. Die Fläche dieser Kappe konnte mikroskopisch ausgemessen und die Stromdichte berechnet werden; es ergab sich so der in Abb. 4 an einem Beispiel (Stickstoff, 80 mm Druck) gezeichnete Verlauf, also eine starke Zunahme der Stromdichte (Teil B—C in Abb. 3)

Man könnte daran denken, diese Erscheinung zu erklären durch eine Zunahme der Quecksilberdampfdichte vor der Kathode, wodurch man in der Tat auch bei zunehmender Stromstärke wieder in das Gebiet des normalen Kathodenfalls und einer unvollständigen Kathodenbedeckung zurückkommen würde. Gegen diese Deutung spricht

gleich eine neue sehr merkwürdige Erscheinung gefunden. Wir hatten uns vorgenommen, die Größe des Brennflecks in Abhängigkeit vom Gasdruck zu untersuchen. Dabei mußten wir uns bisher allerdings auf Kathoden aus Kohle beschränken, da nur an diesen der Brennfleck einigermaßen ruhig an derselben Stelle sitzen bleibt und mikroskopisch ausgemessen werden kann; eine Ausdehnung der Versuche auf Metallkathoden ist aber nach Erledigung einiger meßtechnischer Vorbereitungen bereits

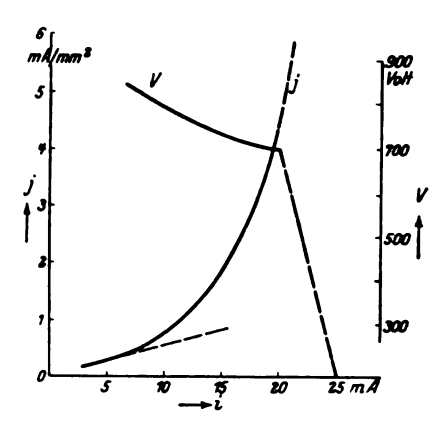


Abb. 4. Entstehung des Brennflecks.

begonnen. In Stickstoff und Luft zeigte sich nun, daß die Größe des Brennflecks mit abnehmendem Druck zunimmt und die Stromdichte im Brennfleck also abnimmt, wie dies Abb. 5 zeigt. Mit den Vorstellungen der thermischen Bogentheorie ist dieser Befund in Übereinstimmung. Unerklärlich sind aber noch die folgenden beiden Feststellungen: In einem Edelgas (Neon) wird der Brennfleck mit abnehmendem Druck nicht größer, sondern er behält stets dieselbe Größe und dasselbe Aussehen. Aber auch in Luft und Stickstoff dehnt sich der Brennfleck mit abnehmendem Druck nicht kontinuierlich weiter aus, sondern er schrumpft bei einem bestimmten kritischen Druck — der um so höher liegt, je kleiner die Stromstärke ist — plötzlich auf eine fast punktförmige Ansatzstelle zusammen und zugleich fällt die Brennspannung um Beträge — je nach der Stromstärke — bis zu 20 V ab. Auf die recht verwickelten, wenn auch ganz gesetzmäßigen Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden, da eine erschöpfende theoretische Deutung erst auf Grund der Ver-

[4] R. Seeliger u. J. Schmekel, Phys. Z. Bd. 27, S. 730.

[5] R. Seeliger u. H. Schmick, Phys. Z. Bd. 28, S. 605.

suche an Metallbogen möglich sein wird. Kehren wir zurück zu den oben beschriebenen Versuchen über die Entwicklung des Brennflecks, so liegt es aber nun nahe, in jener fast punktförmigen Ansatzstelle nicht den normalen Brennfleck, sondern die eben genannte merkwürdige und noch rätselhafte kontrahierte Form zu sehen.

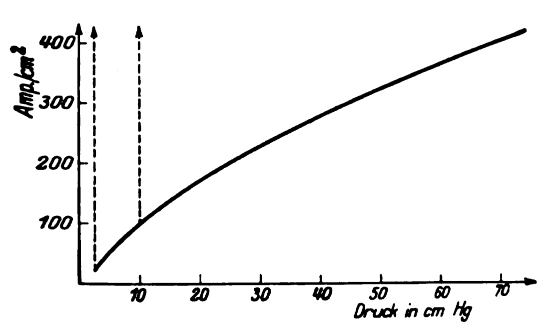


Abb. 5. Brennfleckgröße und Gasdruck.

II.

In einer zweiten Reihe von Versuchen[6] haben wir uns mit den Vorgängen an der Anode der Bogenentladung beschäftigt, und zwar ebenfalls vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aus. Wenn die Anode für den Mechanismus des Bogens auch längst nicht eine so grundsätzlich wichtige Rolle spielt wie die Kathode, verdienen einige an ihr zu beobachtende Erscheinungen doch Interesse genug, um eine eingehendere Untersuchung zu rechtfertigen. An der Kathode muß, wie eingangs bereits bemerkt wurde, stets eine genügend intensive zusätzliche Elektronenbefreiung vor sich gehen, um im Gegensatz zur Glimmentladung die als Bogen gekennzeichnete Entladungsform zustande kommen zu lassen. An der Anode hingegen ist es hinsichtlich der Zuordnung der Entladung zu einer jener beiden Hauptformen gleichgültig, ob man es mit einem Glimmlichtansatz an einer „kalten" Elektrodenoberfläche oder mit einer Verdampfung u. dgl. zu tun hat. Was sich bei einer Änderung der Art des Entladungsansatzes an der Anode ändert, ist lediglich der Anodenfall, und zwar handelt es sich dabei stets nur um Änderungen im Bereich der Größenordnung von 10 V, während an der Kathode sich der Kathodenfall um Beträge von der Größenordnung 100 V ändert, wenn die Glimmentladung in den Bogen übergeht.

Durch die Arbeiten von Cady und Arnold sowie von Hagenbach und seinen Mitarbeitern ist klargestellt worden, daß man zunächst zwei Unterarten der Bogenentladung zu unterscheiden hat, nämlich die Glimmbogen und den vollständigen Bogen. In den Glimmbogen setzt die Entladung an der Anode ohne merkliche Temperatursteigerung der Anodenoberfläche in einem anodischen Glimmlicht an, im vollständigen Bogen geschieht dieser Ansatz an einer kleinen hocherhitzten Stelle unter Dampfentwicklung. Spektroskopisch findet man demgemäß in den Glimmbogen an der Anode (bei nicht zu kleinem Elektrodenabstand) nur die Lichtemission des Gases, in dem der Bogen brennt, im vollständigen Bogen hingegen auch die des Anodendampfes. An der Kathode sind die Vorgänge in den beiden Formen dieselben, nämlich die für die Bogenentladung kennzeichnenden, und die Bezeichnung Glimmbogen ist deshalb durchaus gerechtfertigt und treffend. Wenn hingegen eine andere gelegentlich beobachtete Entladungsform mit den für die Glimmentladung kennzeichnenden Erscheinungen an der (kalten) Kathode und mit einer bis zur Verdampfung erhitzten Anode ebenfalls als Glimmbogen bezeichnet wird, so ist dies abwegig; denn hier handelt es sich lediglich sozusagen um eine thermische Zufälligkeit und um eine wirkliche Glimmentladung.

Die feinere Untersuchung durch Hagenbach hat dann gezeigt, daß man die Glimmbogen wiederum unterteilen kann in Sonderformen, je nach der Art des Glimmlichtansatzes. Es kann nämlich das anodische Glimmlicht die ganze Anode in Form einer diffusen Haut gleichmäßig überziehen oder es kann an einer Stelle konzentriert sein. Und endlich kann die Anoden- sowohl wie die Kathodenoberfläche aus dem reinen Metall oder aus dem Oxyd bestehen. Bezeichnen wir eine metallische Elektrode kurz durch M, eine oxydierte durch O und die beiden genannten Sonderformen des anodischen Glimmlichts mit G_1 bzw. G_2, den anodischen Ansatz unter Verdampfung mit G_3, wobei wiederum zwischen G_3M und G_3O zu unterscheiden ist, so gibt das in Abb. 6 gezeichnete Schema eine Übersicht über alle möglichen Kombinationen und somit alle möglichen Bogenformen. Zu bemerken ist dazu noch, daß die G_3M und G_3O analogen G_1M bzw. G_2M und G_1O bzw. G_2O nicht zu unterscheiden sind, da sich hier im Gegensatz zu der Sachlage bei den verdampfenden Anoden G_3 alle Vorgänge nur im Gas abspielen und deshalb das Anodenmaterial gleichgültig ist. Von den 8 möglichen Formen sind bisher die in Abb. 6 eingezeichneten 7 beobachtet und von Hagenbach als die Formen 1...3, 1a...3a und 3b bezeichnet worden. Die Formen 1, 1a, 2, 2a sind also Glimmbogen, die Formen 3, 3a und 3b vollständige Bogen. Die einzelnen Formen unterscheiden sich durch die Größe des Anoden- und Kathodenfalls und dementsprechend durch die Größe der Brennspannung, und zwar hat bei derselben Stromstärke die kleinste Brennspannung die Form 3, die größte die Form 1.

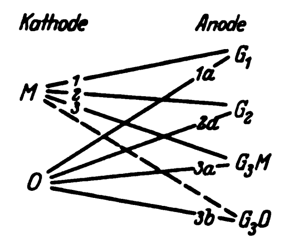


Abb. 6. Bogenformen nach Hagenbach.

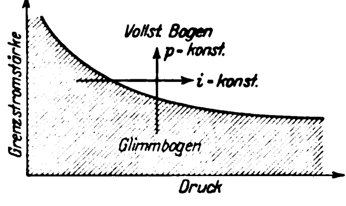


Abb. 8. Entstehung des vollständigen Bogens.

Wir haben nun die Beobachtungen von Cady über die Entwicklung des vollständigen Bogens aus einem Glimmbogen an Eisenelektroden ergänzt, sowohl in Luft wie in Stickstoff, stets aber an absichtlich oxydierten Elektroden, an denen man besonders stabile und konstante Verhältnisse erhält. Steigert man die Stromstärke allmählich, so gehen zunächst im Glimmbogen gewisse Veränderungen vor sich, z. B. eine Umbildung der Form 1 in die Form 2. Bei einer bestimmten kritischen Stromstärke aber schlägt der Glimmbogen sprungweise in den vollständigen Bogen um, wie dies Abb. 7 an den vollständigen Charakteristiken für verschiedene Bogenlängen (in mm) zeigt. Es möge noch dahingestellt bleiben, ob der Übergang überhaupt nicht stabilisiert werden kann. Jedenfalls scheint der Umschlagspunkt weitgehend von den Konstanten des äußeren Stromkreises unabhängig und recht genau sowie reproduzierbar festlegbar zu sein. Im einzelnen haben wir gefunden: a) die Grenzstromstärke nimmt mit zunehmender Bogenlänge zu, jedoch nicht dauernd, sondern bis zu einem Maximum, um dann wieder abzunehmen; b) sie nimmt mit abnehmendem Gasdruck zu. c) Die Spannung, bei welcher der Umschlag erfolgt, nimmt linear mit der Bogenlänge zu. d) Der Spannungssturz beim Umschlag nimmt mit zunehmender Bogenlänge zu. Auf die Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden, sondern nur auf gewisse allgemeinere Gesichtspunkte: Die Kurve, welche die Grenzstromstärke in Abhängigkeit vom Druck darstellt, teilt die Stromstärke-Druckebene in die Existenzbereiche des Glimmbogens und des vollständigen Bogens, und ihre Lage hängt von der Bogenlänge ab; sie rückt mit zunehmender Bogenlänge zuerst nach oben, dann wieder nach unten. Man kann also den vollständigen Bogen aus dem Glimmbogen erhalten sowohl durch Steigerung der Stromstärke bei konstantem Druck wie auch durch Steigerung des Druckes bei konstanter Stromstärke (Abb. 8 schematisch). Im Bereich des Glimmbogens er-

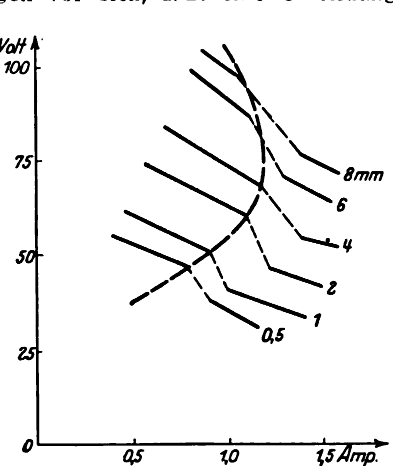


Abb. 7. Charakteristiken von Glimmbogen und vollständigen Bogen für verschiedene Bogenlängen.

[6] R. Seeliger u. H. Schmick, Phys. Z. Bd. 29, S. 168.

folgt die Ausbildung der Form 2 aus der Form 1, also die Kontraktion des anodischen Glimmlichts, allmählich und läßt sich auch nicht lediglich durch Steigerung der Stromstärke herbeiführen, sondern ist ein typischer Druckeffekt. Aber auch die Verdampfung der Anode setzt allmählich ein und geht dann beim Umschlag nur spontan bis zu einem durch die Neigung der Widerstandsgeraden gegebenen Endzustand weiter, so daß also optisch auch die Grenze zwischen dem Glimmbogen und dem vollständigen Bogen in gewissem Umfang eine fließende ist.

Beim Kohlebogen kennt man schon seit langem zwei Zustände, den ruhigen und den zischenden: Ayrton hat die vollständigen, beide Zustände umfassenden Charakteristiken aufgenommen, die in Abb. 9 wiedergegeben sind.

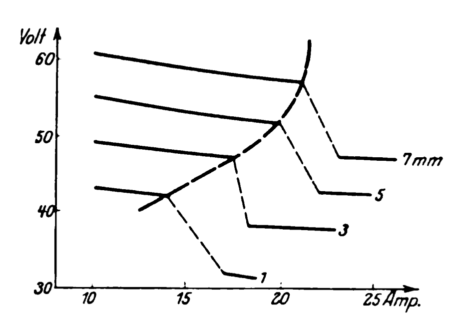


Abb. 9. **Charakteristiken von ruhigen und zischenden Bogen.**

Bei einem Vergleich mit Abb. 7 drängt sich nun sofort eine sehr weitgehende Analogie auf, die zu der Vermutung führt, daß der ruhige Kohlebogen ein Glimmbogen und der zischende erst der vollständige Bogen sei. Diese Vermutung wird gestützt durch die Theorie von Bräuer, der das Zischen des Kohlebogens einer lebhaften, stoßweisen Verdampfung der Anode zuschreibt, eine Theorie, die durch Versuche von Cady und uns ihre Bestätigung findet. Die Grenzstromstärke, bei der das Zischen eintritt, ist nämlich für einen Bogen mit einer Kohleanode und einer Metallkathode dieselbe wie für einen reinen Kohlebogen, für einen Bogen mit einer Metallanode und einer Kohlekathode hingegen dieselbe wie für den reinen Metallbogen. Sie findet eine weitere Stütze darin, daß auch die Metallbogen bei der Grenzstromstärke zu zischen beginnen. Diesen Analogien steht jedoch ein anderer Befund gegenüber, der die Gleichsetzung des Zischpunktes eines Kohlebogens mit dem Umschlagspunkt der Metallbogen vom Glimmbogen in den vollständigen Bogen mindestens recht zweifelhaft macht. Während nämlich, wie oben angegeben, die Grenzstromstärke der Metallbogen mit abnehmendem Druck zunimmt, nimmt, wie wir fanden, die Zischstromstärke des Kohlebogens mit abnehmendem Druck ab. So fanden wir bei einer Bogenlänge von 2 mm unter einem Druck von 760 mm die Zischstromstärke zu 14 A, unter einem Druck von 100 mm zu 9 A mit linearem Abfall zwischen beiden Werten.

Eine Entscheidung über die Natur des Kohlezischpunktes würde sich herbeiführen lassen, wenn es gelänge, neben dem Zischpunkt noch einen anderen Umschlagspunkt zu finden, der dann dem bei Metallbogen beobachteten entsprechen sollte und daraufhin bindend durch seine Druckabhängigkeit (Zunahme der Grenzstromstärke mit abnehmendem Druck!) geprüft werden könnte. Child hat, leider ohne alle näheren Angaben, bereits darauf hingewiesen, daß er Andeutungen eines solchen zweiten Umschlagpunktes gefunden habe. Wir haben die Suche von neuem aufgenommen. Aber bei allen Drucken zwischen Atmosphärendruck und etwa 100 mm konnten wir weder in Luft noch in Stickstoff, weder an gewöhnlichen Reinkohlen noch an Kohlen, die sorgfältig von allen Verunreinigungen befreit und entgast worden waren, Hinweise auf die Existenz eines derartigen zweiten Umschlagpunktes auffinden. Die Versuche sollen unter besonderen Vorsichtsmaßregeln in einem reinen Edelgas fortgesetzt werden; denn wir sind zunächst zu der Ansicht gekommen, daß der Zischpunkt des Kohlebogens nicht der Umschlagspunkt vom Glimmbogen in den vollständigen Bogen ist, sondern daß das Zischen hier verursacht wird durch chemische Reaktionen zwischen der Anodenkohle und dem umgebenden Gas, insbesondere beim freibrennenden Bogen mit dem Sauerstoff der Luft. Die zum zischenden Kohlebogen analoge Form der Metallbogen wäre dann die von Hagenbach als a-Form bezeichnete, die ebenfalls zischt und durch anodische Oxydationsprozesse zustande kommt.

III.

Ich hatte in meinem ersten Vortrag über Einwände gegen die thermische Theorie der Bogenentladung berichtet, die von Beobachtungen an rotierenden Bogen ausgingen und insbesondere von Stolt sehr eingehend diskutiert worden waren. Der Grundgedanke dieser Einwände war der folgende: Wenn man durch eine magnetisch oder übersichtlicher noch durch eine mechanisch erzwungene Rotation des Bogens den Brennfleck so rasch über die Kathodenoberfläche hinwegstreichen läßt, daß nach Ausweis der diesbezüglichen Wärmeleitungsrechnung der Brennfleck überhaupt keine Zeit hat, sich auf die zu genügender thermischer Elektronenemission erforderliche Temperatur zu erhitzen, so wird man daraus den Schluß ziehen müssen, daß auch Bogenentladungen mit „kalter Kathode" (Stoltbogen) möglich sind. Als ein Ausweg käme dann wohl nur noch die Annahme in Betracht, die schon Langmuir und Holm gelegentlich ausgesprochen hatten, daß die erforderlichen Elektronen aus der Kathode durch das starke Feld des Kathodenfallgebietes herausgerissen werden. Es spricht bereits vieles für die Richtigkeit der Stoltschen Folgerung, aber es lassen sich doch auch noch manche Einwände dagegen erheben und auch unsere Versuche, hier Klarheit zu schaffen, haben noch nicht mit der bei einem so wichtigen Problem wünschenswerten Sicherheit zu Ergebnissen geführt und werden noch fortgesetzt. Aber es ist bemerkenswert, daß zwei amerikanische Forscher, Compton und van Voorhis, von ganz anderer Seite her inzwischen ebenfalls zu schweren Bedenken gegen die durchgängige Richtigkeit der thermischen Theorie gekommen sind[7]. Ihre Überlegungen beziehen sich auf den Quecksilberbogen und gehen aus von einer strengeren Formulierung der Energiebilanz der Kathode.

In noch etwas allgemeinerer Fassung als der von Compton gegebenen sind diese Überlegungen die folgenden. Es sei bezeichnet mit:

- V_i die Ionisierungsspannung des Quecksilbers (10,4 V)
- φ_- die Ablösearbeit eines Elektrons aus der Kathode (3,9 V)
- φ_+ die Eintrittsarbeit eines positiven Ions in die Kathode
- f der Bruchteil des Gesamtstromes, der an der Kathode von Elektronen getragen wird
- V_c der Kathodenfall
- $\delta_+ V_c$ der „effektive Kathodenfall" für die Ionen; die Ionen kommen an der Kathode an mit einer Energie, deren Voltäquivalent nicht V_c, sondern nur $\delta_+ V_c$ ist
- $\delta_- V_c$ die analoge Größe für die Elektronen; es soll also nicht der ganze Betrag V_c, sondern nur der Betrag $\delta_- V_c$ für Anregung und Ionisation zur Verfügung stehen
- F der Bruchteil der Kathodenfallarbeit an den Elektronen, der in Form einer Strahlung an die Kathode zurückgelangt und von ihr absorbiert wird.

Die Kathode verliert Energie durch Strahlung, Verdampfung und Wärmeleitung insgesamt im Betrag von Z Watt/Amp. und durch die Elektronenabtrennung im Betrag von $f\varphi_-$ Watt/Amp. Sie gewinnt Energie durch den Stoß und durch die Kondensation der positiven Ionen sowie durch die Zustrahlung aus dem Gas; man findet insgesamt dafür

$$(1-f)(\delta_+ V_c + \varphi_+) + [\delta_- f V_c - (1-f) V_i] F \text{ Watt/Amp.}$$

Im stationären Zustand muß die Energieeinnahme gleich der Energieausgabe sein, und wenn man daraus f unter Benutzung der angegebenen Beträge ausrechnet, so erhält man

$$f = \frac{\delta_+ V_c + \varphi_+ - V_i F - Z}{\delta_+ V_c + \varphi_+ + \varphi_- - (\delta_- V_c + V_i) F}.$$

Das Wesentliche ist nun, daß $f \geq 0{,}5$ sein muß, da der Kathodenfall im Quecksilberbogen sicher kleiner ist als die doppelte Ionisierungsspannung und deshalb jedes Elektron im Fallraum bestenfalls ein Ion erzeugen kann. Da der Bruchteil der Zusammenstöße zwischen Elektronen und Atomen, der zu einer Ionisation führt, im Gebiet der hier in Betracht kommenden Elektronengeschwindigkeit klein ist — er erreicht selbst für die bei etwa 100 V ge-

[7] Proc. Nat. Acad. Science, U. S. A., Bd. 13, S. 336.

legene Optimalgeschwindigkeit nur etwa den Wert von 30 % —, wird man erwarten müssen, daß f sogar beträchtlich oberhalb von 0,5 liegt. Es erhebt sich also die Frage, ob es überhaupt möglich ist, daß ein durch die angegebene Formel bestimmtes f wesentlich größer als 0,5 wird, und Compton glaubt diese Frage verneinen zu können.

Die Diskussion dieser arithmetischen Frage läßt sich am übersichtlichsten folgendermaßen durchführen, da natürlich hier nur der größtmögliche Wert von f von Interesse ist: Zunächst sieht man unmittelbar ein, daß f um so größer ist, je kleiner Z und je größer δ_- ist. Der größte Wert, den δ annehmen kann, ist 1; die von G ü n t h e r s c h u l z e herrührenden Werte von Z liegen zwischen 2,7 und 6,6 und setzen sich zusammen aus dem Wärmeverlust Z_1 durch Wärmeleitung und durch Abstrahlung und aus dem Wärmeverlust durch Verdampfung, und zwar ist $Z_1 = 2{,}7$ und $Z_2 = 2{,}8 \ldots 3{,}9$. Am günstigsten wird die Sachlage, wenn man mit Compton annimmt, daß es sich überhaupt nicht um eine reguläre Verdampfung, sondern um eine Abschleuderung von größeren Atomkomplexen oder von Tröpfchen handelt, da in diesem Fall Z_2 beliebig klein und also der überhaupt kleinste Wert von Z gleich $Z_1 = 2{,}7$ sein könnte. Um die Abhängigkeit von $\delta_+ V_c$ zu untersuchen, differenziert man f nach dieser Größe und findet, daß der Differentialquotient nur negativ ist, wenn

$$Z < \delta_- V_c F - \varphi_- .$$

Da aber, wie wir sahen, der kleinste Wert von Z gleich 2,7 ist, und da der größte Wert von $\delta_- V_c F - \varphi_-$ erreicht wird für $\delta_- = 1$, $V_c = 10{,}3$ und $F = 0{,}5$ und den Wert 1,2 hat, so ist der Differentialquotient überhaupt nie negativ, und f ist also um so größer, je größer $\delta_+ V_c$ ist. Wir können demnach für das Folgende $\delta_+ = 1$ und für V_c den größten für den Kathodenfall gefundenen Wert, nämlich 10,3, setzen.

Damit ist der zur Diskussion stehende Ausdruck für f bereits vereinfacht zu dem folgenden, wenn wir nach einer von S c h o t t k y und v. I s s e n d o r f f angegebenen Formel $\varphi_+ = 7{,}1$ setzen:

$$f = \frac{10{,}3 + 7{,}1 - 10{,}4\,F - Z}{10{,}3 + 7{,}1 - (10{,}4 + 10{,}3)\,F + 3{,}9} .$$

Die Abhängigkeit von F läßt sich wiederum durch Bildung des Differentialquotienten untersuchen. Man findet, daß

$$\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}F} \lesseqgtr 0, \text{ wenn } Z \gtreqless \frac{V_c^2 + V_c \varphi_+ - V_i \varphi_-}{V_c + V_i} = \frac{10{,}3^2 + 10{,}3 \,.\, 7{,}1 - 10{,}4 \,.\, 3{,}9}{10{,}3 + 10{,}4} ,$$

und dies ergibt, daß für alle Werte von φ_+ (vgl. die folgenden Ausführungen) f bei Benutzung von $V_c = 10{,}3$ um so größer ist, je kleiner man F wählt. Wir setzen deshalb $F = 0$ und erhalten nun

$$f = \frac{17{,}4 - Z}{21{,}3} .$$

Mit dem von Güntherschulze, Compton und dem Verfasser bisher benutzten Wert $Z = 6{,}6$ gibt dies $f = 0{,}51$, und mit dem von Compton neuerdings vorgeschlagenen Wert $Z = 2{,}7$ würde man $f = 0{,}69$ erhalten. Der letztere Wert würde also die eingangs gestellte Bedingung vermutlich bereits erfüllen und die Theorie rechtfertigen.

In einer wichtigen Untersuchung haben nun aber C o m p t o n und v a n V o o r h i s darauf hingewiesen, daß die von Schottky und v. Issendorff abgeleiteten theoretischen Werte für φ_+ zu groß sind (im Prinzip deshalb, weil ein Teil der bei der Neutralisation des Ions freiwerdenden Energie in Form einer Strahlung verloren geht). Man wird deshalb mit einem kleineren Wert von φ_+ als dem oben benutzten rechnen müssen, und Messungen an Molybdän lassen sogar sehr kleine Werte erwarten. Dann aber wird, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, auch f kleiner als oben angegeben:

Werte von f.

φ_+	0	1	2	3	....	7
$Z = 6{,}6$	0,26	0,31	0,35	0,39	....	0,51
$Z = 2{,}7$	0,54	0,56	0,59	0,62	....	0,69

Bei der Bewertung dieser Zahlen ist zu bedenken, daß es sich dabei bereits um die größtmöglichen Werte handelt. Wenn der Kathodenfall kleiner als der hier angenommene maximale Wert oder F größer als Null ist, wird f noch kleiner. Es erheben sich also in der Tat recht bedenkliche Schwierigkeiten für die Theorie. Compton hat bereits darauf hingewiesen, daß diese Schwierigkeiten aber verschwinden, wenn man die Auslösung der Elektronen aus der Kathode sich nicht thermisch, sondern, wie bereits erwähnt, elektrostatisch verursacht denkt. Dann wird nämlich die Abkühlung der Kathode durch die Elektronenabtrennung kleiner, als wir bisher angenommen haben, und im Grenzfall sogar überhaupt Null, da die Abtrennungsarbeit nun nicht von der inneren Wärmeenergie der Kathode, sondern vom elektrischen Feld geleistet wird. Für rein elektrostatische Abtrennung ($\varphi_- = 0$) erhält man, wiederum mit $V = 10{,}3$, $F = 0$ und $Z = 2{,}7$ die folgenden Werte:

φ_+	0	7,1
	0,75	0,85

und diese sind bereits durchaus plausibel. Wie man sich leicht überzeugt, sind aber diese, da die oben durchgeführte Maximumdiskussion nun nicht mehr in allen Teilen gilt, noch nicht einmal die überhaupt größten Werte von f; zugleich hat man in der Wahl der übrigen f bestimmenden Größen nun eine viel größere Freiheit. So z. B. kann $\delta_+ V_c < 10{,}3$ sein und trotzdem f beliebig nahe gleich 1 gemacht werden, und dadurch werden die ganzen Ansätze viel anschmiegungsfähiger.

Es hat also in der Tat den Anschein, als ob die thermische Theorie allein den Mechanismus der Bogenentladung nicht erfaßt. Ob dies allgemein gilt oder auf den Quecksilberbogen bzw. die Stoltbogen beschränkt ist, ob für die Elektronenauslösung aus der Kathode nur die elektrostatische Feldkraftwirkung ($\varphi_- = 0$) oder eine Kombination mit einer thermischen Auslösung ($0 < \varphi_- < 3{,}9$) anzunehmen ist, und endlich, in welchem Maße an dem Materialverlust der Kathode die reguläre Verdampfung bzw. eine Abschleuderung größerer Partikel beteiligt sind, werden erst weitere quantitative Versuche entscheiden können.

Eine sehr schöne zusammenfassende Diskussion der Theorie der Bogenentladung hat inzwischen Compton in einem Vortrag gegeben, der im J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1192 veröffentlicht ist. Von großer Bedeutung scheinen mir im Zusammenhang mit den Einwänden Comptons gegen die thermische Bogentheorie auch die Ergebnisse zu sein, die kürzlich H. v. Issendorff (in noch nicht veröffentlichten Versuchen im Dynamowerk der SSW) erhalten hat. Seine Messungen der von der Kathode eines Quecksilbervakuumbogens verdampfenden Quecksilbermengen haben nämlich ergeben, daß der von Güntherschulze angegebene Betrag von $7{,}2 \cdot 10^{-3}$ g/A durchaus keine für die thermischen Vorgänge im Kathodenbrennfleck kennzeichnende Konstante ist, sondern in hohem Maß von den speziellen Versuchsbedingungen abhängt. Bei höheren Stromstärken wird der genannte Betrag überschritten und kann insbesondere durch Kühlung der Kathode, wie es scheint fast beliebig, verkleinert werden. H. v. Issendorff wird über diese interessanten Befunde demnächst in der Phys. Z. selbst berichten.

Der Nutungsfaktor in elektrischen Maschinen.

Von Dr. phil. Dr.-Ing. **Ernst Weber,** Wien.

Übersicht. Die Berechnung des Nutungsfaktors in elektrischen Maschinen nach F. W. Carter, wohl die bekannteste in der elektrotechnischen Literatur, wird in den Grundlagen untersucht und festgestellt, daß bei gewissen Nutenverhältnissen ein Widerspruch auftritt. Es wird daher eine Näherungsfunktion angegeben, welche den Verlauf des Feldes über einer Nutteilung sehr zutreffend beschreibt und mit ihrer Hilfe der Nutungsfaktor neu gerechnet. Der Vergleich mit den bekannteren praktischen Formeln weist die volle Berechtigung nach und zeigt, daß die neue Formel für alle Nutformen außerordentlich gut und einfach verwendbar ist. Endlich wird für ganz geschlossene Nuten schätzungsweise eine äquivalente Nutöffnung eingeführt, die von Stegdicke und Luftspalt abhängt.

Einleitung.

Für den Nutungsfaktor in elektrischen Maschinen sind eine große Anzahl von empirischen Formeln entwickelt worden, und auch viele theoretische Arbeiten beschäftigen sich mit seiner Berechnung mit Hilfe der konformen Abbildung. Alle diese Methoden haben aber den Nachteil, daß sie die Form des Feldes über der Nutung einerseits nicht erfassen, anderseits nicht explizite darstellen können und daher nur eine Seite des Problems betrachten. Die Kenntnis der Nutungsfelder ist nämlich auch sowohl für die Untersuchung der Einwirkung der Nutung auf die Spannungskurve als auch zur Ermittlung der durch die Nutung verursachten zusätzlichen Eisenverluste unbedingt nötig. Im folgenden soll eine sehr einfache Näherung für den Verlauf des Nutungsfeldes angegeben werden, aus dem dann der Nutungsfaktor berechnet und in Vergleich mit den nach den bisherigen Formeln erhaltenen Werten gesetzt wird.

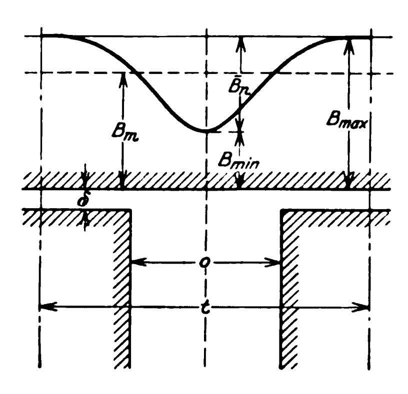


Abb. 1. Der Einfluß der Nutung auf die Feldkurve.

Steht allgemein einer glatten Eisenfläche eine solche genutete gegenüber, so wird, wie Abb. 1 zeigt, die ohne diese Nutung vorhandene Induktion B_{max} im Luftspalte auf einen von Nutöffnung o, Luftspaltgröße δ und Nutteilung t bzw. von deren Verhältnissen abhängigen kleineren Wert B_{min} vermindert. Die mittlere Induktion B_m läßt sich als durch gleichmäßige Vergrößerung des Luftspaltes auf einen scheinbaren Wert $\delta' > \delta$ entstanden denken, wobei

$$\delta' = k\,\delta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

ist und k den „Nutungsfaktor" bedeutet, der stets größer als 1 sein muß. Da die Induktionen sich umgekehrt wie die Luftspaltwerte verhalten, läßt sich die mittlere Induktion auch schreiben

$$B_m = \frac{1}{k}\,B_{max} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Um den Nutungsfaktor zu bestimmen, wäre es das Natürlichste, das Feldbild über der Nut analytisch anzugeben und aus diesem den durch die Nutung verloren gehenden Fluß zu bestimmen. Leider ist die Nutungskurve nach den empirischen Formeln überhaupt nicht zu bestimmen, und wo Bezug auf graphische Ermittlung des Feldbildes genommen wird, ist die Methode wieder zu umständlich, um analytisch gefaßt werden zu können. Ebenso liefert auch die konforme Abbildung keinen praktisch zu verwertenden mathematischen Ausdruck für die Feldsenkung über der Nut. Es wurde deshalb im folgenden nach einer Besprechung jener Arbeiten, die sich der konformen Abbildung bedienen, der Versuch unternommen, einen einfachen Ausdruck für die durch die Nutung verzerrte Feldkurve zu geben und daraus erst den Nutungsfaktor zu bestimmen. Diese Methode hat den außerordentlichen Vorteil, späterhin den Einfluß der Nutungskurven auf die Spannungskurve ermitteln und außerdem die durch die Nutung erzeugten zusätzlichen Eisenverluste genauer als bisher berechnen zu können. Diese beiden letzteren Probleme sollen jedoch in späteren Aufsätzen behandelt werden.

A. Die Berechnung des Nutungsfaktors für einseitige Nutung mit Hilfe der konformen Abbildung.

Schon frühzeitig hat man in der wissenschaftlichen Elektrotechnik die konforme Abbildung herangezogen, um die Verteilung der Induktion im Luftspalt von Nutankern kennen zu lernen. Zur Verwendungsmöglichkeit der genannten Methode gehört auf jeden Fall die Annahme unendlich großer Permeabilität, so daß die Eisenflächen Potentialflächen werden. F. W. Carter[1] hat nun als Erster bei Voraussetzung unendlicher Nutteilung und unendlicher Nuttiefe die Aufgabe mathematisch gelöst und für die scheinbare Vergrößerung des Luftspaltes den Faktor

$$k = \frac{t}{t - \gamma\,\delta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

aufgestellt, wobei γ eine Funktion des Verhältnisses von Nutöffnung zu Luftspalt $\frac{o}{\delta}$ bedeutet und t für die Nutteilung steht. R. Richter hat in seinem Buche[2] diese Arbeit verwendet und auch Tabellen für die im folgenden eingeführten Funktionen γ, β und σ des Verhältnisses $\frac{o}{\delta}$ gegeben. Es ergibt sich nämlich die Senkung der Induktion in Nutmitte $\overline{B}_n$ nach Carter bzw. Richter als

$$\overline{B}_n = 2\,\beta\,B_{max}\,, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

worin β, wie betont, nur von $\frac{o}{\delta}$ abhängt. Endlich ist der durch die Nutung verloren gehende Fluß

$$\varphi_n = \frac{o'}{2}\,\overline{B}_n = \sigma\,\frac{o}{2}\,\overline{B}_n, \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

und σ ist ebenfalls eine Funktion von $\frac{o}{\delta}$ allein. Der tatsächliche Fluß einer Nutteilung ist dann mit (4)

$$\varphi = t\,B_{max} - \sigma\,\frac{o}{2}\,\overline{B}_n = (t - \beta\,\sigma\,o)\,B_{max}\,. \quad \ldots \quad (6)$$

Setzt man

$$\beta\,\sigma\,\frac{o}{\delta} = \gamma\,, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

so ist diese Funktion wieder nur von $\frac{o}{\delta}$ abhängig, und die mittlere Induktion wird

$$B_m = \frac{\varphi}{t} = \frac{t - \gamma\,\delta}{t}\,B_{max}\,, \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

womit der in (3) angeschriebene Faktor k gewonnen ist.

Nun sind aber die Voraussetzungen für diese Ableitungen auf keinen Fall erfüllt. Die Annahme unendlicher Nuttiefe läßt sich, wie später gezeigt wird, rechtfertigen, doch die Annahme unendlicher Nutteilung führt zu einem Widerspruch. Die scheinbare Nutöffnung o' ist mindestens 1,6fach größer als die wirkliche Nutöffnung, denn es bleibt stets $\sigma > 1{,}6$. Nehmen wir nun $\frac{t}{o} = 2$ an, so wird für $\frac{o}{\delta} \leqq 2$ bereits $\sigma = \frac{o'}{o} > 2$, d. h., es wird die für die Einwirkung der Nut auf die Feldkurve maßgebende scheinbare Öffnung bereits größer als die Nutteilung selbst, was natürlich nicht möglich sein kann. Eine Nut $\frac{t}{o} = 2$ und $\frac{o}{\delta} < 2$ ist jedoch gerade für moderne große Synchronmaschinen fast stets erreicht.

Mit Voraussetzungen ganz anderer Art rechnet R. Roeterink[3]. Um sowohl der Endlichkeit der Nutteilung als auch jener der Nuttiefe Rechnung zu tragen und doch nicht auf hyperelliptische Integrale geführt zu werden, was bei genauer Rechnung unvermeidlich ist und

[1] J. Inst. El. Engs. Bd. 29, S. 925.
[2] Elektrische Maschinen, Verlag Julius Springer, Berlin 1924, Abschnitt II, 2c.
[3] Arch. El. 1919, Bd. 7, H. 9, 10.

eine praktische Auswertung unmöglich macht, nimmt Roeterink an, daß die in die Zahnecke eintretende Kraftlinie eine Gerade sein soll. Damit wird für die Untersuchung nur die Betrachtung jenes Rechteckes nötig, das sich durch Verlängerung der Nut bis zur gegenüberliegenden Eisenfläche ergibt. Es ist somit wohl die endliche Nuttiefe berücksichtigt, aber die Verteilung der Kraftlinien gegen die Zahnecken hin vergewaltigt. Trotz dieser Vereinfachung ist bereits die Verwendung elliptischer Integrale und Funktionen nötig, welche eine ziemlich umfangreiche Zahlenrechnung erfordern, um den Nutungsfaktor zu erhalten.

Ohne Kenntnis der bereits vorliegenden Literatur hat dann R. Gans[4] in einer sehr umfassenden Arbeit verschiedene Näherungsfälle zur Bestimmung des magnetischen Widerstandes eines genuteten Ankers untersucht. Als erste Näherung führt er dieselbe Arbeit wie F. W. Carter durch und erhält natürlich die gleichen Ergebnisse wie oben dargelegt. Sodann berücksichtigt R. Gans einerseits die endliche Nuttiefe bei unendlicher Nutteilung und anderseits die endliche Nutteilung bei unendlicher Nuttiefe und erhält über mannigfaltige Umwandlungen der auftretenden elliptischen Transzendenten Näherungsformeln für die einzelnen Fälle, die natürlich für die praktische Verwertung sehr umständlich sind. In dankenswerter Weise ist die Schreibung der Endformeln so vorgenommen, daß der näherungsweise Einfluß sowohl der endlichen Nutteilung als auch der endlichen Nuttiefe zu ersehen ist. Für mittlere Annahmen ergibt sich die volle Berechtigung, sowohl Nuttiefe als auch Nutteilung unendlich groß vorauszusetzen. Trotzdem aber bleibt natürlich der oben aufgewiesene Widerspruch, sobald man den Verlauf der Nutungskurve nach der allein praktisch verwertbaren Carterschen Näherungsmethode verfolgen will.

In gleicher Weise wie R. Gans berücksichtigt auch K. Frey[5] die endliche Nuttiefe bei unendlicher Nutteilung und verwendet etwas andere Näherungsformeln zur Ermittlung der auftretenden elliptischen Funktionen. Aus dieser Arbeit ist klar zu ersehen, daß die Einführung der endlichen Nuttiefe in einem normalen Berechnungsfalle den Wert des Nutungsfaktors erst in der vierten Dezimalstelle um insgesamt 0,155 ‰ vermindert.

Fassen wir nun kurz zusammen, was die bisherigen Arbeiten geleistet haben, so müssen wir gestehen, daß sie alle wohl nur Näherungsmethoden sind, daß jedoch an Einfachheit sicher die ausführlicher behandelte Arbeit von F. W. Carter den Vorzug verdient. Um ihr auch den leicht sich einstellenden Widersinn zu nehmen, soll im folgenden mit Hilfe dieser Arbeit nur die Amplitude des Nutungsfeldes bestimmt werden, während für die Form der Induktionsenkung eine einfach zu handhabende Funktion angenommen wird, welche sich sehr genau der endlichen Nutteilung einfügt.

B. Genauere Näherungsrechnung des Nutungsfaktors für einseitige Nutung.

Wie bereits früher erwähnt, behalten wir für die Amplitude $\overline{B}_n$ nach Abb. 1 die von Carter ermittelte Beziehung (4) bei. Den Verlauf der durch die Nutung hervorgerufenen Induktionsenkung ersetzen wir jedoch durch die trigonometrische Funktion

$$B_n = \overline{B}_n \sin^{2n} \frac{x\pi}{t}, \qquad (9)$$

wobei der Exponent $2n$ durch

$$n = \frac{t-o}{o} = \left(\frac{t}{o} - 1\right) \qquad (10)$$

definiert ist. Die Wahl dieser Funktion, die jeweils für $0 \leqq x \leqq t$ Gültigkeit hat, wurde durch mehrere Gesichtspunkte bestimmt. Zunächst ist sie den normalen Verwertungen bei Differentiationen und Integrationen sehr leicht zugänglich und besitzt überdies eine bereits bekannte Zerlegung im Fourierschen Sinne für ganze Werte von n[6]

$$\sin^{2n}\left(\frac{x\pi}{t}\right) = \frac{(-1)^n}{2^{2n-1}}\left[\cos 2n\frac{x\pi}{t} - \binom{2n}{1}\cos 2(n-1)\frac{x\pi}{t} + \binom{2n}{2}\cos 2(n-2)\frac{x\pi}{t} - \ldots\ldots + (-1)^{n-1}\binom{2n}{n-1}\cos 2\frac{x\pi}{t} + \frac{1}{2}(-1)^n\binom{2n}{n}\right]. \qquad (11)$$

Die Reihe (11) ist endlich. Für nicht ganzzahlige n würden unendliche Reihen auftreten und außerdem die mathematischen Operationen bedeutend umständlicher werden. Wir werden daher die Funktionswerte nur für die ganzzahligen n verwenden und für die dazwischen liegenden Werte von n stetige Kurven graphisch interpolieren, wozu man schließlich bei allen numerischen Auswertungen gezwungen ist. Es wäre nur zu beweisen, daß man diese Interpolation vornehmen darf. Diesen Beweis kann man aber übergehen, denn mit stetig sich änderndem n ändert sich auch der Funktionswert (9) stetig und nimmt den aus Abb. 2 ersichtlichen Verlauf an, so daß auch alle daraus durch stetige Rechenoperationen gewonnenen neuen Funktionen in n stetig sein müssen.

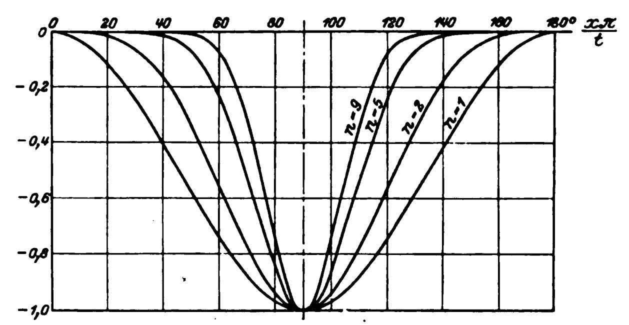


Abb. 2. Das Nutungsfeld für verschiedene Öffnungen und Amplitude 1.

Mit dieser einfachen rechnerischen Handhabungsmöglichkeit der gewählten Funktion verbindet sich ihre typische Gleichartigkeit mit den vermutlich sich einstellenden Nutungskurven, die näherungsweise auch nach den Ergebnissen der konformen Abbildung gewonnen werden können. Insbesondere wird aus (11) für $n = 1$, also wenn $o = \frac{t}{2}$, $\frac{t}{o} = 2$, die ideal offene Nut vorliegt,

$$\sin^2\left(\frac{x\pi}{t}\right) = \frac{1}{2}\left(1 - \cos\frac{2x\pi}{t}\right). \qquad (12)$$

eine reine Cosinus-Welle mit der Nutteilung als Wellenlänge. Diese Annahme findet sich bereits mehrfach bei praktischen Untersuchungen. Stets aber wird die Absenkung der Induktion durch die Nut erst innerhalb der Nutteilung erfolgen, nie über diese hinausreichen, wie nach Carter.

Die wirkliche Feldkurve mit Berücksichtigung der Nutung ergibt sich nach Abb. 1 und den Gleichungen (9) und (4) zu

$$B = B_{max} - B_n = \left[1 - 2\beta\sin^{2n}\left(\frac{x\pi}{t}\right)\right] B_{max} \qquad (13)$$

und daraus der Fluß einer Nutteilung auf 1 cm axialer Länge

$$\varphi_t = \int_{x=0}^{x=t} B\,\mathrm{d}x = t\left[1 - (-1)^n\binom{-1/2}{n} 2\beta\right] B_{max} \qquad (14)$$

(n = ganze Zahl).

Das hier auftretende Intregal $\int_{x=0}^{x=t} \sin^{2n}\left(\frac{x\pi}{t}\right)\mathrm{d}x$ ist für ganzzahlige n, welche allein betrachtet werden sollen, durch eine Rekursionsformel leicht zu lösen und führt zunächst auf $\frac{1.3.5\ldots.(2n-1)}{2.4.6\ldots.2n}\,t$ was zur Abkürzung der Schreibweise nach (14) zusammengefaßt wurde. Nennen wir jetzt:

$$2(-1)^n\binom{-1/2}{n} = \tau\left(\frac{t}{o}\right), \qquad (15)$$

weil dieser Ausdruck nur von n und daher nach (10) von $\frac{t}{o}$ abhängt, so vereinfacht sich (14) auf

$$\varphi_t = t(1 - \tau\beta) B_{max}, \qquad (14a)$$

und die mittlere Induktion über der Nutteilung ist

$$B_m = \frac{\varphi_t}{t} = (1 - \tau\beta) B_{max}; \qquad (16)$$

analog zu (2) ist der Nutungsfaktor

$$k = \frac{1}{1 - \tau\beta}. \qquad (17)$$

Die Funktion $\tau\left(\frac{t}{o}\right)$ ist in Abb. 3 gemeinsam mit $\beta\left(\frac{o}{\delta}\right)$ aufgetragen, wobei für die beiden Argumente der gleiche Abszissenmaßstab gewählt wurde, und außerdem sind

---

[4] Arch. El. 1920, Bd. 9, H. 5, S. 231.
[5] Arbeiten a. d. el. Inst. d. T. H. Karlsruhe, Verlag Julius Springer, Berlin 1925, Bd. 4, S. 175.
[6] Vgl. Hütte 23. Aufl., Bd. 1, S. 59.

ihre Werte für die ganzzahligen Argumentgrößen in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Mit Schließung der Nut wird τ kleiner, jedoch weniger rasch als die Nutöffnung abnimmt, so daß die auf die Größe der Nutöffnung bezogene Wirkung dieser auf die Feldkurve bei halbgeschlossenen Nuten größer wird, was eben erwünscht ist: denn die unvermeidliche Sättigung der Zahnspitzen mit magnetischen Kraftlinien wird stets eine etwas größere Öffnung vortäuschen, als wirklich vorhanden ist.

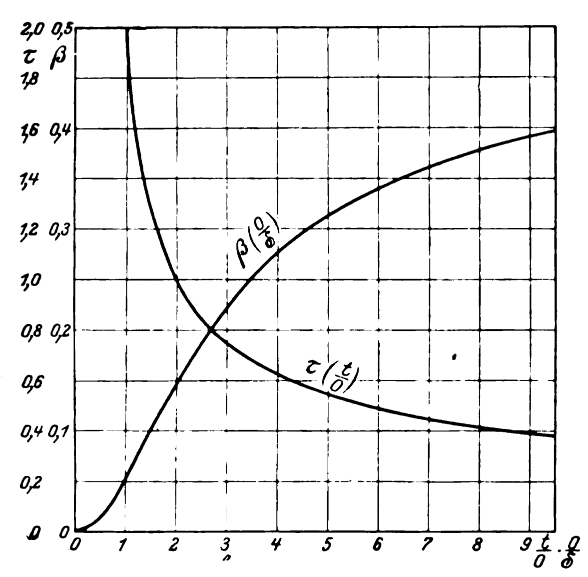


Abb. 3. Die Funktionen $\beta\left(\frac{o}{\delta}\right)$ und $\tau\left(\frac{t}{o}\right)$ zur Berechnung des Nutungsfaktors.

Aus Abb. 3 ist auch leicht der Einfluß der einzelnen Größen auf den Nutungsfaktor zu ersehen. Verändert man den Luftspalt allein bei gegebener Nut, so ändert sich nur β. Eine Veränderung des Luftspaltes spielt insbesondere im Bereiche $0{,}5 < \frac{o}{\delta} < 3$ eine große Rolle, weil hier $\beta\left(\frac{o}{\delta}\right)$ am steilsten verläuft. Wird die Nutteilung allein verändert, so wirkt eine Vergrößerung insbesondere im Bereiche $1 \leq \frac{t}{o} \leq 3$ stark mildernd auf den Nutungsfaktor, weil τ am raschesten abnimmt. Endlich ist am ausgiebigsten die Änderung der Öffnung o selbst, denn eine Verkleinerung wirkt auf β und τ gleichzeitig vermindernd. Sind also aus irgend einem Grunde die durch die Nutung bewirkten hochperiodigen Felder zu stark ausgeprägt, so wirkt am besten eine Verkleinerung der Nutöffnung.

Zahlentafel 1.

$\frac{o}{\delta}$, $\frac{t}{o}$	$\beta\left(\frac{o}{\delta}\right)$	$\tau\left(\frac{t}{o}\right)$	$\frac{o}{\delta}$, $\frac{t}{o}$	$\beta\left(\frac{o}{\delta}\right)$	$\tau\left(\frac{t}{o}\right)$
0	0,0000	—	5	0 3143	0,5468
0,5	0,0149	—	6	0,3419	0,4922
1	0,0528	2,0000	7	0,3626	0,4512
2	0,1464	1 0000	8	0,3797	0,4189
3	0,2226	0,7500	10	0,4019	0,3709
4	0,2754	0,6250			

C. Beispiele zur Ermittlung des einseitigen Nutungsfaktors und Vergleich mit empirischen Formeln.

Um einen Vergleich für die Güte der in (17) abgeleiteten Formel führen zu können, wollen wir für einige sehr verschiedene Nutformen den Nutungsfaktor sowohl nach (17) als auch nach der Carterschen Formel (3) sowie nach den verschiedenen empirischen Formeln berechnen, die in der Elektrotechnik gebräuchlich sind. Unter diesen letzteren wählen wir zunächst die bekannteste aus dem Buche von E. Arnold[7], welche lautet

$$k = \frac{t}{(t - o) + X\delta}, \quad \dots\dots\dots (18)$$

wobei X eine Funktion von $\frac{o}{\delta}$ allein ist und empirisch durch Aufzeichnen der Kraftlinienbilder gewonnen wurde. Im gleichen Buch[8] ist auch eine empirische Formel von Rezelmann

$$k = \frac{t}{(t - o) + \sqrt{o\,\delta}} \quad \dots\dots\dots (19)$$

angegeben, welche für $\frac{o}{\delta} \geq 2$ brauchbare Werte liefern soll. Eine ältere empirische Formel ganz anderer Bauart ist jene von Ossanna gefundene[9]

$$k = \frac{t + 8\,\delta}{(t - o) + 8\,\delta}, \quad \dots\dots\dots (20)$$

die nach praktischen Erfahrungen ziemlich gut verwendbar sein soll. Endlich ist hier noch eine neuere empirische Formel zu nennen, die von K. Metzler[10] aufgestellt wurde und folgendermaßen lautet:

$$k = \frac{1}{1 - \frac{\alpha\,\beta}{\alpha + 5}}$$

wobei α und β die Verhältnisse $\alpha = \frac{o}{\delta}$, $\beta = \frac{o}{t}$ bedeuten. Wir können diese Formel auch anders schreiben, wenn wir Zähler und Nenner mit $(\alpha + 5)\,\delta$ multiplizieren:

$$k = \frac{o + 5\,\delta}{o + 5\,\delta - o\,\frac{o}{t}} = \frac{o + 5\,\delta}{o\,\frac{t - o}{t} + 5\,\delta} \quad \dots (21)$$

In dieser Schreibweise ist sie ziemlich bekannt.

In der folgenden Zahlentafel 2 sind nun Angaben für einige Nutentypen zusammengestellt, wie sie in den meistgebauten Maschinenarten auftreten. Die Spalte 1 der Tabelle entspricht einer feinen Nutung für Gleichstrom- oder Wechselstrom-Kommutatormaschinen; die Spalten 2 bis 4 sind für Synchronmaschinen (2 für Schenkelpoltype und 3, 4 für Nutpoltype oder Turbotype) möglich, während 5 und 6 für Asynchronmaschinen gelten. Der Nutungsfaktor wurde nach den Formeln (3), (18) bis (21) und der neuen Formel (17) gerechnet, und es zeigt sich eine ganz bemerkenswerte Gruppierung. Für offene Nuten (siehe die Spalten 1 und 3) ist die Übereinstimmung aller Formeln ziemlich gut, jedoch kommen die Werte von Rezelmann den nach (17) gerechneten am nächsten. Für halboffene Nuten und größeren Luftspalt (siehe Spalte 2 und 4) ist die Formel von Metzler am günstigsten, während die Formel von Ossanna hier viel zu große Werte gibt. Die Formel von Rezelmann wird für $\frac{o}{\delta} < 2$, wie ersichtlich, bereits unmöglich. Endlich gibt für kleinen Luftspalt und fast geschlossene Nuten (Spalte 5 und 6) die Formel von Ossanna die am nächsten kommenden Werte, während alle anderen Formeln bedeutend kleinere Zahlenwerte liefern. Es läßt sich schließen, daß die neu gegebene Formel nach (17) für alle Fälle sehr gute Werte ergibt; denn der Vergleich ergibt in den extremen Fällen fast offener Nut einerseits Übereinstimmung mit der dort praktisch bewährten Formel von Rezelmann, während sie für Asynchronmaschinen mit kleiner Nutöffnung und kleinem Luftspalt anderseits mit der hier praktisch bewährten Formel von Ossanna gut übereinstimmt. Damit ist auch der Beweis erbracht, daß die vorausgesetzte Form des Nutungsfeldes eine sehr gute Näherung an den wirklichen Verlauf darstellt.

Wir müssen aber auch noch kurz über die ganz geschlossenen Nuten sprechen. Nach allen Formeln würde in solchen Fällen das Nutungsfeld verschwinden, was mit der Erfahrung keineswegs in Einklang steht. Es ist vielmehr bekannt, daß bei geringer Stärke des Steges über der Nut dieser sehr rasch sich mit magnetischen Kraftlinien so hoch sättigt[11], daß er praktisch wie eine Öffnung der Nut wirkt. Wir wollen zunächst unabhängig von der Sättigung eine solche äquivalente Öffnung $\bar{o}$ einführen durch die Schätzungsformel

$$\bar{o} = \frac{0{,}3}{s} \cdot \frac{0{,}3}{\delta} \text{ mm}, \quad \dots\dots\dots (22)$$

wenn s die radiale Dicke des Steges über der Nut bedeutet. Diese Formel scheint zureichend, weil sowohl die Größe

[7] Die Gleichstrommaschine, Verlag Julius Springer, Berlin 1919, Bd. 1, 3. Aufl. S. 134.

[8] Wie Fußnote 7, S. 136.

[9] S. Dynamobau von K. Pichelmayer in Heinkes Handb. d. Elektrot., Verl. Hirzel, Leipzig 1908, Bd. 5, S. 134.

[10] K. Metzler, Helios 1918, Bd. 24, S. 273.

[11] S. E. Arnold, Die synchronen Wechselstrommaschinen Verlag Julius Springer, Berlin 1913. 2. Aufl. Unv. Neudruck 1923, S. 19



des Luftspaltes als auch die Dicke des Steges enthalten sind. Die Abhängigkeit selbst wurde in erster Annäherung verkehrt proportional diesen Größen gesetzt. Mit dieser Formel wurde das in Spalte 7 der Zahlentafel 2 angegebene Beispiel gerechnet. Es zeigt sich wieder, daß die Formel von Ossanna für diese Verhältnisse die besten Werte liefert.

Zahlentafel 2.

	1	2	3	4	5	6	7
t	12	50	80	80	60	40	25
o	7	10	40	10	6	5	0(0,6)
δ	2	5	20	20	1	0,5	0,3
$\frac{t}{o}$	1,71	5	2	8	10	8	41,7
$\frac{o}{\delta}$	3,5	2	2	0,5	6	10	2
k nach							
Carter . . .	1,323	1,059	1,164	1,010	1,058	1,092	1,007
Arnold . . .	1,363	1,064	1,180	1,022	1,062	1,096	1,007
Rezelmann .	1,373	1,062	1,172	0,952!	1,063	1,093	1,007
Ossanna . .	1,333	1,125	1,200	1,043	1,096	1,127	1,022
Metzler . . .	1,315	1,062	1,166	1,010	1,057	1,091	1,006
Weber . . .	1,404	1,087	1,173	1,007	1,146	1,204	1,031

D. Angenäherte Berechnung des Nutungsfaktors für doppelseitige Nutung.

Sind Ständer und Läufer einer elektrischen Maschine genutet, so ist die Ermittlung des gemeinsamen Nutungsfaktors k_{12} im allgemeinen sehr schwierig. Da sich die Stellung der beiden Nutungen gegenseitig fortwährend ändert, wird der Einfluß der beiden Nutungen selbst sich ändern, und die genaue Bestimmung des wirksamen Mittelwertes würde ein wahres Wirrsal von Rechnungen ergeben.

Wir wollen daher einen einfachen und doch ziemlich gut hintreffenden Näherungsweg einschlagen. Wir denken zunächst nur jenen Teil genutet, der das magnetisierende Feld erzeugt. Wie diese Nutung die Luftspaltinduktion beeinflußt und ein mittleres Feld B_{m_1} einstellt, haben wir bereits in Abschnitt 2 berechnet. Der Zeiger 1 soll anzeigen, daß nur die eine Nutung berücksichtigt ist. Wir wenden jetzt auf dieses mittlere Feld genau dieselben Formeln an, wie in Abschnitt 2 auf das ursprüngliche Feld B_{max}, um die sekundäre Nutung berücksichtigen zu können. Es entsteht also jetzt statt (13) für das wirkliche Luftspaltfeld

$$B = B_{m_1} - B_{n_2} = \left[1 - 2\,\beta_2 \sin^{2n_2}\left(\frac{x\pi}{t_2}\right)\right] B_{m_1}, \qquad (23)$$

und der Fluß einer Nutteilung des sekundären Teiles ist, da die Integrationen die gleichen bleiben, sofort nach (14) anzuschreiben als

$$\varphi_{t_2} = t_2 (1 - \tau_2 \beta_2) B_{m_1}; \quad \ldots \ldots \quad (24)$$

Daraus ergibt sich leicht die mittlere Induktion für doppelseitige Nutung

$$B_m = \frac{\varphi_{t_2}}{t_2} = (1 - \tau_2 \beta_2) B_{m_1}. \quad \ldots \ldots \quad (25)$$

Die Vereinigung dieser Formel mit (16), wenn dort B_m sowie τ und β mit dem Zeiger 1 versehen werden, als für den primären Teil der Maschine geltend, liefert endlich

$$B_m = (1 - \tau_1 \beta_1)(1 - \tau_2 \beta_2) B_{max}, \quad \ldots \quad (26)$$

so daß sich der gemeinsame Nutungsfaktor

$$k_{12} = \frac{1}{(1 - \tau_1 \beta_1)(1 - \tau_2 \beta_2)} = k_1 k_2 \quad \ldots \quad (27)$$

ergibt. Er wird also einfach als Produkt der Teil-Nutungsfaktoren erhalten.

R. Richter gelangt in seinem Buche[12] auf das gleiche Näherungsergebnis, allerdings auf ganz anderem Wege.

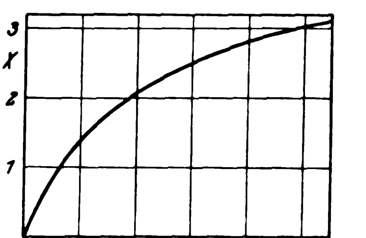


Abb. 4. Die Funktion X nach Arnold zur Berechnung des Nutungsfaktors.

Auch die empirische Formel von Ossanna (20) wird bei doppelseitiger Nutung auf jeden Teil getrennt angewendet und dann das Produkt der beiden Faktoren gebildet[13].

Nach Arnold[14] ist jedoch der Luftspalt im umgekehrten Verhältnis der Öffnungen aufzuteilen und dann für die Teilluftspalte und jede Nutung der Nutungsfaktor nach (18) zu berechnen, wobei der resultierende Faktor dann durch die Summe

$$k_{12}'\,\delta = k_1'\,\delta_1 + k_2'\,\delta_2 \quad \ldots \ldots \quad (28)$$

dargestellt wird. Dabei sind, wie erwähnt,

$$\delta_1 = \frac{o_2}{o_1 + o_2}\,\delta, \quad \delta_2 = \frac{o_1}{o_1 + o_2}\,\delta, \quad \ldots \quad (29)$$

und für die Verhältnisse $\frac{o_1}{\delta_1}$ und $\frac{o_2}{\delta_2}$ ist die Funktion X aus Abb. 4 (bei Arnold Abb. 31) zu entnehmen.

Wenn wir von dieser Einzelabweichung bei Arnold absehen, so ist durchweg die Bestimmung des Nutungsfaktors für doppelseitige Nutung als Produkt der Teilnutungsfaktoren üblich, und wir werden für praktische Rechnungen auch bei dieser Methode bleiben, die sich nach Obigem einfach begründen läßt.

[12] Wie Fußnote 2, S. 179.
[13] S. Fußnote 8, S. 318.
[14] Wechselstromtechnik Bd. 5, die Induktionsmaschinen, Berlin 1909. Unv. Neudruck 1923. Verlag Julius Springer, S. 42.

Der Grundgedanke der Kirchenbeleuchtung.

Von Dipl.-Ing. **C. Dott**, Augsburg.

Übersicht. Es wird versucht, die Hauptstilarten der Innenräume von Gotteshäusern zu skizzieren und aus der Raumstimmung die Grundgedanken für die künstliche Beleuchtung zu folgern. Gerade diese Stimmungsbeleuchtung erfordert die Zusammenarbeit von Architekt und Lichtingenieur.

Der Lichttechniker kommt allmählich dem Begriff der Raumbeleuchtung näher und wendet die Gegenstandsbeleuchtung nur bei der reinen Arbeitsbeleuchtung an. Die Raumbeleuchtung ist eine Stimmungsbeleuchtung, deren Grundzüge Herr Prof. Freese[1] auf dem 6. Jahrestag der Lichttechnischen Gesellschaft Karlsruhe, Juli 1927, näher umrissen hat. Bei der Stimmungsbeleuchtung wird unterschieden in Wohn- und Festräume, die nach ihrem Wesen verschiedenartige Lösung erfordern. Es wird auch darauf hingewiesen, daß die Stimmungsbeleuchtung sich nicht der natürlichen Raumbeleuchtung anpassen muß, sondern bei der künstlichen Beleuchtung bewußt andere Wirkung verlangt wird. Dies trifft besonders bei Festräumen zu, deren Gestaltung oft nur auf künstliche Beleuchtung abgestimmt ist.

Unter den Stimmungsbeleuchtungen ist nun die künstliche Beleuchtung von Kirchen die schwierigste. Die Mittel für diese Raumbeleuchtung sind beschränkter, da das Gesicht des zu beleuchtenden Raumes die Seele der Bauperiode widerspiegelt. Für die künstliche Kirchenbeleuchtung ist, entgegen den weltlichen, repräsentativen Innenräumen, die Stimmung bei Tageslicht das Vorbild, da es dem Baukünstler meist auf die Tages-Raumwirkung bei der Gestaltung ankam. Das Raumgefühl des Architekten ist bei Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Baustoffe und Bearbeitungsmethoden der Widerhall der jeweiligen Weltanschauung.

Es sei daher in folgendem versucht, dem religiösen Empfinden der Kirchenbauer der einzelnen Stilarten nachzugehen, um daraus Hinweise für die künstliche Beleuchtung folgern zu können. Die Weltanschauung und das Zeitgefühl beeinflussen die Bauformen, welche in zwei Hauptgruppen unterteilt werden können.

[1] Die Lichttechnik 1927, H. 11, S. 125.



a) Romanische und gotische Kirchen.

Im 11. bis 12. Jahrhundert schufen Mönche als Kirchenbauer den romanischen Stil. Breit gefügte Quadern mit behäbig gespannten Bogen bilden den Kirchenraum. Verwachsensein mit der Erde, feststehend zur Kirche und am Glauben haltend. Eine gewisse Erdenschwere kennzeichnen den Menschen dieser Zeit, der ruhig gläubig seinem Gott dient und zum Lobe des Schöpfers die Gotteshäuser baut. Der innere Schmuck ist sparsam verteilt, die figürlichen Malereien und Skulpturen zeigen naive Formen mit einfachem Mantelwurf. Der Kirchenraum (Hallengrundriß) wirkt beruhigend auf die Andächtigen.

Der gotische Künstler macht sich von der Erdenschwere des Romanischen frei. Die Säulen und Tragpfeiler werden entmaterialisiert; gigantische Bogen, deren Tragfähigkeit kaum glaubhaft, gespannt. Alle Teile streben nach oben, um Gott möglichst nahe zu kommen und am lautesten zu preisen. Der plastische Schmuck wird beschwingt, frei von Schwere, rhythmisch angelegt, auslaufend in Spitzen und flüssig anreihenden, blumenartigen Verzierungen. Die Altäre sind reicher gegliedert, fast das Modell eines zum Himmel strebenden Domes. Reich besetzte Türmchen, um dadurch gleichfalls das Emporschwingen zum Schöpfer zu zeigen, und das Halleluja möglichst hoch hinaufschmettern zu können.

Als Ergänzung der seelischen Momente für die Stimmung des Kirchenraumes wäre noch die Grundrißanordnung als konstruktiver Teil zu erwähnen. Bei den katholischen Gotteshäusern — den mystischen unter allen — befindet sich der Hoch- oder Hauptaltar auf der Ostseite. An diesen schließt sich nach Westen die Basilika (romanisch) oder das Langhaus (gotisch) an. Bei beiden Baustilen sind noch Seitenchöre an die Basilika oder Seitenschiffe an das Langhaus angegliedert.

Die Raumstimmung wird nur bei entsprechender Tageslichtbeleuchtung, richtiger Anordnung der Fenster und Farbgebung des Raumes erzielt. Die Fenster sind an den Längsseiten — nach Norden und Süden — ziemlich hoch über Flur angeordnet. Das einflutende Tageslicht wird teilweise reflektiert, hebt die Fliesen, die Tragpfeiler, Bogengänge, Kapitelle und Ornamente durch Streiflichter und Schlagschatten hervor. In den Vierungen und an der Decke verdämmert das Licht. Decke und Wände sind meist in mittleren Farbtönen gehalten; trotzdem wirkt die Decke dunkler als die Wände. Der Raum erscheint dadurch höher, was der Architekt aus der Weltanschauung des gotischen Menschen — das Aufstreben zum Schöpfer — erreichen will. Einfallende Sonnenstrahlen setzen Glanzlichter auf Säulen, Kapitelle und Altäre; die Farbenreflexe und Schattigkeit erhöhen die malerische Wirkung. Diese Raum- und Lichtstimmung muß das Vorbild für die künstliche Beleuchtung sein.

Als Beleuchtungstärke sind etwa 15 Lux ausreichend, da die Andächtigen nur ab und zu den Text der Gesänge oder der Gebete nachsehen. Wohl ist es zweckmäßig, die Beleuchtungstärke des Langhauses vor dem Altar größer zu wählen, um auch auf die Kulthandlung — besonders in katholischen Kirchen — durch das Licht als Stimmungsmoment hinzuweisen. Es werden im Langhaus über jeder Bankseite Geleuchte mit Lichtverteilungskurve etwa 30° in die obere Hemisphäre in etwa 3...4 m Höhe über Flur vorgeschlagen. Das vorwiegend tiefstrahlende Geleucht[2] soll ausreichendes Licht in etwa 1,3 m Höhe über Flur auf die Bankreihen geben und gleichzeitig Licht nach dem oberen Raumteil etwa bis zu 30° senden, um die oberen Wandteile aufzuhellen und verdämmerndes Licht auf die Decke zu werfen, die durch ihr reflektierendes Licht die Stimmung erhöht. Zur Erzielung einer großen Gleichmäßigkeit ist die Lampenzahl unter Beachtung der erforderlichen Beleuchtungstärke zu bestimmen. Durch Versuche muß nach diesen Gesichtspunkten die Aufhängehöhe der Geleuchte bestimmt, jedoch beachtet werden, daß zur Vermeidung von Blendung und Blickfang nach Osten (Altar) eine Höhe von etwa 2,5 m über Flur nicht unterschritten wird. Auf eine kleine Flächenhelle — Verwendung getrübter Überglocken — wäre zu achten.

In Angleichung an das einflutende, zerstreute, durch die bunten Glasfenster oft gefärbte, natürliche Tageslicht sind bei der künstlichen Stimmungsbeleuchtung gefärbte Glühlampen (gelb und mattrosa) oder entsprechend gefärbte, getrübte Übergläser zu verwenden.

Durch in einem der oberen Fenster auf der Nord- oder Südseite angeordneten Scheinwerfer, mit Lichtkegel nach dem Altar oder nach einer malerischen Bildgruppe, läßt sich für Festtage die vorher angedeutete effektvolle Tageslichtstimmung nachahmen.

Die Seitenschiffe werden, sofern sie nicht ausreichendes Licht vom Hauptschiff erhalten, mit zusätzlicher Verkehrsbeleuchtung versehen. Als Beleuchtungstärke dürften 3...5 Lux ausreichen, da der Raum bei abendlichen Umzügen an hohen Festtagen (Auferstehungsfeier usw.) im Halbdunkel sein soll.

Die Geleuchte sind nach lichttechnischen Gesichtspunkten bestimmt. Der Künstler müßte nun das Geleucht in sakraler Form dem jeweiligen Baustil anpassen.

b) Kirchen der Renaissance, des Barock und Rokoko.

In der Renaissance und den daraus entwickelten Baustilen — Barock und Rokoko, dem Rausch der Renaissance — bewegt sich der Künstler von ruhiger Gestaltung bis zu einem Überschwang der Formen. Die Grundrißanordnung weicht von der gotischen Raumeinteilung ab. Die Altäre sind mehr in der Breite angelegt und haben beschwingte, meist vergoldete Säulen. Die Wände sind in hellen Tönen gehalten und die Fenster ohne bunte Verglasung, so daß die Sehnsucht nach Licht zum Ausdruck kommt. Die Wände, Decken und Bogen strahlen in einer Symphonie von Licht, das sich von allen Seiten einfallend wie ein Wasserfall ergießt. Die Skulpturen sind sehr formenreich, vergoldet und von beschwingtem Rhythmus. Die Madonnen sind weltlicher, mit faltenreicher, graziöser Gewandung. Der Künstler gibt in seiner Raumstimmung einen frohen, laut bekennenden Glauben wieder, der in seiner frischen, festlichen Weise Gott lobpreist. Das sonnige Gemüt, das freimütige Bekennen zum Glauben und das treue Dienen dem Herrn zeigt sich in einer glanzvollen Ausstattung und einem auf starke Wirkung abgestimmten Ton des Gotteshauses.

Der Renaissancemensch ist im Gegensatz zum gotischen ein nach Lichtfülle trunkener Mensch. Licht, viel Licht, Lichtstrahlen zum Schöpfer sind die Ausdrucksform seiner Weltanschauung.

Die Tageslichtfülle des Raumes erfordert bei der künstlichen Beleuchtung größere Lichtmengen als beim gotischen Raum; vor allem aber Licht an der Decke. Es wird daher indirekte Beleuchtung empfohlen. Die Geleuchte — kleine Vouten-Scheinwerfer mit mattiertem Überglas — werden versteckt auf den Gesimsen eingebaut. Auf die Möglichkeit des Auswechselns der Lampen müßte hierbei geachtet werden. Das weiche, schattenlose, den Raum durchflutende Licht muß zur Erhöhung der malerischen Wirkung mit direktem Licht vermischt werden, um die Gesimse, Pilaster und Skulpturen plastisch hervorzuheben und dadurch zu beleben. Es werden in Höhe der oberen Fenster oder über den Gesimsen direkte Geleuchte mit mattiertem Glas möglichst in die Wand eingelassen, die das Licht nach unten werfen. Für Festtage läßt sich die Stimmung durch den Einbau von Scheinwerfern in der Kuppel, deren Lichtkegel eine Plastik oder einen Altar hervorheben, erhöhen. Bei dieser Lösung sind die sonst üblichen und oft raumstörenden sowie den Raum auseinanderreißenden Geleuchte vermieden. Bei geschickter Anordnung läßt sich ein lichtdurchfluteter Raum ohne sichtbare Lichtquellen erzielen. Es gibt hierfür keine Regeln, sondern nur Richtlinien. Die Anordnung muß von Fall zu Fall aus dem Charakter des Bauwerkes in Zusammenarbeit von Architekt und Lichtingenieur erfühlt werden.

Außer der Basilika, dem Langhaus oder dem Mittelschiff ist noch der Hochaltar mit dem Chor und die Kanzel besonders zu behandeln.

Für die Altarbeleuchtung ist die Liturgie mitbestimmend. Das Meßopfer wird meist am Hochaltar dargebracht. Die Liturgie bedingt, daß die Andächtigen der Kulthandlung am Altar folgen können. Es muß der Altar sehr gut beleuchtet und die Blickrichtung der Beter frei von blendendem Licht im Langhaus sein. Durch Pfeiler, Bogen oder Säulen ist der Chor meistens vom Schiff getrennt und dadurch besonders betont. An diesen werden kleine Anleuchter angebracht. Die Lichtquelle muß vom Schiff aus unsichtbar und ohne Blendung für den Geistlichen in der Blickrichtung nach dem Schiff sein. Die Beleuchtungstärke ist der Stimmung des Altars (weiße oder goldene oder bunte Bemalung) anzupassen und durch Versuche zu bestimmen.

Auf der Kanzel ist die Erscheinung des Redners so hervorzuheben, daß die Rhetorik mit der Geste den Kontakt zwischen dem Vortragenden und den Zuhörern ergibt. Durch ein rampenartiges, am Fußboden der Kanzel eingebautes Geleucht wird unter Vermeidung von Blendung die Gestalt des Geistlichen von Licht umflutet und zugleich eine suggestive Wirkung erzielt. Die Kanzel er-

[2] Unter anderen sei auf Körting & Mathiessen, Preisliste 1928, S. 7, Doppelkegelleuchte verwiesen.



hält gleichzeitig noch Licht vom Langhaus (Mittelschiff), so daß durch das untere Rampenlicht keine verzerrenden Schatten zu befürchten sind. Zum Lesen läßt sich auf der Pultfläche eine verdeckte, abgeblendete, drehbare Röhrenlampe vorsehen.

Es wäre ein Wagnis, das heutige Weltgefühl im Rahmen dieser Zeilen skizzieren zu wollen. Erkennt man die Bauformen als Ausdrucksmittel der jeweiligen Weltanschauung an, so darf man trotz des jetzigen Chaos einige Gesichtspunkte herausschälen. Der heutige Mensch sucht in seinem Fühlen und Denken mit der Natur lebendige Verbindung. Es erklärt sich daraus sein Drang nach Sonne, Licht, Luft. Es muß zugegeben werden, daß in der jetzigen Übergangszeit das geistige, verinnerlichende Moment gegenüber dem Entfaltungsdrang des Körpers leider vernachlässigt wird.

Beim Zweck- und Wohnungsbau zeigt sich diese Auswirkung in den lichtflutenden Räumen, der Orientierung der wichtigsten Wohnräume nach Süden (Sonnenseite), der Anlage von Licht- und Luftbädern in Siedlungsbauten.

Weltgefühl — Licht, Luft, Sonne — und Material — Eisen, Beton, Glas — finden ihren Ausdruck in den neuen, profanen Monumentalbauten. Aus aufstrebenden Pfeilern, kühn gespannten Bogen, großen Glasflächen ergeben sich die eigenartigen Raumgebilde — die heutigen Fest-, Versammlungs-, Sport-, Ausstellungsräume. Sakrale Bauten wären in ähnlichen Formen denkbar. Das Tageslicht wäre hierbei mit das wichtigste Stimmungsmoment, eben aus dem Drang nach Licht und Sonne. Die künstliche Beleuchtung müßte dieser angepaßt werden, und ließen sich die Geleuchte, da es sich um Neubauten handelt, in Zusammenarbeit von Architekt und Lichttechniker in die Bauglieder künstlerisch und lichttechnisch — als unsichtbare, jedoch nach Erfordernis gerichtete Lichtquelle — einfügen. Als Beispiel dürfte auf den Entwurf zu einer Sternenkirche von Prof. Otto Bartning[3] hingewiesen werden.

Das Wesentlichste ist unter Beachtung der „Leitsätze der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft E. V." die Zusammenarbeit[4] von Architekt und Lichtingenieur, die als erster Prof. Dr. J. Teichmüller erkannt hat. Bei vorstehenden Ausführungen wurde auf die Eingliederung der Geleuchte in den Raum zur Erzielung der ästhetischen Wirkung Wert gelegt. Die künstlerische Lösung erfordert viel Verständnis, gute Einfühlung, Takt und Achtung vor dem Vorhandenen, um die Harmonie des Raumes nicht zu stören. Dies berührt wieder das Seelische beim Architekten und Lichttechniker. Die Voraussetzung für eine beiderseitige, gedeihliche Zusammenarbeit zur Lösung der gemeinsamen Aufgabe ist das gegenseitige Verstehen, das richtige Einschätzen des Könnens des einzelnen, das Näherkommen als Mensch zum Menschen. Das letztere ist meist das Primäre, aus dem sich die gemeinsame Begeisterung für die Schöpfung als das Sekundäre ergibt, um dann befruchtend auf die Arbeit zu wirken. Diese Verschmelzung schöpferischer Kraft findet sich oft zwischen Architekt und Bildhauer, wobei jeder das Beste zum Gelingen des Kunstwerkes gibt. Streben Lichtingenieur und Architekt nach dem gleichen Ziel, dann wird auch die gemeinsame Aufgabe gelingen wie bei den alten Domen, als der Baumeister und der Steinmetz mit einer Seele arbeiteten und erhabene Bauwerke schufen, die noch heute vorbildlich sind.

[3] Moderne Kuppelbauten. Von Stadtbaudirektor G. A. Platz, Mannheim. Die Koralle 1927, H. 9.

[4] Die Stellung des Architekten zur Lichttechnik. Von Prof. Dr. J. Teichmüller. Baufach u. Meßgerät 1925.

Die neuen Laboratorien und Prüffelder der A. G. Kabelwerk Duisburg.

Von Obering. Dr. **H. W. Birnbaum**, Duisburg.

Übersicht. Es werden die neuen Prüffelder der A. G. Kabelwerk Duisburg beschrieben. Sie bestehen aus einem Betriebsprüffeld für 150 kV und einem Höchstspannungslaboratorium für 500 kV. Die für den Bau und die elektrischen Einrichtungen maßgebenden Gesichtspunkte werden dargelegt.

Die ungewöhnlichen Fortschritte der Höchstspannungskabeltechnik in den letzten Jahren — es sei besonders der Name Martin Höchstädter[1] genannt — veranlaßten die A.G. Kabelwerk Duisburg, Anfang 1925 ihre bereits bestehenden Einrichtungen und Laboratorien noch weiter auszubauen und zu ergänzen. Es soll hier eine kurze Beschreibung der neuen Laboratorien und Prüffelder gegeben werden, die seitdem entstanden sind. Aus organisatorischen Gründen wurde unterschieden zwischen einem Prüffeld zur betriebsmäßigen Prüfung und Abnahme der Halb- und Fertigfabrikate sowie einem rein entwicklungstechnischen Höchstspannungslaboratorium, das ausschließlich für Versuche zur wissenschaftlichen und technischen Weiterentwicklung bestimmt ist.

Betriebsprüffeld für 150 kV.

Für die laufenden betriebsmäßigen Prüfungen und Abnahmemessungen reicht eine Prüfspannung von 150 kV aus; mit einer Leistung von 450 kVA ist man in der Lage, auch größere Längen zu prüfen. Bei der hier beschriebenen Anlage ist diese Leistung auf drei Transformatoren verteilt, die parallel oder in Stern (Drehstromprüfungen an Kabeln) geschaltet werden können. Zur Speisung der Transformatoren ist ein besonderer Maschinensatz aufgestellt, wodurch zu große Blindströme für das Netz vermieden werden. Die Hauptdaten dieses Satzes sind folgende: Offener Drehstrommotor für 85 kW mit direkt gekuppeltem, 50periodigem Drehstromgenerator 500 V, 750 kVA (3phasig) oder 500 kVA (1phasig). Die Änderung der Prüfspannung geschieht durch Regelung der Gleichstromerregung des Generators.

Das Prüffeld fand in einer bereits vorhandenen Halle mit Kranbahn Aufstellung, wo es sich sehr gut in den Fabrikationsgang eingliedert. Die Prüfboxen, die zunächst eine Grundfläche von 150 m² besitzen, lassen sich im Bedarfsfalle ganz erheblich erweitern. Abb. 1 zeigt einen Blick auf das Prüffeld. Neben dem Maschinenhaus, in welchem sich außer den Transformatoren noch der Maschinensatz und die Sicherheitseinrichtungen befinden, ist ein Meßzimmer errichtet, welches das Schaltpult zur Bedienung der Anlage sowie die Brücken zur Verlust- und Widerstandsmessung, Meßplätze für Kapazität, Isolation usw. enthält. Die Messung der Hochspannung erfolgt mit Luftkondensator und Glühkathoden-Gleichrichter, eine Einrichtung, wie sie auch im später zu beschreibenden Höchstspannungslaboratorium vorhanden ist. — Die gesamte elektrische Anlage wurde von der AEG geliefert.

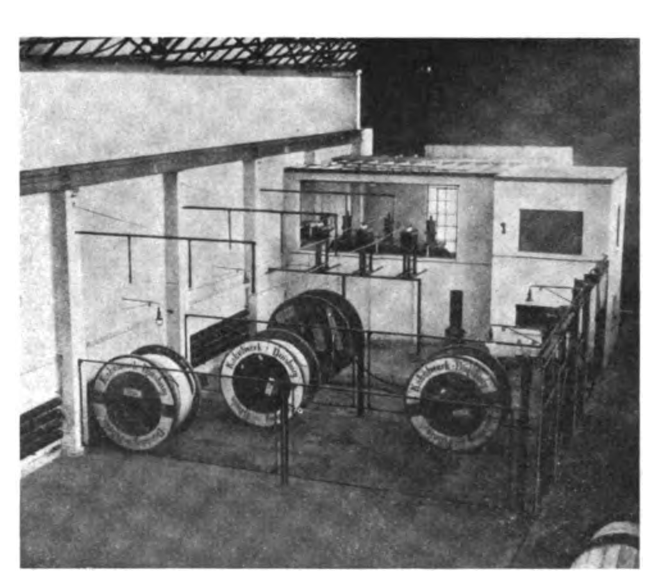


Abb. 1. Betriebsprüffeld, 150 kV, 450 kVA.

[1] DRP 288446 u. a.; ETZ 1915, S. 617.

Höchstspannungslaboratorium.

Für das Höchstspannungslaboratorium wurde eine Prüfspannung von 500 kV vorgesehen. Die Höhe dieser Spannung erscheint im Hinblick auf die gegenwärtige und weitere Entwicklung der Kabeltechnik als ausreichend. Da es sich bei den Entwicklungsarbeiten meistens um Versuche an kürzeren Kabelstücken und Proben handelt, genügt eine Leistung von 150 kVA.

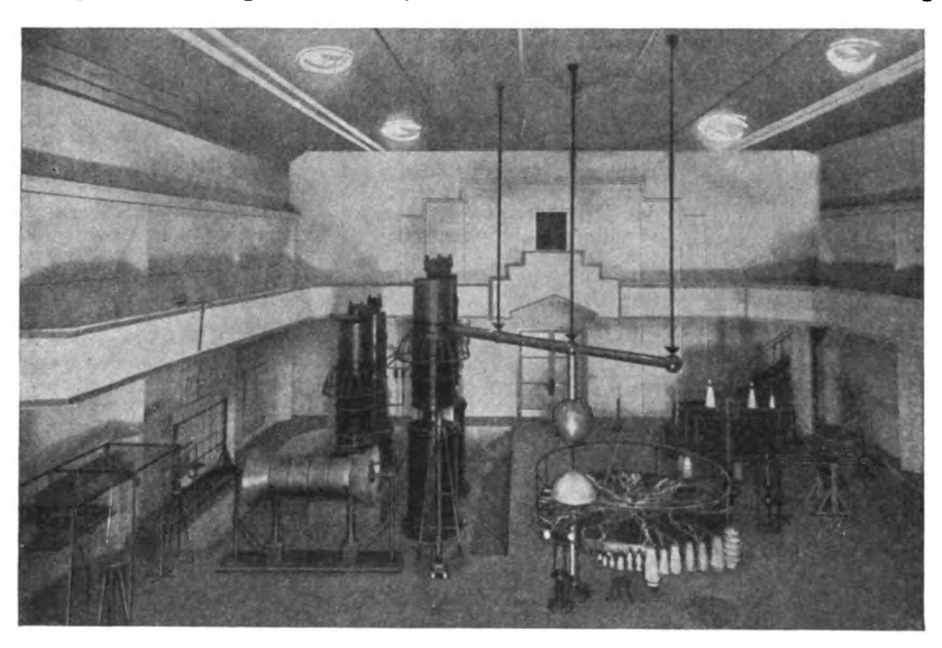


Abb. 2. Höchstspannungslaboratorium. 500 kV, 150 kVA.

Bauliche Einrichtungen. — Der Raumbedarf für das Laboratorium ergab sich aus der Höhe der Spannung und der Größe der Versuchsobjekte. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß es sich bei Kabelversuchen meist um Objekte von erheblicher räumlicher Ausdehnung handelt, ferner müssen die Objekte frei und in genügenden Abständen von allen anderen Gegenständen aufgestellt sein. Die Transformatoren selbst benötigen eine erhebliche Grundfläche und auch die Beobachter sollen im Raum sich ungefährdet bewegen können. Das Laboratorium besteht daher aus einer einzigen großen Halle in unmittelbarer Nähe der bereits vorhandenen Laboratorien von einer Grundfläche von 18,2×23 m und einer lichten Höhe von 9 m (Rauminhalt rd. 3800 m³). An der Schmalseite der Halle sind die Transformatoren etwas versenkt aufgestellt. Die Platzeinteilung ist folgende: Die eine Hälfte des Laboratoriums dient zur Spannungserzeugung, die andere Hälfte ist als eigentlicher Versuchsraum gedacht. Zum Transport von kleineren Versuchsgegenständen beherrscht ein 8 t - Kran die ganze Halle, mit dem auch nach Abnahme der Kugelfunkenstrecke Montagearbeiten an den Spannungswandlern vorgenommen werden können. Es können auch mit aufziehbaren Vorrichtungen kleinere Objekte an Haken aufgehängt werden, die über die ganze Decke regelmäßig verteilt sind. — Fenster sind nicht vorhanden. Der Raum läßt sich daher durch Ausschaltung der Beleuchtung zur bequemen Beobachtung aller Hochspannungsvorgänge rasch verdunkeln. — Da alle Hochspannungsversuche meist mit starker Ozonentwicklung verbunden sind, erfolgt die Beheizung im Winter mit warmer Frischluft. Im Sommer kann die Anlage ebenfalls zur raschen Durchlüftung des Raumes verwendet werden. — Unter Putz ist das ganze Gebäude mit einem weitmaschigen geerdeten Drahtnetz bekleidet, das zur Festlegung des Feldes im Innern dient und auch alle Ladungen von den Wänden abführt. Zum Transport größerer Versuchsobjekte führt von außen durch Doppeltüren eine besondere Gleisanlage in das Laboratorium, auf der mit Spezialwagen größere Gewichte bis zu 30 t bewegt werden können. Das ganze Laboratorium ist in halber Höhe mit einer Galerie umzogen, von der aus alle Hochspannungsvorgänge ungefährdet beobachtet werden können.

Die elektrischen Einrichtungen. — Die Prüfspannung (500 kV, 150 kVA) wird von Trocken-Prüftransformatoren erzeugt. Gegenüber Öltransformatoren besitzt diese Type erhebliche Vorteile durch gute Übersichtlichkeit, leichte Zugänglichkeit aller Teile, gute Kontrollmöglichkeit der Hochspannungsvorgänge an den Transformatoren selbst, durch Sauberkeit und nicht zuletzt durch Preiswürdigkeit. Die Firma E. Haefely A. G. in Basel lieferte zwei Stück einer schon oft ausgeführten Type in Stufen-Schaltung. Die Transformatoren können auch parallel geschaltet werden, so daß sich verschiedene Kombinationen ergeben. Das Gewicht eines Transformators beträgt einschließlich der isolierten Aufstellung rd. 1000 kg, die Schenkelhöhe des eigentlichen Transformators 3,8 m, die Gesamthöhe beider Transformatoren 5,9 m. Die Strombelieferung für den Transformatorensatz erfolgt durch einen Einphasen - Wechselstromgenerator für 500 V mit Gleichstromerregung. Die Prüfspannung wird durch Regelung der Gleichstromerregung geändert. Der Maschinensatz ist in einem benachbarten Raum aufgestellt, so daß Maschinengeräusche nicht stören können.

Für die Spannungsmessung ist einmal eine Kugelfunkenstrecke vorhanden (750 mm Kugeldurchmesser). Die Funkenstrecke ist nun aber von der Firma Haefely so durchgebildet worden, daß sie auch als Maximalwert - Meßeinrichtung dienen kann. Die untere Halbkugel besitzt einen Meßkreisausschnitt mit geerdetem Schutzring. Die Wirkungsweise ist folgende: Bei genügend großem Abstand beider Elektroden erfolgt kein Überschlag. Der Ladestrom, der über den Luftkondensator (Meßkreisausschnitt und obere Kugel) fließt, wird durch einen Glühkathoden - Gleichrichter gleichgerichtet und dann mit einem Gleichstrom-Milliamperemeter gemessen. Hieraus läßt sich dann leicht der Scheitelwert der Spannung berechnen. Bei dieser Meßmethode ist die Spannungsmessung wie bei einem gewöhnlichen Voltmeter ständig während des Versuchs möglich, während bei der Funkenstrecke bekanntlich der Spannungswert jedesmal durch Herbeiführen eines Überschlages ermittelt werden muß. Die gleiche Einrichtung ist, wie erwähnt, auch für das Betriebsprüffeld für 150 kV vorhanden.

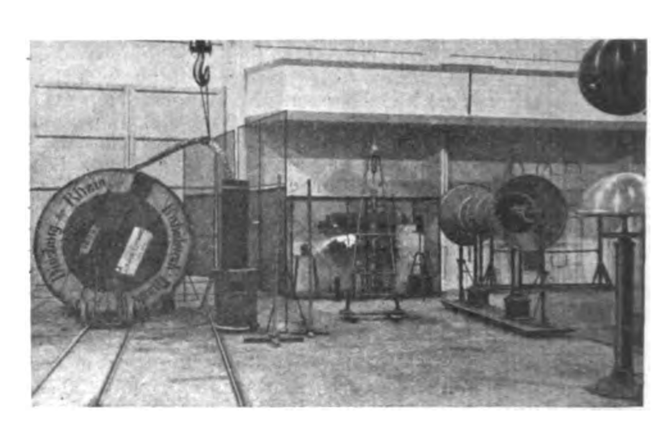


Abb. 3. Meßplatz für dielektrische Verlustmessungen.

Neben dem 500 kV-Transformator fand eine Transformatorengruppe zu 200 kV der Firma Koch & Sterzel Aufstellung. — Alle Schaltorgane für Umschaltung usw. befinden sich zentral an einer großen Schalttafel. Auf ihr sind ferner vereinigt die Regeleinrichtungen für den Erregerstrom, die Maximalschalter, Volt- und Amperemeter, die Schalter für die Beleuchtungsanlage, die Gleichrichtereinrichtung für die Hochspannungsmeßanlage usw. Um dem Bedienungspersonal unnötige Gänge zu ersparen, befindet sich die Schalttafel nicht auf der Galerie, sondern zur ebenen Erde. Es ist vorgesehen, mit einem Durchführungsisolator die Hochspannung für Versuchszwecke ins Freie und in die anderen Prüfräume zu führen. Abb. 2 gibt einen Blick von der Galerie aus

(Schmalseite) in das Laboratorium. Man sieht links die Lufttransformatoren für 500 kV, in der Mitte die Kugelfunkenstrecke, rechts die Transformatoren für 200 kV. Auf der linken Seite ist der weiter unten beschriebene Meßplatz für Verlustmessungen sichtbar. In der Mitte am Boden befindet sich eine 4 m große Platte aus Isoliermasse; sie dient zur hochspannungsicheren Aufstellung von Versuchsobjekten. Während der Aufnahme des Bildes wurde mit der 500 kV-Gruppe eine Oberflächenentladung auf dieser Platte eingeleitet, die auf dem Bilde gut zu sehen ist. — Alle Zuleitungen zu den Transformatoren, Apparaten und Maschinen sind in begehbaren Kabelkanälen verlegt, die sich sternförmig in der Mitte des Laboratoriums treffen.

An besonders bemerkenswerten Einrichtungen besitzt das Laboratorium einen Meßplatz zur Bestimmung der dielektrischen Verluste an Kabeln bei Hochspannung nach Barbagelata-Emanueli[2]. Die hierfür benötigten Wasserwiderstände sind an der Wand unter der Galerie in Abb. 2 und 3 sichtbar. Weiter ist vorhanden ein Meßplatz zur dielektrischen Verlustmessung an Ölen[3] sowie eine Brücke nach Schering[4] zur Verlustmessung an Kabeln. Als Vergleichskondensatoren dienen für die Messungen Petersen-Kondensatoren oder auch Minosflaschen der Firma Schott & Gen., Jena. Um die letzteren auch bei größeren Spannungen verwenden zu können, sind vier solcher Minosflaschen pyramidenförmig in einem Gestell aus Hartpapierrohr zusammengebaut. Hierbei hat man durch Verwendung von geschlossenen Minosflaschen übrigens den Vorteil, daß das Öl in den Flaschen im Laufe der Zeit nicht verschmutzt. Abb. 3 zeigt die gesamte Anordnung einer Verlustmessung. Die besonders zugerichteten Kabelspitzen befinden sich in großen Hartpapiergefäßen unter Öl. Zur besseren elektrischen Abschirmung sind alle eigentlichen Meßinstrumente in einem Drahtkäfig untergebracht, in dem sich auch der Beobachter aufhält. Zur Erzeugung von hochgespanntem Gleichstrom für Kabelprüfungen ist weiterhin noch ein rotierender Gleichrichter für Spannungen bis zu 200 kV vorhanden (Abb. 2, rechts vor der 200 kV-Gruppe).

Mit den beschriebenen elektrischen Einrichtungen sind die Laboratorien so ausgerüstet, daß sie wohl allen Anforderungen, die in absehbarer Zeit an das Werk herantreten, werden genügen können.

[2] L'Elettrotecnica Bd. 9, Nr. 22.
[3] Birnbaum, ETZ 1924, S. 229.
[4] Arch. El. Bd. 9, S. 30; Z. Instrumentenk. Bd. 41, S. 139.

Die südrussische Industrie, ihr Zustand und Aufbau.

Von Oswald **Zienau**, Berlin.

Übersicht. Der zur Zeit wieder Rußland bereisende Verfasser gibt hier eine kurze Darstellung der industriell-wirtschaftlichen Verhältnisse im Donezgebiet, die unsere Leser angesichts des sog. „Schachty"-Prozesses interessieren dürfte.

Die großen Industriereviere der Sowjetunion sind gleich Inseln, die schroff und unvermittelt aus einem unabsehbaren Meere agrarischer Wirtschaftsgebiete emporragen. Neben dem bekannteren südrussischen und dem Industriegebiet des Urals sind noch andere von nicht geringerer Wirtschaftsbedeutung in der Union zu finden: so die große Erdölindustrie auf der Halbinsel Apscheron bei Baku (Aserbeidshan) und die Manganerzförderung im Tschiaturybecken (Georgien), wenn wir uns auf die Benennung dieser Europa noch nahegelegenen Industriegebiete beschränken und von der industriellen Charakterisierung Ostsibiriens hier absehen wollen. Wie vielfach und von welchem enormen Umfange die mineralischen Vorkommen als Basis dieser verzweigten Industriewirtschaft sind, darüber im einzelnen sich hier auszulassen, würde zu weit führen; die Reichhaltigkeit der Bodenschätze in der Sowjetunion ist sprichwörtlich geworden und rückt auch den Sowjetstaat in die Reihe der Länder mit „unbegrenzten Möglichkeiten".

Die peinlichen Vorgänge in Südrußland, wo unter Außerachtlassung vernunftgemäßer Erwägungen und vertraglicher Abmachungen deutsche Techniker verhaftet worden sind, lassen das südrussische Industriegebiet, den „Donbaß" zum besonderen Gegenstande des öffentlichen Interesses werden, lenken die Aufmerksamkeit auf dessen Bedeutung, den Zustand seiner Werke und den seit einigen Jahren in Angriff genommenen allgemeinen industriell-wirtschaftlichen und betriebstechnischen Auf- und Ausbau im „Donbaß".

Das südrussische Industriegebiet, daß der SSR. Ukraine zugehört, umfaßt einen Flächeninhalt von etwa 46 000 km², ist also vergleichsweise zehnmal größer als das deutsche Ruhrgebiet. Zwischen Charkow und Rostow am Don schneidet es der Hauptschienenstrang, und in dichter und unabsehbarer Folge schiebt sich Stadt an Stadt heran, die wie gegürtelt sind von einem engen Ringe hochragender Schlote, wo die stählernen Gerippe der Fördertürme und schweren Lastenkräne, die gigantischen Bauten der Hochöfen und lange Walzstrecken dem Stadtbilde die strenge Silhouette und dem Menschen einen unbarmherzigen Lebenssinn und -rhythmus geben.

Die gegenüber dem industriell-wirtschaftlich gleichfalls bedeutenden Uralgebiet hervorragendere Wirtschaftsbedeutung Südrußlands ergibt sich aus der Zusammenlagerung von Kohle und Erz. Im Vorkriegsrußland stellte das ukrainische Industriegebiet vier Fünftel der Kohleproduktion und zwei Drittel der Eisenerzeugung aller russischen Produktionsgebiete. Wurde 1913 die bergbauliche Gesamtgewinnung mit 29,05 Mill. t veranschlagt, so entfiel hiervon auf das Donezgebiet ein Förderungsanteil von 25,3 Mill. t; an Roheisenerz wurden 1913 insgesamt 9,11 Mill. t gefördert, wovon 6,88 aus dem südrussischen Erzrevier von Kriwoj Rog kamen. Um einen Begriff von der Mächtigkeit der Vorkommen dieses Gebietes zu geben, sei erwähnt, daß allein die Kohlenvorräte des Donezbeckens auf 55 Milliarden t geschätzt werden!

Ohne auf die Ursachen der jahrelang mißlichen Produktionsergebnisse und des mangelhaften betriebstechnischen Zustandes der südrussischen Schwerindustrie eingehen zu wollen, läßt sich der hohe Grad der Zerrüttung dieser Industriegruppe aus den charakteristischen Auslassungen zweier prominenter ukrainischer Wirtschaftsführer aufzeigen: Der eine hält das von Revolution und Bürgerkrieg Nachgelassene nur der gänzlichen Vernichtung für wert und nicht als Basis eines Aufbaus für geeignet, der andere bezeichnet die Hälfte der Betriebe als „kaputten Kram", man könne aber nur planmäßig und langsam wieder aufbauen. Wie stark die Kohlenförderung im „Donbaß" gesunken war, zeigt die Gegenüberstellung der Förderung von 1913 mit 25,3 Mill. t und der von 1920/21 mit 3,2 Mill. t, die dann aber in Etappen — 1921/22 sind es 7,2, 1922/23 8,1, 1923/24 12,1, 1924/25 12,4, 1925/26 19,6 und 1926/27 24,5 Mill. t — bis zum abgelaufenen Wirtschaftsjahre 1926/27 auf 96,8 % der Förderung von 1913 aufgestiegen ist. Ähnlich liegen die Produktionsverhältnisse für die südliche Eisenerzförderung, die gegenüber den 6,88 Mill. t von 1913 zu einer verschwindenden Menge in den Krisenjahren herabsank und selbst 1925/26 erst auf 2,32 Mill. t angewachsen war. Alles in allem ist die Wirtschaftsbedeutung der südrussischen Industrie für lange Jahre hinter der des Urals zurückgeblieben, der aber auch während eines Jahrfünft im Bereiche schärfster Interventions- und Bürgerkriege gelegen hat. Der russische Süden, der in der Vorkriegszeit 73 % Roheisen gegen nur 21 % im Ural förderte, war noch 1923/24 erst mit 37 % an der Roheisenförderung beteiligt, während der Ural 46 % des russischen Gesamtbedarfes deckte.

Der allgemeinwirtschaftliche und der industrielle Wiederaufbau in der Sowjetunion hat seit Beginn der neuen ökonomischen Politik („Nep") unverkennbare und bisweilen sehr beachtliche Fortschritte gemacht; keinem Menschen wird es mehr einfallen, das in diesen Jahren der Wiederherstellung und der Erneuerung Geleistete zu unterschätzen oder gar zu übersehen. Aber Anerkennung des Geleisteten bedeutet nicht das Ignorieren der ungeheuren Schwierigkeiten, der zahllosen und bis in die Gegenwart nicht abreißenden Hemmnisse dieses Wiederaufbauprozesses. Wie zermürbend und die besten Kräfte für wertvollere Aufgaben absorbierend solch unaufhörlicher Kampf mit der Materie und auch psychologischen Revolutionsfolgeerscheinungen ist, kann demjenigen, der dieses Ringen nicht mitangesehen hat, nur schwer verständlich gemacht werden. Allein die Zahl der Parolen, dem in der Sowjetunion wichtigsten Mittel erstrebter Massenbekämpfung jeglicher Übelstände, von der die eine die andere jagt, und deren Mehrzahl sich an die Industriearbeiterschaft wendet, um entweder die „Steigerung der Arbeitsleistung!" oder „Verbil-

ligung der Industriewaren!" und ähnliches durchzusetzen, läßt die Richtung dieses Kampfes und auch die Hartnäckigkeit des Objektes erkennen.

Das Bestreben der bolschewistischen Wirtschaftsführung, den industriellen Wiederaufbau und darüber hinaus die technische Modernisierung der Industrien mit ausländischer Kapital- und sonstiger Hilfe durchzuführen, datiert schon seit einigen Jahren. Hier- und dorthin hat die politische Führung der Sowjetunion durch Jahre hindurch ihre Fühler wegen solcher Kredite ausgestreckt und Konzessionslustigen nicht geringe Versprechungen und in Einzelfällen sogar auch annehmbare Verträge vorgelegt. Ein schweres und sorgenvolles Bemühen einer in der kapitalistischen Welt mit gewissem Odium belasteten Staatsführung; ein Bemühen, das viele, bisweilen unerwartete und sehr spürbare Mißerfolge begleiteten. Aber immerhin waren mit einer äußerlich scheinbaren innerpolitischen Stabilisierung und mit anscheinend fortschreitender Wirtschaftsgesundung auch Erfolge zu verzeichnen.

Praktisch-nüchtern führte langwierige Verhandlungsarbeit neben der deutschen Kreditgewährung auch zum Konzessionstyp der „technischen Hilfe" und zur besonderen Formulierung der Voraussetzungen für die Heranziehung ausländischer Spezialisten. So fanden russische Ingenieure in deutsche Werke und ihre deutschen Kollegen zu irgendwelchen Arbeitsleistungen in die Sowjetunion den Weg.

In der in der ersten Hälfte 1927 erlassenen „Verfügung über die Einladung ausländischer Spezialisten zur Tätigkeit in den dem Obersten Volkswirtschaftsrat unterstehenden Betrieben" sind genaue Vorschriften über die Bedingungen solcher Einladungen und die Nutzung der so gewonnenen Arbeitskräfte zu finden. Für die Gruppe 1, Hochqualifizierte Kräfte, lautet die Anweisung beispielsweise: „Nach Möglichkeit sollen ausschließlich hochqualifizierte Kräfte (Ingenieure, Techniker, Meister) zur Vervollkommnung vorhandener bzw. zur Einrichtung neuer Produktionszweige aus dem Auslande herangezogen werden. Eine Einladung ausländischer Spezialisten ist nur zulässig, sofern im Lande entsprechend geschulte Kräfte nicht vorhanden sind." Weitere (und für den vorliegenden Konflikt besonders wichtige) Vorschriften besagen: „Die Einladung von Spezialisten aus dem Auslande kann nur mit Genehmigung des Obersten Volkswirtschaftsrates der UdSSR. erfolgen..... Besondere Aufmerksamkeit haben die Wirtschaftsorgane darauf zu verwenden, daß die Arbeitskraft der eingeladenen ausländischen Spezialisten voll nutzbar gemacht wird. Die Betriebe haben zu diesem Zweck die Voraussetzungen zu schaffen, die eine produktive Arbeit der ausländischen Spezialisten gewährleisten und ihre Initiative anregen." Die Zahl der unter diesen Bedingungen und Voraussetzungen in die Sowjetunion hineingeholten hochqualifizierten Spezialisten betrug am 1. VI. 1927 genau 211; nach diesem Zeitpunkt erteilte der Oberste Volkswirtschaftsrat der UdSSR. für weitere 137 Spezialisten die Arbeiterlaubnis in Betrieben der Staatsindustrie. Damit sind rund 1 % des in der Sowjetunion beschäftigten ingenieurtechnischen Gesamtpersonals ausländische Spezialisten.

„Eine vom Obersten Volkswirtschaftsrat der UdSSR. unternommene Untersuchung hat ergeben, daß die ausländischen Spezialisten, von verschwindenden Ausnahmen abgesehen, durchaus ihren Aufgaben gewachsen waren. In einzelnen Fällen waren die erzielten Resultate sogar sehr beträchtlich." So eine Auslassung dieser Behörde, die erst in den letzten Monaten von 1927 veröffentlicht worden ist und sehr schlecht zu den Vorwürfen und Maßnahmen gegen die deutschen Techniker passen will!

Die letztjährigen Staatsbudgets der UdSSR. weisen ansteigende und nicht unbedeutende Summen für die Neuinstallierung der Staatsindustrie aus. Um ein dem Gegenstande der Abhandlung entsprechendes Beispiel zu geben, seien die für das Wirtschaftsjahr 1927/28 vorgesehenen Investierungen in der südrussischen Metallindustrie näher gekennzeichnet. Für Investierungen in das stehende Kapital der von der Planwirtschaft des ukrainischen Volkswirtschaftsrates erfaßten Betriebe sollen über 130 Mill. Rbl oder annähernd 50 % mehr als im Vorjahre aufgewandt werden. Es entfallen von dieser Gesamtsumme auf Erweiterung und Neuausrüstung bestehender Werke 66 Millionen und auf den Bau neuer Werke 26 Mill. Rbl; 80 % der Gesamtsumme kommen der südrussischen Hüttenindustrie zu. Der bedeutsamste Zuwachs der südrussischen Schwerindustrie ist der vorgesehene Bau der Kriwoj Rog-Hütte, die dem Plane nach 1931/32 die Produktion mit einer Belegschaft von 5150 Mann und einer Jahresleistung von rd. 0,7 Mill. t Roheisen und verschiedener Nebenerzeugnisse aufnehmen soll. In der ukrainischen bergbaulichen Industrie läuft der Prozeß der Produktionserweiterung vor allem auf die möglichst umfangreiche Mechanisierung des Fördervorganges hinaus. Vielfacher Handbetrieb und sehr veraltete mechanische Einrichtungen charakterisierten die Kohlenförderung im Donezbecken bis in das Jahr 1925 hinein. Von da an setzt dann die erstaunlich weitgehende Modernisierung des Förderbetriebes auf den Gruben des Donezgebietes ein, so daß bis jetzt die Zahl der schweren Schrämmaschinen um 458,8 %, die der leichten um 800 % und die der Transporteure um 466 % gestiegen sein soll. Erwähnt muß werden, daß an diesen Neuinstallierungen eine deutsche Firma in hervorragendem Maße mit Lieferungen, Beratungen und Aufstellungsarbeiten in den Gruben beteiligt ist.

Physikalische Untersuchung des Blutes.

Durch die Zusammenarbeit eines Mediziners und eines Physikers sind zwei neue Untersuchungen des Blutes mit Hilfe physikalischer Methoden möglich geworden[1]. U. a. wird auch die Herstellung der als „Höhensonnen" bekannten Quarzquecksilberlampen stark davon berührt. Das Licht einer Quecksilberlampe wird durch einen geeigneten Spektralapparat mit Quarzoptik spektral zerlegt. Eine hinter dem Austrittspalt dieses Monochromators angebrachte Quarzlinse sendet ein paralleles Lichtbündel in eine lichtelektrische Zelle. Deren elektrische Aufladung, die mit einem Fadenelektrometer gemessen wird, ist direkt ein Maß für die Intensität des einfallenden Lichtes. Setzt man nun in den Strahlengang vor die Zelle abwechselnd einen Quarztrog, der lediglich das Lösungsmittel, etwa physiologische Kochsalzlösung, enthält, und einen gleichen, in dem sich eine Lösung von Blut, oder von einzelnen seiner Bestandteile, befindet, so kann für jede Wellenlänge einzeln festgestellt werden, welcher Prozentsatz des einfallenden Lichtes vom Blut bzw. seinen Bestandteilen absorbiert und welcher durchgelassen wird. Soweit das Grundsätzliche der Apparatur. Von den Ergebnissen ist an dieser Stelle folgendes besonders interessant: Die Körperfarben sind ja nichts anderes als die Komplementärfarben derjenigen, die der Körper absorbiert. Ein Körper, der z. B. alles blaue Licht absorbiert, sieht gelb aus und umgekehrt. Die dunkelrote Farbe des Blutes läßt also von vornherein darauf schließen, daß gewisse, im grünen und noch kurzwelligeren Spektralgebiet liegende Strahlen von ihm absorbiert werden. Das ist auch wirklich der Fall. Die ersten, ziemlich schwachen, Maxima der Absorption liegen im Gelben und Grünen (bei ca. 575 und 542 μμ). Dann beginnt ein Absorptionsgebiet im Blauen bei etwa 475 μμ. Von hier steigt die von den Autoren nun genau festgelegte Kurve des Absorptionskoeffizienten ständig bis in das violette Gebiet an und erreicht bei 408 μμ, hart an der kurzwelligen Grenze des sichtbaren Spektrums, ein starkes Maximum. Wie wir jedoch dieser, auch in das ultraviolette Gebiet ausgedehnten Untersuchung entnehmen, beginnt hier, etwa bei 300 μμ ein neues Absorptionsgebiet und bei 248 μμ, also im Gebiet des kurzwelligen Ultraviolett, beginnt die Kurve steil nach oben anzusteigen. Nun kann ohne weiteres in Übereinstimmung mit allen Erfahrungen an photochemischen Prozessen angenommen werden, daß nur diejenigen Strahlen im Blute wirksam werden können, also zur Strahlentherapie geeignet sind, die wirklich von ihm absorbiert werden. Wenn auch gerade die kräftige Resonanzlinie des Quecksilbers bei 254 μμ liegt, so sind doch die anderen in diesem Gebiet auftretenden Linien des Quecksilberlichtbogens z. T. sehr wenig lichtstark. Im violetten Absorptionsgebiet liegt nur die Linie 404,7 μμ. Das sind Hinweise, die bei der Konstruktion der Lampen wichtig sein dürften. Es liegt nahe, zu versuchen, ihre spezifische therapeutische Wirksamkeit durch Zusätze anderer Metalle zu regeln und weitere Arbeiten in dieser Richtung werden vielleicht den Weg hierzu freimachen. Es sei noch erwähnt, daß nach den Autoren die Strahlentherapie auf die Hautoberfläche beschränkt ist. Denn definiert man als Eindringungstiefe die Schichtdicke des Blutes, die bereits 99 % der Strahlung absorbiert, so liegt sie für 680 μμ (rot) bei 1,7 mm, für 405 μμ (äußerstes violett) bei 0,05 mm, für 290 μμ (ultraviolett) bei 0,06 mm. Inbetreff weiterer interessanter Ergebnisse sei an dieser Stelle auf die Originalarbeiten verwiesen. *R. S.*

[1] R. Suhrmann und W. Kollath, Biochem. Z. 1927, Bd. 184, S. 216 und Strahlentherapie 1928, Bd. 27, S. 572.



RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Ein Freiluft-Wasserturbinengenerator. — Die Berkshire Power & Electric Co., Mass., hat eine Wasserkraftanlage ausgeführt, bei welcher der Drehstromgenerator für 30 kW, 2300 V, 277 U/min, 60 Hz vollständig im Freien steht. Wie Abb. 1 erkennen läßt, ragt das Spurlager oberhalb des eigentlichen Turbinenraumes in eine Kammer, die durch eine Tür *e* zugänglich ist. Darüber steht der mit Feuchtigkeitschutz versehene Generator.

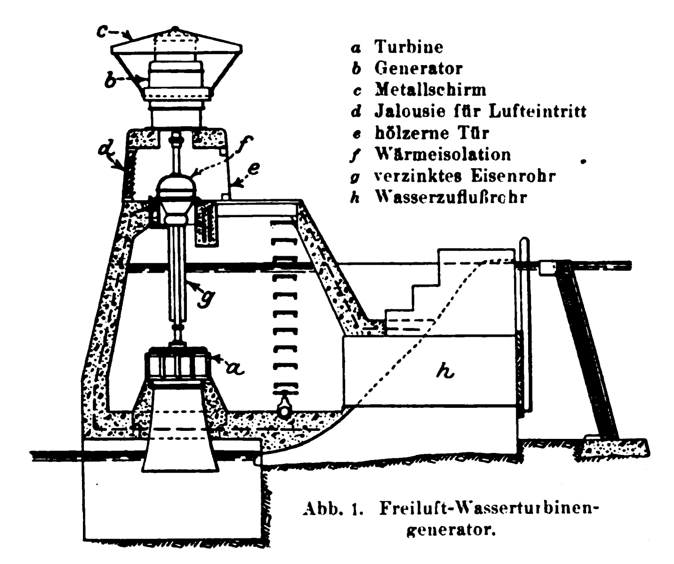


Abb. 1. Freiluft-Wasserturbinengenerator.

Da die General Electric Co. als Lieferfirma aber keine Garantie für einen Freiluftbetrieb im rauhen Klima des westlichen Massachusetts übernehmen wollte, wurde der in der Abbildung erkennbare Metallschirm über dem Generator angebracht. Die Kühlluft tritt durch die Jalousie *d* von unten ein. Die Austrittsöffnungen am Generator sind durch ein überstehendes Eisenband geschützt. Die Jalousie wurde auf die Abflußseite des Wassers gelegt, weil im anderen Falle bei hohem Wasserstand die Gefahr besteht, daß durch den Luftstrom Spritzwasser ins Innere des Generators mitgerissen wird. Der Deckel des Spurlagers ist mit Wärmeisolation versehen, damit sich oberhalb des Ölspiegels keine Feuchtigkeit abscheiden soll. Wegen der zeitweise recht niederen Außentemperatur wird ein besonderes Schmieröl verwandt, das nicht gefriert. Die ganze Schaltanlage besteht aus einem Ölschalter mit Maximalauslösung, der im Raum unterhalb des Generators aufgestellt ist. Der Wirkungsgrad des Generators wird zu 84 %, der Turbine zu 81 % bei Vollast angegeben. Die Anlage ist über ein Jahr lang in Betrieb. Wenn es sich hier auch um eine kleine Leistung handelt, sieht der Verfasser doch keinen Grund, warum man nicht auch für größere Synchronmaschinen die Freiluftaufstellung wählen soll, um sich infolge der ausgezeichneten Kühlung einen guten Wirkungsgrad zu sichern und Anlage- sowie Reparaturkosten für Gebäude zu sparen (J. Franz, El. World, Bd. 90, S. 1350). *Ka.*

Prüfung von Erdungswiderständen. — Die Westinghouse Electric & Manufacturing Co. hat in der Nähe der Rundfunkstation KDKA bei East-Pittsburgh seit Juni 1926 systematische Untersuchungen an einer großen Zahl von Erdern in Stab- und Röhrenform anstellen lassen, über deren Ergebnis bis Juli 1927 berichtet wird. Die Untersuchung ging davon aus, daß mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen nach Dufour festgestellt wurde, daß bei einem auto-valve-(Ventil-) Ableiter dieser Firma, der auf 3000 V eingestellt war, schon beim Erdwiderstand Null und einer Sprungwelle mit 70 kV Scheitelspannung an dem Ableiter bereits 10 kV auftraten, bei 50 Ω Erdwiderstand aber bereits 20 kV. Es wurden deshalb die verschiedenen Maßnahmen zur Erzeugung kleiner Erdwiderstände studiert, insbesondere der Nutzen des Parallelschaltens mehrerer Erder, die Anwendung von Salzen zur Erhöhung des Leitvermögens usw. Es wurden fünf Gruppen verschiedener Erder geprüft. Die Messung erfolgte mit Wechselstrom 110 V und 5 bis 15 A, vergleichsweise auch mit nur 0,1 A, ohne einen Unterschied zu finden. Das wurde auch noch durch die Aufnahme der Strom-Spannungscharakteristik mit dem Dufour-Oszillographen bestätigt. Von den untersuchten Salzen war gewöhnliches Steinsalz am besten, es drückte den Erdungswiderstand am schnellsten und am weitestens herunter. Kupfersulfat und Eisensulfat war teurer, langsamer und weniger wirkend. Bezüglich der Korrosionswirkung läßt sich noch kein abschließendes Urteil abgeben. Nach einer Untersuchung an anderer Stelle hatte Steinsalz nach zwei Jahren eine Rohrerdung nicht wesentlich angegriffen. Für jede Erdung wurden 75 ... 100 kg Steinsalz im Preise von rd. 6 ... 10 RM verwendet. Hinsichtlich der einfachen Herstellung sind eingeschlagene Stäbe am günstigsten. Gelochte Rohre, bei denen man die Salzlösung einfließen läßt, sind sehr gut, aber wesentlich teurer.

Der Verfasser betont ausdrücklich, daß man vom Standpunkte der Sicherheit und der Ersparnis die Erdwiderstände dauernd überwachen sollte. Wenn man schon mit einer Erdung niedrigen Widerstand erhält, ist es eine Verschwendung, mehrere andere herzustellen oder Salz zu verwenden. Weiterhin läßt sich allein durch Widerstandsmessung feststellen, ob eine Erde ausreicht oder ob man den Boden salzen muß. Die Versuche zeigen, daß eine jährliche Nachmessung genügt, sie kann vielleicht noch seltener erfolgen. Bei Neuanlagen sollte man eine zweite Messung nach etwa zwei Wochen machen. (E. Beck, El. World, Bd. 91, S. 443.) *Kth.*

Apparatebau.

Lichtabhängiger Schalter. — Schalter zur Inbetriebsetzung von Beleuchtungsanlagen, insbesondere selbsttätige Schalter, sind in den verschiedensten Ausführungen bekannt. Dieselben sind mit Uhrwerken und dgl. ausgerüstet, welche zu den eingestellten Zeiten den Schaltvorgang bewerkstelligen. Sie schalten alle ohne Rücksicht auf die im Moment der Schaltung bestehenden Lichtverhältnisse. Durch die schwankenden Lichtverhältnisse war gegeben, daß die Beleuchtungsanlage einmal zu früh und ein anderes Mal zu spät eingeschaltet wurde. Durch die frühzeitige Einschaltung entsteht ein unnötiger Stromverbrauch, und durch die zu späte Einschaltung können Unfälle u. dgl. entstehen. Für eine plötzliche oder vorübergehende Dunkelheit ist die Ein- und Ausschaltung bei den bekannten Schaltern nicht möglich. Sie müssen von Hand bedient werden. Ebenfalls ist es sehr schwer, bei Fernschaltungen den richtigen Moment der Schaltung festzustellen.

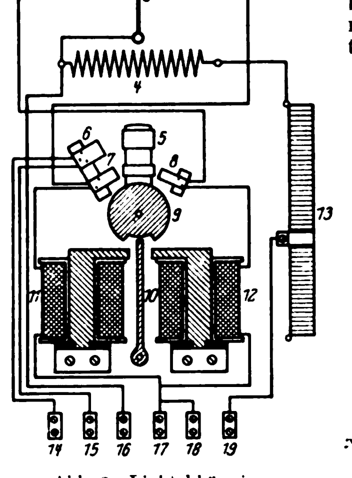


Abb. 2. Lichtabhängiger Schalter.

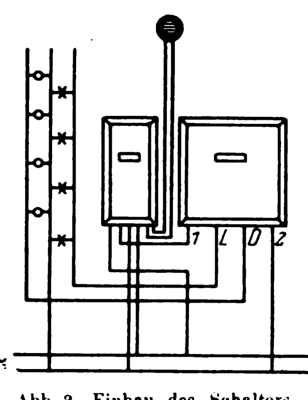


Abb. 3. Einbau des Schalters in eine Treppenbeleuchtungsanlage.

Der nachstehend beschriebene selbsttätige Schalter arbeitet mit Hilfe einer lichtempfindlichen Zelle bei einer bestimmten Lichtstärke, worauf der Schalter an Ort und Stelle abgestimmt werden kann. Er hat als lichtempfindliche Zelle eine sogenannte MEA-Zelle, deren Widerstand

bei Dunkelheit 15 000 Ω und bei Tageslicht 1000 Ω beträgt. Es wird also der Widerstand von 14 000 Ω zu den Schaltzwecken benutzt. Die Zelle ist beständig. Bei wechselnder Belichtung hat sich innerhalb von 12 Monaten keine Veränderung im Widerstand gezeigt. Die Zelle wird in den zu schaltenden Raum oder außerhalb des Gebäudes, je nach Verwendungszweck, angebracht. Gegen äußere Einflüsse ist die Zelle luftdicht abgeschlossen.

Der Schalter selbst besteht aus einem Steuerstromkreis und einem Schaltstromkreis (Abb. 2). Das Steuerrelais beruht auf dem Kontaktvoltmeter-Prinzip. Die Netzspannung, Gleich- oder Wechselstrom, wird an die Klemmen 16 und 17 gelegt. Der Stromkreis ist folgender: Von der Klemme 16 über die Betätigungspule des Steuerrelais durch den Widerstand 13 zur Klemme 19, durch die Zelle und über Klemme 18 zurück zur Netzklemme 17. Nunmehr erfolgt die Einstellung des Schalters, einmal durch den Widerstand 13 und ein anderes Mal durch die Anschläge 1 und 2. Mit dem Widerstand 13 wird der gesamte Widerstand, Zelle, Leitungen und Betätigungspule 4 abgestimmt, und zwar derart, daß der Zeiger3 mit seinem Aktionsradius die äußersten Stellen der Anschläge 1 und 2 berührt. Es wird also bei einer unwillkürlichen Dunkelheit oder Helligkeit geschaltet. Um nun den Schaltmoment festzulegen, werden die Anschläge 1 und 2 verändert. Wird der Anschlag 1 näher dem Zeiger gebracht, so geschieht die Einschaltung früher. Wird der Anschlag 2 dem Zeiger 3 näher gebracht, so geschieht die Ausschaltung früher. Man kann also den Schaltmoment beliebig einstellen. Dieses ist sehr wichtig, da die Lichtverhältnisse in den verschiedenen Räumen nicht gleich sind und die Zelle auch nicht immer derselben Belichtung ausgesetzt ist.

Eigenartig ist die Konstruktion des Schalters selbst. Es wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß die Spulen 11 und 12 nicht dauernd unter Spannung bleiben. Sie führen nur im Moment der Schaltung Spannung. Der Schaltstromkreis ist folgender: Der Hebel 5 befindet sich mit seinem Metallstreifen in dem Federpaar 8. Berührt der Zeiger 3 den Kontakt 1, so erhält über das Federpaar 8 die Spule 12 Strom. Der Anker 10 schlägt gegen die Nockenscheibe 9 und wirft den Hebel 5 nach der entgegengesetzten Seite in die Federpaare 6 und 7. Sobald der Hebel 5 das Federpaar 8 verläßt, wird die Spule 12 spannungslos. Der Zeiger kann nunmehr an 1 keinen Kontakt geben. An dem Federpaar 6 liegen die Klemmen 14 und 15, an welchen die Schalterleitungen angeschlossen sind. Das Federpaar 6 ist kurzgeschlossen, und die angeschlossene Beleuchtungsanlage brennt. Ebenfalls ist das Federpaar 7 geschlossen und, wenn bei der bestimmten Helligkeit der Zeiger 3 den Anschlag 2 berührt, erhält die Spule 11 Strom und wirft den Hebel 5 nach der anderen Seite. Das Licht ist erloschen.

Durch die Eigenart des Schalters findet derselbe eine wesentliche Verwendung auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik, insbesondere für Treppen-, Reklame- und Hallenbeleuchtungen. Abb. 3 zeigt den Einbau des Schalters in eine selbsttätige Treppenbeleuchtung. Die astronomische Uhr fällt fort. Es ist nur eine Umschaltuhr erforderlich, welche von der Dauerbeleuchtung auf die Druckknopfbeleuchtung umschaltet. Die Ein- und Ausschaltung geschieht durch den neuen Schalter. In der Automobil-Lichtanlage wird der Schalter mit Batteriestrom gespeist, und die Kurvenlampen werden an den Schaltklemmen angeschlossen. Wenn der Fahrer seinen Wagen verläßt, schaltet er das Licht ein und bei der eingestellten Dunkelheit leuchten die Lampen auf. Beleuchtungen von Eisenbahnfahrzeugen, Weichen, Signalen usw. können mit dem neuen Schalter geschaltet werden. Die Montage ist einfach. Der Apparat wird von der Firma EMA, Berlin-Reinickendorf, hergestellt und ist dieser patentamtlich geschützt. Ing. R. Schwabe.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine Neuerung am Kathodenoszillographen. — Die Spur des Kathodenstrahls wird in der Braunschen Röhre durch Phosphoreszenz, bei den neuzeitlichen Oszillographen durch direkte Einwirkung auf die photographische Platte sichtbar gemacht; P. Selényi berichtet von der Erprobung einer dritten Möglichkeit: Der Kathodenstrahl hinterläßt an den von ihm überstrichenen Stellen, z. B. der Glaswand des Braunschen Rohres, negative Ladungen; diese Ladungen können durch Aufstäuben eines Pulvers auf die äußere Glaswand gut sichtbar gemacht und die beschriebene Kurve damit fixiert werden, zumal wenn man dafür sorgt, daß die negativen Ladungen in der Spur des Kathodenstrahls nicht sofort nach dessen Verschwinden durch positive Ionen neutralisiert werden. Letzteres wurde erreicht durch Anordnung eines Feldes, das die positiven Ionen von der betr. Glasfläche abhält; dieses Feld wird von der als Verspiegelung den größeren Teil der Röhre überziehenden Anode geliefert: Abb. 4 zeigt die verwendete Anordnung. Die Kurve wird also zuerst „exponiert" und dann „entwickelt". Die erzielbare

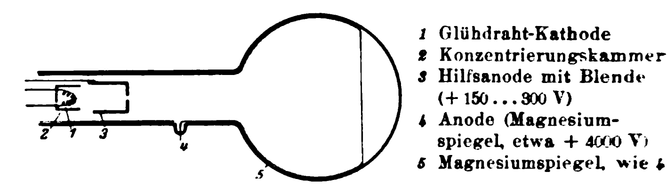


Abb. 4. Kathodenstrahlröhre.

Schreibgeschwindigkeit schätzt Selényi auf 30 km/s bei einer Kathodenstrahlstärke von 1 mA. Wie weit dieses Verfahren die direkte photographische Aufzeichnung der Schwingung ersetzen kann, der gegenüber es ja rein äußerlich einen großen Vorteil bietet, müssen weitere praktische Versuche lehren. (P. Selényi, Z. Phys. Bd. 47, S. 895.) *Wi.*

Einige neue Meßgeräte der General Electric Company. — In der alljährlich von der GEC gegebenen Übersicht über die Neuerungen des vergangenen Jahres sind auch einige bemerkenswerte neue Meßinstrumente und Einrichtungen erwähnt.

Der Kathodenstrahloszillograph in der Ausführung nach Dufour[1] mit kalter Kathode ist nunmehr bei der GEC weiter entwickelt worden zur Verwendung im Laboratorium und als transportabler Apparat. Er ist tragbar eingerichtet und kann bei Tageslicht benutzt werden. Die Einrichtung ist auf zwei Wagen untergebracht. Die Kathodenröhre befindet sich in einem geschirmten Dunkelraum; auf dem gleichen Wagen sind noch der Erregertransformator, die Vakuummeßeinrichtung, die Zeitablenkungseinrichtung und die Schalttafel untergebracht. Auf dem zweiten Wagen befinden sich die Vakuumpumpe und der Synchronschalter. Beide Wagen wiegen zusammen etwa 300 kg und nehmen eine Bodenfläche von etwa 2 × 3 m ein, der Leistungsverbrauch ist 4 kW bei 110 V, 60 Hz.

Kapazitäts-Transformatoren. Die bei uns unter dem Namen der „C-Messung" bekannte Einrichtung, die Kondensatordurchführungen benutzt, wird in wenig geänderter Ausführung, im Prinzip aber gleich, von der GEC in Höchstspannungsanlagen neuerdings viel verwendet. Während aber bei uns unmittelbar stromverbrauchende Apparate angeschlossen werden, wird hier eine Teilspannung von etwa 35 V abgegriffen und dem Gitter von Vakuumröhren verschiedener Art zugeführt. Ein Milliamperemeter zeigt dann ohne weiteres die Gitterspannung und proportional damit die Hochspannungen an. In jenen Fällen, wo keine Durchführungen zur Verfügung stehen, sind besondere Meßkapazitäten entwickelt worden, die aus einer Schleife Hochspannungskabel bestehen, die in eine normale Durchführung eingeführt ist. Die Kapazität beträgt etwa 900 cm für Betriebspannungen von 110 bzw. 132 kV. Sechs derartige Einheiten werden im Laboratorium der Leland Stanford Universität in Verbindung mit einem 1500 kV-Stoßgenerator benutzt.

Meßwandler. Für die Commonwealth Power Corporation wurden erstmalig Stromwandler für 155 kV Betriebspannung hergestellt. Die Bauweise ist die übliche, ein Topf mit einer normalen ölgefüllten Durchführung. Für die Detroit Edison Co. wurden Stromwandler für 100/200 A bei 120 kV gebaut für einen Kurzschlußstrom von 12 500 A. Für die Philadelphia Electric Co. wurden sechs Spannungswandler für 220 kV gebaut, die größten dieser Art. Die Prüfeinrichtung wurde so weit verbessert, daß Fehlwinkel und Übersetzungsverhältnis für Spannungen bis zu 135 kV nunmehr unmittelbar abgelesen werden können.

Fernübertragungseinrichtung. Eine neue Anwendung der Selsyn-Motoren (Abkürzung von „self synchronising"), eine nicht rotierende Apparatur, in der Wirkung den Kommando-Übertragungsapparaten ähnlich, für einen Vektorindikator zeigt die Gesamtwirkung von zwei Drehtransformatoren, die in Serie auf dieselbe Leitung arbeiten. Diese Einrichtung ist auch für viele andere Zwecke verwendbar, wo zwei variable Größen zusammen-

[1] Vgl. Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte, Bd. 1, S. 420; ferner ETZ 1927, S. 54.

wirken. Die Selsynempfänger im Anzeiger sind jeder für sich mit einem Selsyngeber verbunden, der von dem Antriebsmechanismus des Spannungsreglers gesteuert wird. Bei der Anzeigeeinrichtung bildet ein Selsynempfänger einen um einen Punkt drehbaren Zeiger konstanter Länge, der konstanten Spannung des Drehtransformators entsprechend. Er dreht sich entsprechend der Drehung des Reglers. An seiner Spitze arbeitet nun über ein Planeten- und Kettengetriebe der gleichlange Zeiger des zweiten Reglers, der wieder um 360° um die Spitze des ersten Zeigers drehbar ist. Die beiden Zeiger entsprechen der Vektorlage der beiden Zusatzspannungen. Mit Hilfe einer Skala in Polarkoordinaten auf Glas können die resultierenden Werte unmittelbar abgelesen werden. (J. Liston, Gen. El. Rev. Bd. 31, S. 4.) *Kth.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Schwingungen von Fahrdraht und Stromabnehmer. — Auf dem Abschnitt: Broad street—Paoli der Pennsylvania Rd. wurden bemerkenswerte Untersuchungen ausgeführt über die Schwingung des Fahrdrahtes in der senkrechten Ebene bei Durchgang des Stromabnehmers.

Den Untersuchungen, die durch Filmaufnahmen unterstützt wurden, lagen folgende Überlegungen zugrunde: Der Zug im Tragseil einer Kettenfahrleitung bildet mit dem senkrechten Druck des Stromabnehmers Winkel verschiedener Größe, und zwar bilden an der Stelle des größten Durchhanges diese beiden Kräfte — Zug und Stromabnehmerdruck — einen Winkel von 90°, während an den Masten der Winkel sein Minimum aufweist und somit eine senkrechte Komponente des Zuges im Tragseil dem Bügeldruck entgegengerichtet ist. Die resultierende senkrechte Kraft — der Auftrieb des Stromabnehmers — ist somit in der Mitte der Spannweite am größten, an den Masten hingegen geringer, zum Teil durch die senkrechte Komponente des Zuges aufgehoben.

Mit der resultierenden Kraft ändert sich auch der Ausschlag des Fahrdrahtes nach oben und die Höhenlage des Bügels. Fahrdraht und Stromabnehmer führen somit bei Fortbewegung des Fahrzeuges periodische Schwingungen aus, sowohl zeitlich als auch örtlich. Die Schwingungszahl ist eine Funktion der Spannweite und der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges. Diese Schwingungen werden gedämpft, falls in einer Spannweite die Fahrleitung plötzlich eine größere Masse als in der vorhergehenden aufweist. Diese größere Masse erzeugt einen größeren Druck auf den Bügel: Der Bügel erhält eine Beschleunigung in der Richtung nach oben, der Fahrdraht — nach unten. Die Beschleunigungen können mitunter genügen, um den Fahrdraht vom Bügel abzuheben und den Kontakt zu unterbrechen. Fahrdraht und Stromabnehmer sind gewissermaßen außer Tritt gefallen, die Phasen der beiden Schwingungen sind verschoben, es entstehen Stöße zwischen Bügel und Fahrdraht, die zu verstärkter Abnutzung führen können.

Die Versuchstrecke war ausgerüstet mit einer Kettenfahrleitung für 11 kV Wechselstrom, bestehend aus einem Stahl-Tragseil von 12,7 mm Dmr., Kupfer-Hilfseil in Abständen von 9,14 m am Tragseil aufgehängt und Fahrdraht, jede 4,57 m am Hilfseil befestigt. Die mittlere Spannweite betrug 91,44 m. Zu einer Seite der von Triebwagenzügen befahrenen Strecke war eine Leinwand mit Skala gespannt, zur anderen Seite befand sich auf einem Turmwagen ein Kinoapparat für 400...1100 Aufnahmen in der Sekunde, elektromotorisch angetrieben. Die Aufnahmen wurden an mehreren Stellen einer Spannweite gemacht und hiernach Kurven konstruiert, die u. a. zu den Folgerungen führten: Die Amplitude der Schwingungen scheint größer zu sein bei Unterteilung des Druckes auf mehrere Bügel. Der mittlere Bügel gibt die größten Amplituden, der vordere die geringsten. In Mitte der Spannweite ist die Amplitude als eine Bewegung des gesamten Fahrleitungssystems anzunehmen, während an den Masten nur der Kontaktdraht schwankt. Die Anwendung von flexiblen Hängedrähten in Spannweite-Mitte ist nicht ratsam, während sie an den Masten vorteilhaft sein kann. Massenänderungen des Fahrleitungssystems in benachbarten Spannweiten sind möglichst zu vermeiden.

Mathematisch ist das Problem von den Ingenieuren der Pennsylvania Rd. nicht behandelt worden. (M. Viele, J. Am. Inst. Engs. Bd. 46, S. 1081.) *But.*

Gleislose Bahnen in Manila. — Um den Ausbau eines zweiten Straßenbahngleises und die Erneuerung des vorhandenen eingleisigen Bahnkörpers in enger, belebter Straße zu vermeiden, hat die Manila Electric Co. auf der San Juan-Linie 8 elektrische Twin-Omnibusse mit Oberleitung in Betrieb gestellt, nachdem aus wirtschaftlichen Gründen ein Benzinomnibus abgelehnt worden ist, der sich 36,4 % teurer gestellt hätte.

Die Strecke von Calle Santa Mesa (Rotanda) bis zu der an der Stadtgrenze gelegenen San-River-Brücke ist 4,75 km lang und bildet eine Verlängerung der stadtinneren Straßenbahn. Als zweigleisige Straßenbahn würde sie 420 000 RM gekostet haben, also etwa doppelt so viel wie der Oberleitungs-Omnibus. Die Gesellschaft hat auf Grund der zehnjährigen Erfahrungen mit der gleislosen Bahn in Shanghai, die heute weiter ausgebaut wird, diesen Betrieb mit 10 min-Wagenfolge innerhalb 16 h eingerichtet. An verkehrsreichen Stunden herrscht 3½ min-Betrieb. Der Jahresbetrieb ist 313 600 Wagenkm. Die mittlere Geschwindigkeit ist 14 km/h. Die Betriebskosten für den Wagenkilometer der Straßenbahn errechnen sich nach dem Bericht auf 80 Pf/Wagenkm, die des Trolleybus auf 63 Pf. Die Wagen sind symmetrisch gebaut und werden einseitig betrieben, enthalten 40 Sitzplätze und werden links von der Mitte bestiegen. Abb. 5 zeigt die äußere Form des

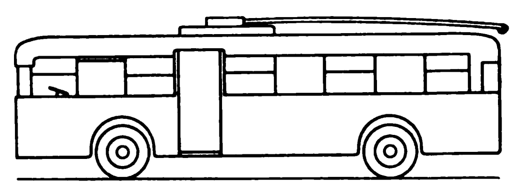
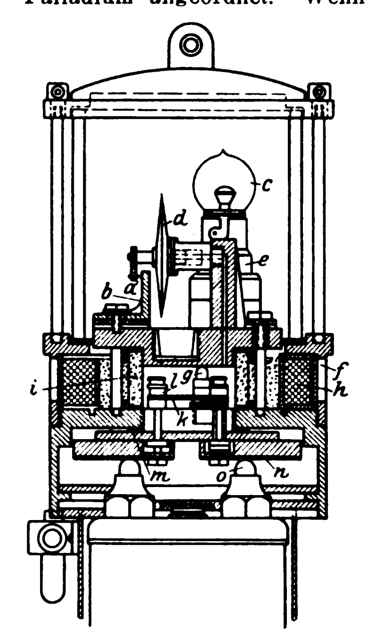


Abb. 5. Oberleitungs-Omnibus für Manila.

Omnibus. Betriebspannung ist 600 V Gleichstrom. Der Betriebstrom wird durch 2 voneinander isolierte Kontaktstangen den 2 Wagenmotoren über 2 besondere Vor- und Nachfahrschalter zugeführt. Die seitliche Ausweichung der Fahrkontakte beträgt 2...2¼ m von der Fahrmitte, so daß einschl. der Wagenbreite ein Fahrstreifen von 5¼ m bedient werden kann, ohne den übrigen Wagenverkehr einzuschränken. Es zeigt sich immer mehr die Erkenntnis, daß der gleislose Fahrbetrieb im Stadtinnern wirtschaftlicher und weniger verkehrshemmend angesehen wird, als an feste Gleise gebundene Schienenfahrzeuge. (El. Railw. Journ. Bd. 71, S. 391.) *M. S.*

Bergbau und Hütte.

Schlagwetteranzeiger[1]. — Bei der englischen Konstruktion eines Schlagwetteranzeigers ist in einer Verbrennungskammer mit poröser Wandung ein Glühdraht aus Palladium angeordnet. Wenn Schlagwettergase in die



a Kontakte
b Kontaktträger
c Signallampe
d Membran
e Lampenträger
f Gaze
g Kontaktstift
h Asbestwolle
i poröse Wand
k Palladiumdraht
l Klemmen für Palladiumdraht
m Lederscheibe
n Kontaktplatte
o Batteriekontakte

Abb. 6. Schlagwetteranzeiger.

Kammer eindringen, findet eine kontinuierliche Verbrennung der ersteren statt, und es entsteht innerhalb der Kammer eine Luftverdünnung. Hierdurch wird eine Membran beeinflußt, welche einen elektrischen Stromkreis schließt, so daß eine rote Signallampe aufleuchtet und die


[1] Vgl. ETZ 1925, S. 1150.

Anwesenheit von Schlagwettergasen anzeigt. Der Apparat ist so eingerichtet, daß er erst bei Überschreitung eines bestimmten Schlagwettergehalts der Luft anspricht, auf den er in der Fabrik eingestellt werden kann. Das Warnungszeichen bleibt so lange bestehen, als der Schlagwettergehalt sich oberhalb dieser Grenze hält. Abb. 6 stellt einen Schnitt durch den von W. R. Patents Ltd., Greek Street in Leeds, hergestellten Apparat dar. Um die Verbrennungskammer herum liegen zwei konzentrische Ringe aus Messingdrahtgewebe, zwischen denen sich eine Lage von Asbestwolle befindet, die das Eindringen von Staub verhindern soll. Der Strom für den Glühdraht in Höhe von 1,05 A und für die Signallampe wird von der unten eingebauten Batterie geliefert. (El. Review, Bd. 102, S. 701.) *Ka.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Messung des Zündverzuges bei der Glimmentladung. Auf Grund von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen ist von M. v. Laue eine Gleichung aufgestellt worden, die die Verteilungskurve einer großen Anzahl von unter gleichen Versuchsbedingungen aufgenommenen Einzelwerten des Zündverzuges darstellt. Die Gleichung führt, in logarithmischem Maßstab abgebildet, zu einer Geraden, wenn zwischen der Aufnahme zweier Einzelmessungen eine so lange Wartezeit verstreicht, daß die Einzelwerte als voneinander unabhängig anzusehen sind. Die Darstellung der Ergebnisse einer experimentellen Kontrolle führt jedoch zu einer Geraden, selbst wenn die Voraussetzung einer gegenseitigen Unabhängigkeit der Einzelwerte nicht erfüllt ist. Das Auftreten dieser Unabhängigkeit wird eindeutig festgestellt durch die Aufnahme der Kurve „mittlerer Zündverzug in Abhängigkeit von der Wartezeit". Es zeigt sich, daß bei ganz schwacher Vorionisation eine Wartezeit von 10 min zwischen der Aufnahme der Einzelwerte noch nicht ausreicht, diese voneinander unabhängig werden zu lassen. (M. Büge, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 480.)

Über die Abhängigkeit des mit Diffusionspumpen erreichbaren Vakuums von der Reinheit des Quecksilberdampfes. — Nach der Gaedeschen Diffusionstheorie ist die Höhe des mit einer Diffusionspumpe erreichbaren Vakuums nicht durch den Totaldruck des am Diffusionspalt vorbeiströmenden Quecksilberdampfes bedingt, sondern durch den Partialdruck, den die im Dampf enthaltenen Gase besitzen. Diese Behauptung hat W. Molthan einer experimentellen Prüfung unterzogen, indem er dem Quecksilberdampf eine gemessene Menge Luft oder Wasserstoff beimengte. Die Versuche zeigten, daß das erreichte Grenzvakuum gleich dem Partialdruck der dem Dampf beigemischten Gase ist. Daraus ergibt sich die praktische Folgerung, daß zur Erreichung eines möglichst hohen Vakuums der Quecksilberdampf keine Spuren von Gasen enthalten darf. (W. Molthan, Z. Phys. Bd. 39, S. 1.) *Br.*

Über das Pseudohochvakuum. — Ein gasgefülltes Entladungsrohr kann man durch bestimmte Behandlung, in der Regel durch Dauerbelastung, so verändern, daß kein Strom mehr durch das Rohr geht, obwohl dem Gasdruck nach eine Entladung bei der angelegten oder bei noch niederer Spannung zu erwarten ist. In diesem Fall spricht man von einem Pseudohochvakuum. E. Heertmant und R. Thaller haben das bei Röntgenröhren mitunter auftretende Pseudohochvakuum untersucht, das sich dadurch bemerkbar macht, daß die Röhre, manchmal nach wenigen Sekunden, keinen Strom mehr hindurchläßt, während sie beim Einschalten noch einwandfrei arbeitet. Die Ursache finden die Verfasser in einer positiven Aufladung der Glaswand, die ein Aufprallen der positiven Ionen in der Röhre auf die Kathode unmöglich macht und damit die Entladung sperrt. Im allgemeinen wird diese positive Aufladung durch die leitende Wasserhaut der Glasoberfläche neutralisiert; ist diese von vornherein nicht vorhanden oder während des Dauerbetriebes verschwunden, so tritt das Pseudohochvakuum ein. Ein Stanniolbelag auf der Glaswand in der Nähe der Kathode zeigte in der Tat positive Aufladung; wurde er mit der Kathode leitend verbunden, so daß diese Aufladung neutralisiert wurde, so arbeitete die Röhre einwandfrei ruhig und überaus konstant. Verbindet man den Belag dagegen mit der Anode, so tritt selbst bei 60 kV noch keine Entladung ein, während diese bei Verbindung mit der Kathode bei 20 kV einsetzt. (E. Heertmant u. R. Thaller, Z. Phys. Bd. 39, S. 130.) *Br.*

Hochspannungstechnik.

Der Selektivschutz von Kraftwerken. — Mit dem Übergang zu immer größeren Generatoreinheiten wächst das in jeder Maschine investierte Kapital so stark an, daß der Einbau besonderer Schutzanordnungen gegen größere Beschädigungen wirtschaftlich notwendig wird. Mit Rücksicht auf die stete Betriebsbereitschaft der Anlage darf bei eintretender Beschädigung nur der betroffene Teil abgeschaltet werden: der Schutz muß selektiv wirken. Da die Gleichstromspannungen im Erregerkreis der Generatoren sehr klein sind, beschränkt man sich mit gutem Recht auf die Erfassung von Schäden der Ständerwicklung: Windungschluß, Kurzschluß zwischen Phasen (Wicklungschluß), Erdschluß, Leiterbruch. In Transformatoren kann außerdem ein Schaden durch Überschlag von der Hochspannungs- zur Niederspannungswicklung eintreten. Da es Universalrelais zur gleichzeitigen Erfassung aller Schäden nicht gibt, muß man verschiedene Schutzarten kombinieren. Der Rückwattschutz beruht auf dem Wechsel der Energiestromrichtung des stark beschädigten Generators, in welchen die gesunden, parallel arbeitenden Maschinen hineinspeisen. Nur die Verwendung zweier mechanisch gekuppelter Systeme in Aron-Schaltung verbürgt (bei ungeerdetem Generatorsternpunkt!) eine einwandfreie Funktion des Schutzes. Als empfindlicher Schutz für Großgeneratoren kommt trotz Mehraufwandes an Apparaten mehr und mehr der Differentialschutz nach Merz-Price in Aufnahme, der die Differenz der Ströme vor und hinter der zu schützenden Wicklung zur Auslösung eines Relais benutzt. Wenngleich hiermit Windungschlüsse nicht erfaßt werden, kann man bei Erdung des Generatorsternpunktes das Relais doch gleichzeitig zur Erdschlußanzeige benutzen; allerdings bleibt hierbei eine gewisse Umgebung des Sternpunktes ungeschützt, ein Nachteil, den man jedoch meist unbedenklich in Kauf nehmen kann, da dort Erdschlüsse höchst selten sind. Die Verbindung eines Differentialrelais mit einem normalen Erdschlußrelais gestattet die Trennung innerer Generatorerdschlüsse von einem Erdschluß in galvanisch mit dem Generator verbundenen Anlageteilen. Während man bei Verwendung je zweier Stromwandler in einer Phase auf peinlichste Gleichheit der Wandlerübersetzungen achten muß, um nicht bei starken Kurzschlußströmen Fehlauslösung zu erhalten, vermeidet diese Schwierigkeit die in Amerika übliche „self balanced protection", welche Anfang und Ende der zu schützenden Wicklung auf denselben Wandlerkern wirken läßt. Ein ganz ähnlicher Gedanke, angewandt auf die Gesamtheit der vom Generator abführenden Leitungen, gestattet das Prinzip zur Konstruktion eines selektiv wirkenden reinen Erdschlußrelais auszugestalten. Ein Differentialschutz und ein derartiger Erdschlußschutz lassen sich nach Schleicher-Gaarz in einfacher Weise kombinieren.

Sehr viel schwieriger ist die Anwendung des Differentialschutzprinzips auf Transformatoren, weil dort von vornherein primär- und sekundärseitig verschiedene Wandlerkonstruktionen mit notwendig verschiedenem Übersetzungsfehler zu verwenden sind, die man nur durch Kunstmittel nachträglich ein wenig ausgleichen kann; es kommt hinzu, daß sich hier beide Ströme schon im gesunden Zustand des Transformators um seinen Leerlaufstrom (man denke auch an den Einschaltstrom!) unterscheiden, so daß man in der Regel das Relais erst bei einem Differenzstrom von der Größenordnung des Transformatornennstromes ansprechen läßt! (Daß hierbei die innere Schaltung des Transformators beachtet werden muß, ist selbstverständlich.) Im Gegensatz zum entsprechenden Generatorschutz spricht das Relais auch bei Windungschluß im Transformator an; als Erdschlußanzeiger kann man es in gleicher Weise wie dort benutzen. Gemeinsamer Differentialschutz von Generator und Transformator ist nicht zu empfehlen, weil man dort die Empfindlichkeit hochtreiben kann (bis auf 5 % Generatornennstrom als Differenzstrom), während das hier nicht möglich ist. Eine Abwandlung des eigentlichen Wicklungschutzes zur Messung der Eisenverluste kann prinzipiell zur Meldung etwa beginnender Eisenkrankheiten benutzt werden; doch lohnt sich eine solche Einrichtung kaum. — Ein gelegentlich vorgeschlagener Differentialwattschutz für Transformatoren hat bisher keine praktische Bedeutung erlangt. Dagegen stellt der sogenannte Buchholzschutz, der aus dem Isoliermittel aufsteigende Gasblasen zur Betätigung eines Signales oder zur Auslösung heranzieht, einen äußerst empfindlichen Selektivschutz dar, der auf alle inneren Transformatorenfehler anspricht und in vielen Fällen den Differentialschutz mit Vorteil ersetzen kann. Der Differentialschutz versagt bei Windungschluß



im Generator, es sei denn, daß dieser bald in einen Erdschluß übergeht. Abhilfe schafft hier der Generatorschutz mittels Stützdrossel nach Bauch, der die Sternpunktsverlagerung der defekten Maschine gegen den (künstlichen) Sternpunkt der Stützdrossel ausnutzt. Maschinen mit mehreren parallelen Zweigen in der Phase können durch Differentialvergleich der Zweigströme wirksam geschützt werden. Endlich kann man statt der Ströme Spannungen differentiell vergleichen, indem man etwa die zu schützende Wicklung in der Mitte anzapft und die Teilspannungen gegeneinander auf ein Relais wirken läßt. Der Selektivschutz von Sammelschienen kann mittels Differentialrelais bewerkstelligt werden, wird aber mit Rücksicht auf die an sich hochgehaltene Sicherheit dieses wichtigsten Anlageteiles selten vorgesehen.

Gefährliche Spannungssteigerungen infolge Durchgehens der Generatoren (Wasserturbinen!) werden zweckmäßig durch Maximalspannungsrelais bekämpft, die für Entregung des Generators sorgen. Ganz ähnlich arbeiten Überstromregler, die gegen thermische Überlastung durch Dauerkurzschlußströme schützen sollen, indem man durch entsprechende Schwächung des Erregerfeldes den Dauerkurzschlußstrom in Höhe des 1½fachen Nennstromes begrenzt; durch diese Maßnahme wird die selektive Abschaltung des kranken Netzteiles wesentlich erleichtert. Die schnelle Entregung der Generatoren erfolgt entweder durch Einschalten eines Widerstandes, einer Gegenspannung (z. B. auch Schaltmotor) oder endlich mittels oszillatorischer Entladung der Erregermaschine, z. B. mittels Schwingungswiderstandes nach Rüdenberg. Besonderer Wert wird neuerdings auf sicher wirkenden Brandschutz der Generatoren gelegt; in der Regel läßt man bei eintretendem Brand CO_2 in den Generator einströmen, wobei die Betätigung entweder durch die Relais des elektrischen Generatorschutzes oder von Hand erfolgt. Gewisse hierbei auftretende konstruktive Schwierigkeiten können heut als gelöst gelten.

Die praktische Bedeutung solcher Anlagen zeigte sich im Jahre 1921 in der Zentrale de la Mouche de la Comp. du Gas de Lyon, in welcher ein 4000 kVA-Generator durch rechtzeitig nach einem Kurzschluß der Hochspannungswicklung einsetzenden Brandschutz vor dem Ausbrennen bewahrt wurde und durch Ersatz nur dreier Ständerspulen repariert werden konnte.

Die Arbeit, über die vorstehend berichtet wurde, will eine rasche Übersicht über die meist angewandten Schutzarten und ihren Schutzwert bieten. Während sie hierin ihren Zweck erfüllt, mangelt es an zahlenmäßiger Vertiefung der einzelnen Überlegungen — ein Vorwurf, der leider die Mehrzahl aller Arbeiten über Relais trifft. Es wäre sehr zu wünschen, daß dem berichteten Aufsatz ein zweiter folgte, der die recht zahlreichen Fragen nach den Vorgängen in den Maschinen- und Relaiskreisen in der notwendigen Strenge auch quantitativ aufklärt. (H. Puppikofer, Bull. SEV Bd. 14, S. 48.) *Oldff.*

Chemie.

Der Schutz von Aluminium und Aluminiumlegierungen gegen Anfressungen. — Die Widerstandsfähigkeit, welche das an sich sehr unedle Aluminium gegen Feuchtigkeit und auch Seewasser zeigt, wird im allgemeinen durch eine Schutzdecke aus Aluminiumoxyd oder Hydroxyd erklärt, mit welcher sich das Metall überzieht. G. D. Bengough und J. M. Stuart[1] gewinnen künstlich eine solche Schutzschicht, wenn sie die Gegenstände aus Aluminium oder seinen Legierungen als Anoden in eine auf 40° erwärmte dreiprozentige Chromsäurelösung einhängen; indem sie die Badspannung während 1 h auf 50 V steigern, erzeugen sie eine dichte Oxydschicht, welche nachher noch eingefettet oder durch Tauchen in eine Farbbrühe mit einem Farblack verstärkt werden kann. Auf diese Weise wurden die folgenden Legierungen behandelt:

Legierung	Prozentgehalt					
	Kupfer	Zink	Nickel	Magnesium	Silizium	Eisen
B. E. S. A. L 5	2,52	11,80	—	—	0,[illegible]0	0,[illegible]9
B. E. S. A. L 24 (Y) ..	4,05	—	2,0	1,32	0,26	0,[illegible]3
Aluminium-Silizium .	—	—	—	—	12,07	0,[illegible]8
Aluminium-Zink ...	—	14,86	—	—	0,[illegible]5	0,30

Dagegen konnten Gußstücke aus Legierungen mit 7 und 12 % Kupfer (L 11 und L 8) nicht mit einer dauerhaften Oxydhaut überzogen werden, weil sie bei 20 ... 30 V durchbrochen wurde. Im allgemeinen erfordert die anodische Behandlung von gegossenen Aluminiumlegierungen viel mehr Strom als die von Handelsaluminium und bearbeiteten Legierungen; in jenen Fällen taucht man vorteilhaft die Stücke vorher längere Zeit in kochendes Wasser.

Sutton und Sidery untersuchen nun, inwieweit galvanische Überzüge aus Zink, Kadmium oder Nickel schützen. Sie fanden es am besten, die Oberfläche vorher mit dem Sandstrahlgebläse zu behandeln (mittelfeiner Sand, ¹/₃ at Überdruck). Zum Verzinken bewährten sich zwei Bäder:

1. Cyanidbad:	2. Sulfatbad: im Liter
75,0 g $Zn(CN)_2$	200 g $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$
37,4 g NaCN	0,1 g β-Naphtol
25,09 g NaOH	
1000 cm³ Wasser	

Bei dem Cyanidbad darf der Gehalt an freiem Cyanid nicht zu hoch sein; zweckmäßig hängt man schon einige Tage vorher die Zinkanoden ein, um den Gehalt auf 4 ... 10 g/l zu erniedrigen. Rühren des Bades ist nützlich. Zur Herstellung des Sulfatbades löst man das β-Naphtol in heißem destilliertem Wasser und fügt dann diese Lösung zur Zinksulfatlösung; der beste Säuregrad[2] ist $p_H = 3{,}5 \ldots 4{,}5$ (beim Verzinken von Aluminium selbst 4,3). Kupferlegierungen, z. B. Duralumin, erforderten ein um so saureres Bad (bis 3,5), je höher der Kupfergehalt war. Die Stromdichte war 3 A/dm², durfte aber auf 5 A/dm² erhöht werden. Die Streuung des Bades ist leider gering; Zusatz von Zinkchlorid, Natriumsulfat, Natriumfluorid usw. verbesserte sie nicht. Die Stromausbeute betrug über 80 %. Die beiden Verzinkungsbäder arbeiteten ebenso gut mit gewalzten wie mit gegossenen Zinkanoden.

Für Kadmiumüberzug erwies sich das von Brunner angegebene Bad brauchbar: 8,2 g $Cd(CN)_2$, 29,8 g KCN, 1000 cm³ Wasser. Das Bad streut gut, wenn man bei Zimmertemperatur mit 1 ... 4 A/dm² arbeitet. Die Anoden waren aus dem reinsten Kadmium des Handels gegossen. Zur Vernickelung erwiesen sich die sonst üblichen Bäder geeignet.

Diese Überzüge wurden auf ihre Beständigkeit gegen Seewasser in zweierlei Art geprüft. Bei der Spritzprobe wurden die Proben an der Luft, aber gegen Regen geschützt, mit Wasser aus dem Kanal täglich dreimal mit Pausen von etwa 3 h besprüht. Bei der Tauchprobe wurden sie abwechselnd 24 h in Seewasser getaucht und an der Luft trocknen gelassen. Nach 12 Monaten waren die anodisch behandelten Proben im allgemeinen noch gut, die nicht behandelten mehr oder minder angegriffen. Das verzinkte Aluminium war nach 12 Monaten noch fast unversehrt, während der Zinküberzug selber angegriffen war; nach 20 Monaten zeigten sich leichte Einfressungen. Mit Kadmium überzogenes Aluminium war an einigen Punkten angefressen und blühte aus, wenn die Platten feucht waren; von hier aus entwickelten sich unter Umständen ziemlich breite Anfressungen. Vernickelung von ebenfalls etwa 0,03 mm Dicke wurde an vielen Punkten bereits früh angegriffen; sie schadete dem Aluminium. Ähnliches ergab sich bei den Legierungen. (H. Sutton u. A. J. Sidery, Engg. Bd. 124, S. 376.) *K. A.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Die neuere Entwicklung des engrohrigen Wasserrohr-Kessels und seine Ausbildung zum Höchstdruck-Kessel. — In einem Vortrag vor der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft wurden von Obermarinebaurat B. Müller zwei neuere Kesselkonstruktionen der deutschen Kriegsmarine im Lichtbilde gezeigt und an ihnen die entscheidenden Merkmale des Engrohrkessels mit gebogenen Rohren erklärt. An zwei Gegenbeispielen mit geraden Rohren wurde die weniger gute Raumausnutzung und vor allem die fehlende Elastizität dieser Konstruktionen dargelegt, denen kein praktischer Vorteil bei der Innenreinigung der Rohre gegenübersteht. Wegen der günstigen Betriebseigenschaften der Marinekessel, die eingehend beschrieben wurden, sind mehrere Landkesselanlagen nach diesem Engrohrtyp für normale und für höhere Drucke bis 35 at ausgeführt worden. Aus verschiedenen Vergleichszahlen und vor allem aus der großen Unempfindlichkeit der engrohrigen Marinekessel ergab sich der Schluß, daß sie auch bei höheren Drucken hervorragend als Spitzen-

[1] Engl. Patent Nr. 223994 und 223995 vom 2. VIII. 1923.

[2] p_H bedeutet den Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration; das Minus-Vorzeichen läßt man fort. $p_H = 4$ bedeutet also 10^{-4} g Wasserstoffionen im Liter.



leistungskessel in Kraftwerken geeignet sind. Schließlich wurden die Marine-Erfahrungen mit dem Flußeisenmaterial der Wasserrohre und Trommeln mitgeteilt und die wichtigsten, neueren Forschungsergebnisse über die Kesselbaustoffe zusammengestellt. *of.*

Der Doby-Ram-Stoker. — Der holländische Ingenieur Ridder van der Does de Bye hat eine Unterschubfeuerung konstruiert, die manche bemerkenswerten Züge aufweist[1]. Die Feuerungsfläche ist in drei Teile geteilt. Unmittelbar an den Kohlenschütttrichter (Abb. 7) schließt sich eine ebene Platte an, die nur ein paar Löcher aufweist, durch die Luft hindurchtreten kann. Auf dieser Platte bleibt die eingeführte Kohle zunächst liegen und wird getrocknet und entgast. Ein sich hin und her bewegender Kolben, der über diese Platte streicht, schiebt dann die teilweise entgaste Kohle auf den zweiten Teil der Brennfläche, einen gewöhnlichen Rost. Auf diesem findet eine rasche Verbrennung statt, die Kohle wird vollständig entgast, und es bleibt nur Koks und Schlacke übrig. Der noch brennende Koks wird dann von der frischen Kohle, die der Kolben vorschiebt, weitergedrückt und gelangt auf den dritten Teil der Brennfläche, wiederum eine ebene Platte, die im Anschluß an den Rost dicht mit Luftlöchern besetzt ist, die sich nach und nach verlieren, so daß die hintere Hälfte der Platte vollkommen geschlossen ist. Auf dem ersten Teil dieser dritten Platte brennt dann der Koks vollkommen aus, und was ans Ende gelangt, unmittelbar vor der Feuerbrücke, ist nur Schlacke. Die Luft tritt auf zwei Wegen in die Feuerung ein: durch einen größeren Kanal unter dem Rost als Primärluft, durch einen kleineren Kanal als Hilfsluft über dem Rost. Der Grundgedanke der ganzen Anordnung ist, daß alle eintretende Luft stets so viel Brennstoff antreffen soll, wie sie braucht, um vollständig in Kohlensäure überzugehen, so daß der Luftüberschuß auf einem Minimum gehalten wird. Die an einer Anlage im Kesselhaus der Wasserwerke im Haag aufgenommenen Diagramme zeigen, daß der theoretische Grenzwert des Kohlensäuregehalts nahezu erreicht worden ist, in noch höherem Grad als bei Kohlenstaubfeuerungen. Durch die beständige Bewegung des Brennstoffes wird dieser stets durcheinander gerührt, so daß sich keine Löcher bilden können. Infolgedessen kann auch keine Überschußluft durch den Rost hindurch in den Fuchs kommen. Auch ist die Konstruktion unabhängig von der Art der verbrannten Kohle. Jede Kohlenart wird gleichmäßig entgast und zu Koks und Schlacke verbrannt. Es ist lediglich nötig, die Hubgeschwindigkeit des Kolbens zu verändern, und zwar richtet man sich am besten nach dem Aussehen des Schornsteins. Wenn man die Feuerung so regelt, daß der Schornstein gerade rauchlos arbeitet, braucht man überhaupt keinen Kohlensäuremesser. Der Kolben wird von einem Elektromotor über ein Zahnradgetriebe angetrieben. Es sind drei Geschwindigkeiten vorgesehen, langsam, normal und schnell; wenn nötig, kann eine feinere Einstellung noch durch Drehzahlregelung des Motors erreicht werden. Die Antriebsanordnung ist so getroffen, daß auf einen langen, also weit in den Feuerraum hineinreichenden Stoß mehrere kurze folgen. Der lange Stoß hat den Zweck, die Schlacke wegzuschieben, die kurzen Schläge führen frische Kohle zu. Der Kopf des Kolbens ist natürlich der Verbrennung in hohem Grade ausgesetzt, doch zeigen die bisherigen Erfahrungen, daß er ein Jahr vorhält. Wenn er abgebrannt ist, kann er in wenigen Minuten erneuert werden. Bei einem Abnahmeversuch in den Zentral-Wasserwerken im Haag wurde eine Verdampfungsziffer von 9,3 und ein Kesselwirkungsgrad von 81,5 % (ohne Speisewasservorwärmung) erreicht, und zwar bei einem Zylinderkessel. (Engg. Bd. 124, S. 778.) *Ha.*

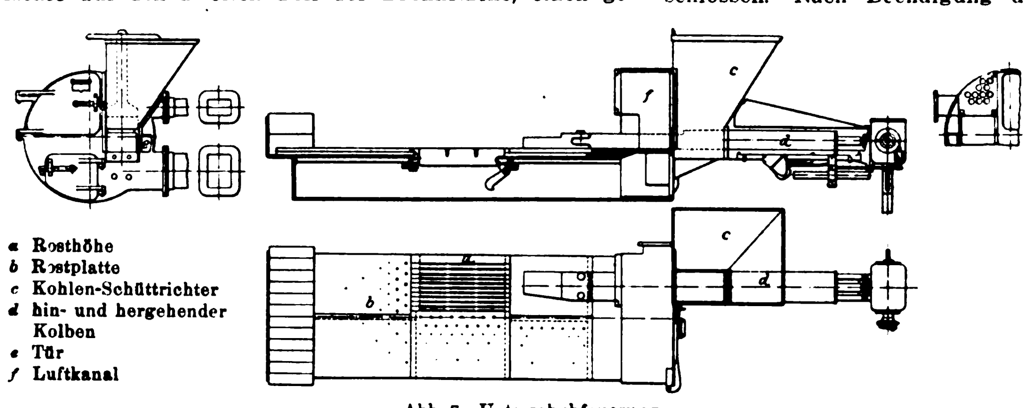


Abb. 7. Unterschubfeuerung.

[1] Diese Unterschubfeuerungen haben sich in Deutschland allerdings wenig eingeführt, während sie in amerikanischen Kesselhäusern die am meisten verbreitete Feuerungsart sind. Die Betriebsleiter indessen, die derartige und ähnliche Feuerungen in ihren Kesselhäusern haben, sind sehr zufrieden damit. (Anm. d. Ref.)

Energiewirtschaft.

Anreiz zu hohem Stromverbrauch im Haushalt. — Die Stadt Burley im U.S.A.-Staate Idaho ist an die Kraftzentrale einer größeren Bewässerungsanlage angeschlossen. Nach Beendigung der Bewässerungsperiode verkauft dieses Werk den Strom so billig, daß dessen Anwendung für Wärmezwecke im Haushalt in einer ganzen Reihe von Städten des Distrikts möglich wird. Burley hat je Kilowatt eine Grundgebühr von 2 $ zu zahlen und hierfür die ersten 50 h freien Strombezug. Für die nächsten 50 h werden 0,03 $/kWh, für die weiteren 50 h 0,02 $/kWh, für die folgenden 150 h 0,01 $/kWh und für jede darüber hinaus bezogene Kilowattstunde 0,005 $ erhoben. Beliefert wurden 897 Haushaltungen und 245 Geschäftshäuser, darunter:

295 Abnehmer von Heizstrom	=	2255 kW
136 „ „ Heißwasser	=	274 „
164 „ „ Kochstrom	=	893 „

Die Stromtarife sind dabei, für jede Abnehmerkategorie verschieden, in folgender Weise gestaffelt:

Lichtstrom:[1]

erste	25 kWh	0,07	$/kWh
folgende	25 „	0,065	„
„	50 „	0,06	„
alle übrigen	„	0,055	„

Kochstrom: Je Anschluß-kW 0,5 $ Grundgebühr

erste	200 kWh	0,03	$/kWh
folgende	100 „	0,025	„
„	100 „	0,02	„
„	600 „	0,015	„
„	1000 „	0,01	„
„	3000 „	0,008	„
alle übrigen	„	0,007	„

Kraftstrom: Je 1 PS 0,75 $ Grundgebühr

erste	100 kWh	0,05	$/kWh
folgende	100 „	0,04	„
„	300 „	0,03	„
„	500 „	0,015	„
„	1 000 „	0,008	„
„	3 000 „	0,007	„
„	45 000 „	0,0063	„
„	25 000 „	0,006	„
„	25 000 „	0,0057	„

Heißwasserbereitung: Je Anschluß-kW 0,50 $ Grundgebühr, je 1 kWh 0,008 $ Arbeitsgebühr.

Hausbeheizung wird nur für mindestens vier aufeinanderfolgende Monate geliefert, und zwar bei:

1 bis 3 kW	Anschlußwert	zu 2,50 $/kW
4 „ 12 „	„	„ 2,25 „
13 „ 20 „	„	„ 2,00 „
21 „ 50 „	„	„ 1,80 „

[1] Einschließlich des Stromverbrauchs für Haushaltgerät.



Bei allen Verbrauchsgruppen beträgt der Mindestrechnungsbetrag 1 $.

Mit den angegeben Tarifen gelang es der Stadt Burley, im Verlaufe eines Jahres (1926) die aus Abb. 7 ersichtlichen Ergebnisse zu erzielen. (El. World, Bd. 90, 1927, S. 619.) *D.*

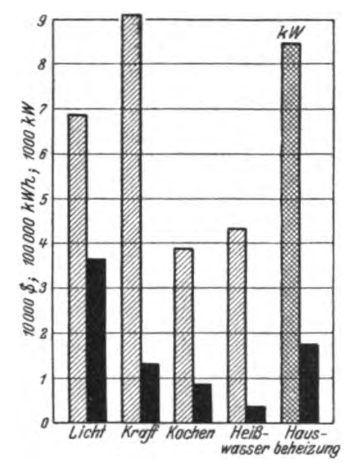


Abb. 7. Stromabsatz (10⁵ kWh, schraffiert), Anschlußwert der Hausbeheizung (10³ kW, doppelt schraffiert) und Einnahme (10⁴ $, schwarz), in der Stadt Burley, Idaho, 1926.

Ein neuer Fernstromlieferungsvertrag Elektrowerke — BEWAG. — Der Aufsichtsrat der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A. G. hat dem Abschluß eines neuen Stromlieferungsabkommens mit den Elektrowerken zugestimmt. Dieser Vertrag soll den bestehenden, noch bis 1932 laufenden Vertrag zwischen letzteren und der BEWAG sowie den Vertrag zwischen den Elektrowerken und der Städtischen und Kreis-Kraftwerk Spandau G. m. b. H. ersetzen. Für die Lieferung nach Berlin, deren Übergabe im Kraftwerk Moabit erfolgen wird, sieht der Vertrag in der Zeit vom 1. III. bis 31. X. 60 000 kW, in der Zeit vom 1. XI. bis 28. II. 80 000 kW vor. Weiter ist die BEWAG berechtigt, in der Zeit vom 15. XI. bis 8. I. jedes Jahres von 7.30 bis 9 Uhr und von 15.30 bis 19 Uhr die Abnahme auf 94 000 kW sowie in der Zeit vom 30. XI. bis 23. XII. von 15.30 bis 19 Uhr um weitere 16 000 kW auf 110 000 kW zu steigern. Die vertraglichen Leistungen können aus den jeweils auf Berlin arbeitenden Anlagen bis zu 10 % überschritten werden. Für die Lieferung nach Spandau sind für 1928 8000 kW, jährlich um 3000 kW steigend, bis zu 20 000 kW im Jahre 1932 vorgesehen. Die Übertragungsspannung beträgt wie bisher 100 kV, doch werden die Elektrowerke die Spannung in der Übergabestelle Moabit nach den Wünschen der BEWAG in den Grenzen von 98 bis 108 kV regulieren, was dadurch ermöglicht ist, daß die Lieferung nach Moabit auf getrennten Leitungen und aus besonderen Maschinen vertragsgemäß erfolgt.

Als wichtigster technischer Vorteil des neuen Vertrages ist die Möglichkeit anzusehen, den Fernstrom in erheblichem Umfange zur Spitzenkraftdeckung heranzuziehen, während nach dem alten Vertrage nur eine Grundleistung von 60 000 kW zur Verfügung stand. Der Strompreis zerfällt in einen Leistungs- und Arbeitspreis. Nur die Spitzenleistung von 30 000 kW wird ohne Leistungspreis zu einem erhöhten, jedoch wirtschaftlich durchaus günstigen Arbeitspreis geliefert. Für die allein in den Wintermonaten entnommene Mehrleistung von 20 000 kW wird der Leistungspreis nur für diese vier Monate in Anrechnung gebracht. Der Vertrag, der bis zum Jahre 1943 läuft, stellt die Fernstromversorgung Berlins für die nächsten 15 Jahre sicher. Nissel.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die Stromübertragung der Württ. Landes-Elektrizitäts-A. G., Stuttgart, betrug 1927 einschl. der von der Gesellschaft als Stromlieferantin abgegebenen Arbeit 145,79 Mill. kWh (100,67 i. V.) und die Benutzungsdauer bei 48 000 kW mittlerer Höchstbelastung (35 000 i. V.) mehr als 3000 h. Nach Durchführung des betrieblichen Zusammenschlusses mit der Überlandwerk Jagstkreis A. G., Ellwangen, besteht jetzt ein geschlossener 60 kV-Ring: Niederstotzingen—Ellwangen—Heilbronn—Bieringen—Trochtelfingen—Ulm und zurück[2], der sich aus Leitungsanlagen verschiedener württembergischer Unternehmungen zusammensetzt. Nach längeren Verhandlungen ist auch ein Stromlieferungsvertrag zwischen dem Badenwerk einerseits, der Neckarwerke A. G., Eßlingen, und dem Städt. Elektrizitätswerk Stuttgart anderseits zum Abschluß gekommen. Für die Fortleitung des vom Badenwerk an letztere beiden Unternehmen gelieferten Stromes verlängert die WLAG ihre 100 kV-Leitung vom Unterwerk Obertürkheim bis zur württembergisch-badischen Landesgrenze (Pinache). Hierdurch und mit dem Ausbau der Teilstrecke Landesgrenze—Pforzheim seitens des Badenwerks wird die für die süddeutsche Kraftwirtschaft so wichtige 100 kV - Westostverbindung geschaffen und der Zusammenschluß Badenwerk—Bayernwerk über die Anlagen der Berichterstatterin ermöglicht. Aus Stromübertragung und -verkauf hat die WLAG 935 881 RM (694 049 i. V.), aus sonstigen Quellen 37 252 RM (45 554 i. V.) eingenommen. Der Reingewinn betrug 335 573 RM (258 148 i. V.) und die Dividende 6 % auf 5 Mill. RM vollbezahltes Aktienkapital (5 % auf 4,5 Mill. RM i. V.).

Hauptsächlich infolge stärkerer Belieferung der Großindustrie ist die Stromabgabe der Schlesischen Elektricitäts- und Gas-A. G., Breslau, 1927 auf 203,336 Mill. kWh gestiegen (162,797 i. V.). Zwischen dem Kraftwerk Zaborze, dessen Leistung man um 22 000 kW erhöht hat, und dem Umspannwerk Beuthen wurde eine neue 60 kV-Leitung verlegt. Die Umspannwerke Beuthen (Miechowitz) und Zaborze sind verstärkt, das 20 kV-Netz, das 6 kV-Kabelnetz und die Niederspannungsnetze weiter ausgebaut worden. Der Geschäftsgewinn betrug 7 463 557 RM (6 329 921 i. V.), der Reingewinn 3 795 189 RM (3 031 837 i. V.) und die Dividende wieder 10 % auf nunmehr rd. 32,042 Mill. RM Aktienkapital.

Die Thüringer Gasgesellschaft, Leipzig, deren Stromabgabe sich 1927 auf 176,1 Mill. kWh erhöht hat (136,4 i. V.) und die gemeinsam mit der Energie-A. G. Leipzig in enge Beziehungen zur A. G. für Licht- und Kraftversorgung, München, getreten ist, sagt in ihrem Bericht hinsichtlich des Steuervorrechtes der staatlichen und kommunalen Werke, daß dieser Umstand sich um so härter für die privatwirtschaftlich und gemischtwirtschaftlich betriebenen Unternehmen auswirke, als diese zumeist mit deutschem Kapital finanziert worden seien, während die kommunalen Unternehmungen ihren Kapitalbedarf vielfach durch Auslandanleihen gedeckt hätten und daher einen guten Teil ihrer Erträgnisse in Form von Zinsen an das Ausland abführen müßten. „Die ungeheuerliche steuerliche Ungerechtigkeit läuft somit auf nichts anderes hinaus, als auf eine einseitige schwere steuerliche Belastung der Versorgungsbetriebe, wenn an diesen eine Fachgesellschaft auch nur mit einer Reichsmark beteiligt ist, während die vielfach mit ausländischem Anleihekapital arbeitenden Staats- und Kommunalbetriebe, obwohl sie erhebliche Zinsen an das Ausland abführen, trotzdem voll im Besitz eines weitgehenden Steuervorrechts bleiben. Wenn die Vertreter der öffentlichen Hand die Aufrechterhaltung dieses Steuervorrechts als notwendige Voraussetzung für die Beibehaltung der jetzigen Tarife der kommunalen Versorgungsbetriebe bezeichnen, so wird damit auch von dieser Seite die Überlegenheit der privatwirtschaftlichen und gemischtwirtschaftlichen Betriebsform gegenüber den kommunalen Versorgungsbetrieben anerkannt."

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Deutsches Gesetz, betreffend die internationale Übereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums. — Durch Gesetz vom 31. III. 1928[1] hat das Deutsche Reich den am 6. XI. 1925 auf der Haager Konferenz unterzeichneten Verträgen zugestimmt, die die Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutze des gewerblichen Eigentums, das revidierte Madrider Abkommen, betreffend die Unterdrückung falscher Herkunftsangaben auf Waren, das revidierte Madrider Abkommen, betreffend die internationale Registrierung von Fabrik- oder Handelsmarken, und das neue Abkommen über die internationale Hinterlegung gewerblicher Muster oder Modelle betreffen. Über diese Verträge und die durch sie herbeigeführten Änderungen ist in der ETZ 1926, S. 83, bereits ausführlich berichtet worden.

Durch das Gesetz wird ferner bestimmt, daß das Reichspatentamt die Geschäfte übernimmt, die nach dem Haager Musterabkommen einer inländischen Behörde zufallen, und Bestimmungen über das Verfahren erlassen kann. Der Zeitpunkt, an dem die Verträge wirksam werden, ist im Reichsgesetzblatt bekanntzumachen. Nach den Bestimmungen der vier Abkommen hätten diese in einem Monat nach Hinterlegung der Ratifikationen im Haag in Kraft zu treten, die spätestens am 1. V. 1928 erfolgen sollte, so daß die Veröffentlichung wohl bald zu erwarten ist.

Prioritätsbeanspruchung in Frankreich. — Nach einer neuen Bestimmung des französischen Patentamtes kann die Beanspruchung der Priorität ausländischer Patentanmeldungen binnen zwei Monaten vom Einreichungstage ab nachgeholt werden.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 766.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 1038.



[1] RGBl. II. 1928, Nr. 14, S. 175.

Änderungen im gewerblichen Rechtsschutz Großbritanniens. — Durch ein am 28. III. 1928 wirksam gewordenes Gesetz wird bestimmt, daß die Ausübung einer patentierten Erfindung innerhalb von drei Jahren nach der Erteilung (Datum der Siegelung) des Patentes erfolgen muß. Bisher bestand hierfür eine Frist von vier Jahren vom Tage der Anmeldung an. Da als solcher bei Prioritätsanmeldungen der Tag der ersten Anmeldung galt, wird in der Regel die neue Festsetzung für deutsche Patentinhaber etwas günstiger sein.

Außerdem ist die Prioritätsfrist für Warenzeichen- und Musteranmeldungen unter den Prioritätsabkommen von vier auf sechs Monate vom Datum der Stammanmeldung an ausgedehnt worden. Diese Änderungen sind offenbar in dem Bestreben erfolgt, die britische Gesetzgebung dem Haager Abkommen anzupassen.

Nichtigkeitserklärung von Patenten in Spanien. — Durch kgl. Dekret vom 17. II. 1928 ist bestimmt worden, daß auf Antrag eines Interessenten die Nichtigkeitserklärung von Erfindungs- und Einführungspatenten erfolgen kann, wenn sie der Neuheit entbehren oder als allgemein gebraucht anerkannt sind bzw. infolge Erlöschens eines früheren Patentes Gemeingut geworden sind. Der Antrag muß innerhalb von drei Jahren vom Tage der Erteilung des angefochtenen Patentes ab unter Beifügung der Beweismittel beim Patentamt gestellt werden. Ferner ist nachzuweisen, daß eine andere Person die Ausbeutung bzw. Ausführung des Gegenstandes durchgeführt oder vorbereitet hat und genügende industrielle Leistungsfähigkeit zur Ausbeutung besitzt. Der Antrag wird im Amtsblatt veröffentlicht, worauf der Patentinhaber binnen zwei Monaten seine Einwände vorbringen kann. Dann erfolgt die Begutachtung durch das Amt und andere Stellen, worauf der Arbeitsminister endgültig entscheidet.

Änderungen im gewerblichen Rechtsschutz Polens. — Durch eine Verordnung vom 27. IV. 1928 werden die Jahresgebühren für Patente, die Schutzgebühren für Gebrauchsmuster und die 10jährigen Schutzgebühren für Warenzeichen erhöht, während die Anmeldegebühren für diese Rechte sowie die Schutzgebühren für die Geschmacksmuster unverändert bleiben. Weiterhin kann die fällige Jahres- oder Schutzgebühr binnen sechs Monaten vom Fälligkeitstage noch entrichtet werden, u. zw. in den ersten drei Monaten wie bisher mit 5 %, 10 % bzw. 15 %, ferner im vierten Monat mit 35 %, im fünften mit 65 % und im sechsten Monat mit 100 % Zuschlag. Jedoch gilt diese Bestimmung nur für Patente und Muster, während die Schutzgebühr und Klassengebühren für Warenzeichen innerhalb der vom Patentamt festgesetzten Frist entrichtet werden müssen und eine Überschreitung letzterer nicht zulässig ist.

Ferner muß ein Patent oder Gebrauchsmuster nach Ablauf der ersten drei Jahre in einem Umfang ausgeführt werden, der annähernd den inländischen Verbrauch deckt. Geschieht dies nicht, so hat der Schutzinhaber die Abgabe von Lizenzen in drei aufeinander folgenden Nummern des Amtsblattes anzubieten. Wird dann keine Lizenz erteilt oder das Schutzrecht von den Lizenznehmern nicht im vorgeschriebenen Umfang ausgeübt, so kann auf Zurücknahme des Patentes geklagt werden, allerdings erst nach Ablauf von fünf Jahren von der Erteilung des Patentes an gerechnet.

Schließlich ist bestimmt worden, daß die Priorität aus einer ausländischen Anmeldung gleichzeitig mit der polnischen Anmeldung oder spätestens innerhalb von drei Monaten beantragt werden muß.

Warenzeichenerneuerung in Griechenland. — Nach einer Gesetzesänderung muß bei Erneuerung eines in Griechenland eingetragenen Warenzeichens ausländischer Inhaber eine Bescheinigung beigebracht werden, wonach das Heimatszeichen rechtzeitig erneuert ist. Diese Unterlagen waren spätestens bis zum 20. V. 1928 (für Amerika 20. VI.) für alle Warenzeichen einzureichen, die vor dem 20. III. 1928 eingetragen oder erneuert wurden. Diese Formalität kommt nur dann in Betracht, wenn das betreffende Warenzeichen im Heimatlande vor Ablauf der Schutzfrist in Griechenland zu erneuern wäre. Für die Warenzeichen, die in Griechenland nach dem 20. III. eingetragen oder erneuert werden, wird eine Frist von zwei Monaten (für Amerika drei Monate) vom Ablauf der Schutzfrist im Heimatlande ab gesetzt.

Statistik der Geschmacksmuster[1]. — Im Jahre 1927 wurden an 446 (1926: 411) Gerichten von 2659 (2499) Urhebern 77 591 (78 021) Geschmacksmuster eingetragen, so daß sich die Zahl der Geschmacksmuster annähernd auf gleicher Höhe gehalten hat. An den Eintragungen waren hauptsächlich beteiligt: Barmen mit 8890, Berlin mit 6121, Plauen mit 4149, Glauchau mit 3765, Dresden mit 3328, Meerane mit 3311, Leipzig mit 3159, worunter 1125 für Ausländer eingetragene Muster sind, die bekanntlich sämtlich in Leipzig angemeldet werden müssen, und Stuttgart mit 2023 Mustern.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 409.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

XXXIII. Jahresversammlung des VDE in Berlin vom 17. bis 19. Juni 1928.

Wir verweisen auf das ausführliche Programm unserer vom 17. bis 19. Juni 1928 in Berlin stattfindenden Jahresversammlung in der ETZ, Heft 13, S. 514, und Heft 18, S. 699.

Diejenigen Mitglieder, die bis heute noch nicht im Besitze einer Einladung zu unserer Jahresversammlung sind, bitten wir, sich sofort an unsere Geschäftsstelle zu wenden.

Das ETZ-Sonderheft zur Jahresversammlung Nr. 24 vom 14. Juni 1928 enthält den Vortrag des Herrn Reichsbahndirektor Wechmann am ersten Verbandstag und den Vortrag des Herrn Geheimrat Reichel am zweiten Verbandstag.

Interessenten können zu den obengenannten Vorträgen von unserer Geschäftsstelle Fahnenabzüge erhalten.

Kommission für Bahnwesen.

Ein Unterausschuß der Normgruppe „Elektrische Bahnen" beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie hat Normenvorschläge für einen Walzenstromabnehmer für Abraumbahnen ausgearbeitet. Die Normblattentwürfe sind nach dem Grundsatz aufgestellt worden, daß nur die Teile genormt werden sollen, die dem Verschleiß und der Beschädigung besonders ausgesetzt sind. Sie behandeln folgende Teile:

DIN VDE 3175 Übersichtzeichnung des gesamten Walzenstromabnehmers,
„ „ 3176 Fußlager,
„ „ 3177 Spitzwinklige Rohrfassung,
„ „ 3178 Stumpfwinklige Rohrfassung,
„ „ 3179 Mittleres Gelenk,
„ „ 3180 Obere Rohrfassung,
„ „ 3181 Isolierstück und Walze,
„ „ 3182 Oberes Gelenk,
„ „ 3183 Fangbügel.

Die Entwürfe sind in den DIN-Mitteilungen, Heft 9 vom 3. Mai 1928 (Zeitschrift „Maschinenbau") erschienen; sie stehen Interessenten durch den Deutschen Normenausschuß auf Anfordern zur Verfügung. Im Einverständnis mit dem Normenausschuß ist die ursprünglich auf den 15. Juni 1928 festgesetzte Einspruchsfrist bis zum 15. Juli 1928 verlängert worden.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Kommission hat in ETZ 1928, S. 557 ff. folgende neue Arbeiten veröffentlicht:

1. Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Wechselstrom-Niederspanungsanlagen entnommen wird (Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger),
2. Änderungen an den ab 1. April 1927 in Kraft befindlichen „Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Wechselstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Wechselstrom-Netzanschlußgeräte)",



3. Änderungen an den ab 1. Juli 1927 in Kraft befindlichen „Vorschriften für Geräte, die zur Entnahme von Betriebstrom für Rundfunkgeräte aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen dienen (Gleichstrom-Netzanschlußgeräte)",
4. Änderungen an den ab 1. Juli 1927 in Kraft befindlichen „Vorschriften für Rundfunkgeräte mit eingebauter Netzanschlußeinrichtung, bei denen Betriebstrom aus Gleichstrom-Niederspannungsanlagen entnommen wird (Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger)".

Die an der vorgenannten Stelle der ETZ veröffentlichten Arbeiten werden der Jahresversammlung 1928 noch nicht zur Beschlußfassung vorgelegt, da voraussichtlich noch mit wesentlichen Änderungen gerechnet werden muß, besonders auch im Hinblick auf noch in Bearbeitung befindliche Vorschriften für Kopfhörer und Lautsprecher.

Infolgedessen bleiben die bisherigen Vorschriften, nämlich

1. Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschlußgeräte vom 1. April 1927,
2. Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschlußgeräte vom 1. Juli 1927,
3. Vorschriften für Gleichstrom-Netzanschluß-Empfänger vom 1. Juli 1927

bis auf weiteres unverändert in Kraft.

Für die geplanten Vorschriften für Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger soll der obengenannte Entwurf bzw. die in Arbeit befindliche Neufassung als Richtlinie für die Prüfstelle des VDE zur Begutachtung derartiger Geräte in der Zwischenzeit dienen.

Für Wechselstrom-Netzanschluß-Empfänger finden daher bis auf weiteres Zeichenprüfungen zur Erteilung des VDE-Prüfzeichens nicht statt.

Die Kommission hat weiter in ETZ 1928, S. 591 einen Entwurf zu

Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten

veröffentlicht.

Die gegen diese Veröffentlichung eingegangenen Einwände sind in der Kommission bearbeitet worden und haben zu dem nachstehend veröffentlichten Schlußentwurf geführt, der der Jahresversammlung 1928 mit der Maßgabe zur Beschlußfassung vorgelegt wird, daß diese Regeln mit dem 1. Juli 1928 in Kraft treten sollen.

Schlußentwurf.

Regeln für den Bau und die Prüfung von Hochfrequenz-Heilgeräten.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am 1. Juli 1928 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für Hochfrequenz-Heilgeräte, die an Starkstrom-Niederspannungsnetze angeschlossen werden. Sie sind Angaben, die wie Vorschriften zu erfüllen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

[1] Angenommen durch die Jahresversammlung....

II. Begriffserklärung.

§ 3.

Hochfrequenz-Heilgeräte im Sinne dieser Regeln sind Geräte, die an Starkstrom-Niederspannungsanlagen (gemäß § 2a der „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln") angeschlossen werden und einen Unterbrecher sowie einen Hochfrequenztransformator enthalten, dessen Hochspannungspol mit einem Anschluß für Elektroden zur Behandlung des menschlichen Körpers mit Sprühentladungen versehen ist.

III. Normalwerte.

§ 4.

Normale Nennspannungen.

Normale Nennspannungen für Hochfrequenz-Heilgeräte sind 110 und 220 V.

IV. Bestimmungen.

A. Bau.

§ 5.

Allgemeines.

Die Geräte sollen den im Betriebe vorkommenden elektrischen und mechanischen Beanspruchungen standhalten und den „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen nebst Ausführungsregeln" entsprechen.

Alle verwendeten Baustoffe dürfen, sofern sie als Schutz verwendet werden, bei 70° C und, sofern sie als Träger spannungsführender Teile verwendet werden, bei 100° C keine den Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleiden.

§ 6.

Berührungschutz.

Kein mit dem Netz leitend verbundener Teil des Gerätes darf der zufälligen Berührung zugänglich sein.

Falls zwischen einem der Berührung zugänglichen Metallteile und dem Netz ein Kondensator liegt, darf seine Kapazität 0,005 μF nicht überschreiten.

§ 7.

Kriech- und Luftstrecken.

Die kürzeste Kriech- und Luftstrecke zwischen den mit dem Netz leitend verbundenen Teilen und

1. den der Berührung zugänglichen Metallteilen,
2. der Sekundärspule des Hochfrequenztransformators

soll 3 mm nicht unterschreiten.

§ 8.

Bedienungsteile.

Durch das Gehäuse hervorragende Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen u. dgl. sind gegen die Netzspannung zu isolieren. Sie selbst und die mit ihnen leitend verbundenen Metallteile (z. B. Madenschrauben) dürfen der zufälligen Berührung nicht zugänglich sein.

Schalter sollen außerdem den VDE-Vorschriften für Schalter entsprechen (Dosenschalter, Handgeräte-Einbauschalter). Sie sollen so eingebaut sein, daß sie mechanischen Beschädigungen bei Gebrauch nicht ausgesetzt sind.

§ 9.

Wicklung.

Die Hochfrequenzwicklung soll nach außen durch ein fugenloses Rohr aus feuchtigkeitsicherem Isolierstoff abgedeckt sein. Die Dicke dieses Isolierstoffes soll so bemessen sein, daß ein Überschlag der Hochspannung auf die das Gerät haltende Hand mit Sicherheit verhütet wird.

Zwischen dem Anschluß für die Behandlungs-Elektroden und der Primärwicklung des Hochfrequenztransformators darf keine leitende Verbindung bestehen. Die Isolation soll eine solche Durchschlagsfestigkeit haben, daß sie bei geerdetem Hochspannungspol einen Betrieb von ½ h, ohne Schaden zu nehmen, aushält.

§ 10.

Erwärmung und Kurzschlußsicherheit.

Die Geräte sollen so gebaut sein, daß sie sowohl bei arbeitendem als auch bei kurzgeschlossenem Unterbrecher während je ½ h an Gleichstrom angeschaltet werden können, ohne Schaden zu leiden. Die Übertemperatur an frei zugänglichen Außenteilen darf dabei 50° C nicht überschreiten. Für die Erwärmung der Innenteile gelten die „Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannung-Starkstromnetze durch Transformatoren", Ziffer 6. Die

Erwärmung kann entweder durch entsprechende Bemessung der Wicklung oder durch Einbau einer bei höchstens 90° C abschmelzenden Sicherung (z. B. aus Woodschem Metall) begrenzt werden.

§ 11.

Haltbarkeit.

Alle elektrischen Verbindungen sollen so ausgeführt sein, daß sie sich durch die betriebsmäßige Erwärmung, die etwaigen Formveränderungen der Isolierstoffe sowie durch die betriebsmäßigen Erschütterungen nicht lockern. Der Kontaktdruck darf nicht über eine Zwischenlage aus Isolierstoff übertragen werden. Die Anschluß- und Verbindungsstellen sollen so angeordnet sein, daß sie Beschädigungen entzogen sind.

§ 12.

Anschluß- und Verbindungsleitungen.

Biegsame Verbindungsleitungen zwischen dem Netz und dem Gerät sollen mit dem Gerät oder, falls das Gerät aus mehreren Teilen zusammengesetzt ist, mit einem seiner Teile fest verbunden sein.

Als biegsame Verbindungsleitungen sind nur runde Zimmerschnüre (NSA), leichte Anschlußleitungen (NHH) oder Gummischlauchleitungen (NLH, NLHG, NMH, NSH) nach den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L" zulässig. Bei Gummischlauchleitungen ist die Verwendung eines Metallspiralschlauches zulässig.

Die Verbindungsleitungen sollen an den Anschlußstellen ihrer beiden Enden von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungen gegen Verdrehen gesichert sein.

Die inneren Verbindungsleitungen sollen so geführt und befestigt sein, daß sie durch Erwärmung oder Erschütterungen nicht gelockert werden und mit den Gehäuseteilen nicht in leitende Berührung kommen können.

Sofern nicht andere Vorkehrungen getroffen sind, soll bei Einführung der Zuleitungen in das Gerät durch Metallteile eine isolierende Buchse verwendet werden, die im Gerät gesichert befestigt ist.

§ 13.

Aufschriften.

Aufschriften sollen dauerhaft und gut leserlich am Hauptteil des Gerätes angebracht sein; sie sollen umfassen:

1. Nennspannung,
2. Ursprungzeichen,
3. Prüfzeichen des VDE, soweit von der Prüfstelle des VDE die Genehmigung hierzu erteilt ist.

§ 14.

Verhütung von Störwirkungen.

Die Geräte sollen mit Einrichtungen versehen sein, die bewirken, daß durch ihren Betrieb benachbarte Funkempfänger nicht gestört werden.

B. Prüfung.

§ 15.

Feuchtigkeitsaufnahme.

Die Geräte sollen einer Feuchtigkeitsprüfung gemäß „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang" unterworfen werden.

§ 16.

Isolierfestigkeit.

Die Isolation soll unmittelbar nach der Feuchtigkeitsprobe eine langsam gesteigerte Wechselspannung von 2000 V bei 50 Per/s 1 min lang aushalten und zwar zwischen:

1. den mit Stanniol umwickelten Oberflächen des Gerätes und dem Netzanschluß,
2. den vom Netz isolierten, der Berührung zugänglichen Metallteilen und dem Netzanschluß.

Die Prüfspannung ist zu verdoppeln, wenn ein Metallteil bei der Benutzung des Gerätes mit der Hand umfaßt wird.

Kommission für Lichttechnik.

Die „Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft" hat die

„Bezeichnungen und Einheiten lichttechnischer Größen"

neu bearbeitet und deren neue Fassung in die

„Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung" (angenommen durch die Jahresversammlung des VDE 1925, veröffentlicht ETZ 1925, S. 471, und 1526, Sonderdruck VDE 335)

aufgenommen.

Die „Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft" hat ferner einen Entwurf zu

„Regeln für die Photometrierung elektrischer Lampen"

aufgestellt.

Die Kommission für Lichttechnik hat beide Entwürfe eingehend geprüft und empfiehlt eine Annahme durch die Jahresversammlung des VDE 1928.

Die Entwürfe waren mit einer Einspruchsfrist in der Zeitschrift „Licht und Lampe" 1927, Heft 23 vom 17. XI. S. 767, veröffentlicht. Der auf Grund der eingegangenen Einsprüche aufgestellte endgültige Wortlaut wird nachstehend als Vorlage für die Jahresversammlung bekanntgegeben.

Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung.

Gültig ab 1. Juli 1928.

A. Licht.

Bezeichnungen und Einheiten lichttechnischer Größen.

I. Bezeichnungen.

Bezeichnung	Zeichen	Erklärung
Lichtstrom	Φ	Der Lichtstrom einer Lichtquelle ist die von ihr ausgestrahlte, photometrisch bewertete Leistung.
Lichtstärke	I	Die Lichtstärke einer punktförmigen Lichtquelle in einer bestimmten Richtung ist der Quotient aus dem Lichtstrom in dieser Richtung und dem durchstrahlten Raumwinkel (Raumwinkel-Lichtstromdichte). Ausgedehnte Lichtquellen lassen sich für ihre Wirkung in hinreichend große Entfernung als punktförmig ansehen.
Beleuchtungsstärke	E	Die Beleuchtungsstärke einer Fläche ist der Quotient aus dem auf diese Fläche fallenden Lichtstrom und der Größe der Fläche (Flächen-Lichtstromdichte). Allgemein ergibt sich so die mittlere Beleuchtungsstärke der Fläche. Die Beleuchtungsstärke in einem Punkte der Fläche wird erhalten, wenn man die Fläche um diesen Punkt herum genügend klein annimmt.
Leuchtdichte	B	Die Leuchtdichte (früher Flächenhelle) einer Fläche in einer bestimmten Richtung ist der Quotient aus der Lichtstärke der Fläche in dieser Richtung und der senkrechten Projektion der Fläche auf eine zu dieser Richtung senkrechte Ebene. Allgemein ergibt sich so die mittlere Leuchtdichte der Fläche. Die Leuchtdichte in einem Punkte der Fläche wird erhalten, wenn man die Fläche um diesen Punkt herum genügend klein annimmt.
Spezif. Lichtausstrahlung	R	Die spezifische Lichtausstrahlung einer Fläche ist der Quotient aus dem von dieser Fläche ausgestrahlten Lichtstrom und der Größe der Fläche. Allgemein erhält man so die mittlere spezifische Lichtausstrahlung der Fläche. Die spezifische Lichtausstrahlung in einem Punkte der Fläche wird erhalten, wenn man die Fläche um diesen Punkt herum genügend klein annimmt.
Lichtausbeute	η	Die Lichtausbeute einer Lichtquelle ist der Quotient aus dem von ihr ausgestrahlten Gesamtlichtstrom und der aufgenommenen Leistung.
Photometrisches Strahlungsäquivalent	K_λ	Das photometrische Strahlungsäquivalent einer monochromen Strahlung ist der Quotient aus dem ausgestrahlten Lichtstrom und der ihn hervorrufenden Strahlungsleistung.
Relative Augenempfindlichkeit	V_λ	Die relative Augenempfindlichkeit für eine monochrome Strahlung ist das Verhältnis ihres photometrischen Strahlungsäquivalentes zum Höchstwert der photometrischen Strahlungsäquivalente.



Bezeichnung	Zeichen	Erklärung
Reflexion	ϱ	Die Reflexion eines Körpers ist das Verhältnis des von dem Körper zurückgestrahlten Lichtstromes zu dem aufgestrahlten Lichtstrom. Die Reflexion kann gerichtet, gestreut oder gemischt sein.
Absorption	α	Die Absorption eines Körpers ist das Verhältnis des von dem Körper absorbierten Lichtstromes zu dem aufgestrahlten Lichtstrom.
Durchlässigkeit	τ	Die Durchlässigkeit eines Körpers ist das Verhältnis des von dem Körper durchgelassenen Lichtstroms zu dem aufgestrahlten Lichtstrom. Die Durchlässigkeit kann gerichtet, gestreut oder gemischt sein.

II. Einheiten.

Bezeichnung	Einheit	Zeichen	Erklärung
Lichtstärke	Hefnerkerze	HK	Eine Hefnerkerze ist die Lichtstärke, mit der die unter Normalbedingungen brennende Hefnerlampe in horizontaler Richtung leuchtet.
Lichtstrom	Lumen	Lm	Der Lichtstrom 1 Lumen wird erhalten, wenn eine Lichtquelle die Lichtstärke 1 Hefnerkerze gleichmäßig in die Einheit des Raumwinkels strahlt[1]
Beleuchtungsstärke	Lux	Lx	Die Beleuchtungsstärke 1 Lux wird erhalten, wenn der Lichtstrom 1 Lumen auf die Fläche 1 m^2 aufgestrahlt wird.
Leuchtdichte	Stilb	Sb	Die Leuchtdichte 1 Stilb wird erhalten, wenn die Lichtstärke 1 Hefnerkerze von einer ebenen Fläche von 1 cm^2 in senkrechter Richtung abgestrahlt wird.

III. Beziehungen zwischen den verschiedenen Größen und Einheiten.

Zwischen den verschiedenen lichttechnischen Größen und Einheiten bestehen gemäß I folgende Beziehungen:

Bezeichnung	Zeichen	Einheit	Zeichen
Lichtstrom	Φ	Lumen	Lm
Lichtstärke	$I = \frac{\Phi}{\omega}$	Hefnerkerze	HK
Beleuchtungsstärke	$E = \frac{\Phi}{F}$	Lux	Lx
Leuchtdichte . . .	$B = \frac{I_\varepsilon}{f \cos \varepsilon}$	Stilb	Sb
Spezifische Lichtausstrahlung	$R = \frac{\Phi}{f}$	Lumen für ein Quadratzentimeter	Lm/cm^2

Hierin bedeuten:

F eine Fläche in m^2,
f eine Fläche in cm^2
ε den Ausstrahlungswinkel (Emissionswinkel),
ω den Raumwinkel.

B. Lampen.

1. Lampen sind photometrisch in erster Linie nach ihrem Lichtstrom zu bewerten. Er ist die für die Bewertung wichtigste Größe.

2. Die Lampen sind in betriebsmäßigem Zustande zu messen. Die wesentlichen Betriebsbedingungen und die Art der Ausrüstung der Lampe sind zu kennzeichnen.

3. Die Lichtausstrahlung der Lampen in Abhängigkeit von der Ausstrahlungsrichtung wird durch die Lichtverteilungskurve und die Lichtstromkurve gekennzeichnet.

Die Lichtverteilungskurve gibt die mittleren Lichtstärken unter den verschiedenen Ausstrahlungswinkeln gegen die Vertikale an. Sie wird in Polarkoordinaten winkelgetreu und mit gleichmäßig geteilter Lichtstärkenskale dargestellt; die Ausstrahlungswinkel sind von der nach unten gerichteten Vertikalachse aus zu rechnen. In besonderen Fällen können die Lichtstärken unter Hinweis hierauf logarithmisch aufgetragen werden.

[1] Statt des Lichtstromes (Φ) wird in der Praxis gelegentlich noch die mittlere räumliche Lichtstärke (I_0) in HK angegeben. Sie ist der Mittelwert aus den Lichtstärken in allen Richtungen des Raumes und ergibt sich aus dem Gesamtlichtstrom Φ durch Division mit 4π; $\left(I_0 = \frac{\Phi}{4\pi}\right)$.

Bei Lampen mit stark axialunsymmetrischer Lichtausstrahlung ist die Lichtverteilung in verschiedenen Meridianebenen anzugeben.

Die Lichtstromkurve gibt in rechtwinkligen Koordinaten die Lichtströme in kegelförmige Räume, deren Achse die Vertikale ist, abhängig von dem halben Öffnungswinkel an.

4. Die Lichtausbeute einer Lampe ist das Verhältnis des von ihr ausgestrahlten Gesamtlichtstromes in Lumen zur zugeführten Leistung in Watt oder Kilogramm Calorien (kcal) für die Stunde[2]. Die Lichtausbeute wird daher in Lumen für 1 Watt oder Lumenstunden[3] für 1 kcal angegeben. Soweit die Angaben für Lampen mit gasförmigen, flüssigen oder festen Brennstoffen in Lumenstunden für 1 Liter oder 1 Gramm erfolgen, ist der Heizwert des Brennstoffes mit anzugeben. Hierbei ist die in etwa notwendigen Hilfsvorrichtungen verbrauchte Leistung mit in Rechnung zu setzen.

5. Unter Wirkungsgrad einer betriebsmäßigen Lampenausrüstung versteht man das Verhältnis der Lichtströme der Lampe mit und ohne Ausrüstung. Zur Vergleichung des Wirkungsgrades verschiedener Ausrüstungen sind zusätzliche Angaben über die Art der Ausrüstung und die mit ihr erzielte Lichtverteilung und Leuchtdichte zu machen.

6. Eine Lichtquelle wird gekennzeichnet durch
a) den Verbrauch (Watt, Liter/Stunde, Gramm/Stunde),
b) den Lichtstrom oder die Lichtausbeute,
c) die Betriebspannung des elektrischen Stromes; den Druck, die Beschaffenheit und den Heizwert des Brennstoffes,
d) die Lebens- oder Nutzbrenndauer bei elektrischen Lampen und Glühkörpern.

Die Nutzbrenndauer ist die Zeit, in der der Lichtstrom um einen zu vereinbarenden Teil seines Anfangswertes abgenommen hat.

C. Beleuchtung.

1. Zur photometrischen Beurteilung der Beleuchtung dient die Beleuchtungsstärke auf der Arbeits- oder Gebrauchsfläche. Fehlen besondere Angaben über die Arbeits- oder Gebrauchsfläche, so ist die Beleuchtungsstärke auf der wagerechten Fläche maßgebend, die in 1 m Höhe über dem Fußboden anzunehmen ist.

2. Die Angabe der mittleren Beleuchtungsstärke dieser Fläche genügt in den meisten Fällen. Zur näheren Kennzeichnung ist daneben noch die geringste und die höchste Beleuchtungsstärke anzugeben (Minimal- und Maximalbeleuchtung).

3. Als Gleichmäßigkeit der Beleuchtung wird das Verhältnis der geringsten zur größten Beleuchtungsstärke in Form eines echten Bruches angegeben. Schatten- und Lichtflecke werden in die Messung einbezogen, wenn sie durch die Lampe oder ihr Zubehör unmittelbar hervorgerufen werden.

4. Die Lichtausbeute einer Anlage für die Beleuchtung einer Fläche ist das Verhältnis des gesamten auf die Fläche fallenden Lichtstromes zur gesamten aufgewandten Leistung. Dieser Lichtstrom ist gleich dem Produkt aus der mittleren Beleuchtungsstärke in Lux und der beleuchteten Fläche in m^2.

5. Der Wirkungsgrad einer Anlage für die Beleuchtung einer Fläche ist das Verhältnis des gesamten auf die Fläche fallenden Lichtstromes zu dem gesamten Lichtstrom der Lampen ohne Ausrüstung.

Regeln für die Photometrierung elektrischer Lampen.

A. Ausführung der photometrischen Messungen.

I. Ausführung der Lichtmessung.

1. Allgemeine Regeln.

a) Normallampen und Vergleichslampen.

Die Grundlage der Lichtmessungen ist die Einheit der Lichtstärke, als welche in Deutschland die Hefnerkerze (HK) dient. Dies ist die horizontale Lichtstärke der Hefnerlampe (Einheitslichtquelle) bei 40 mm Flammenhöhe, in Luft von 8,8 Liter/m^3 Wasserdampf-, 0,75 Liter/m^3 Kohlensäuregehalt (reine Luft) und 760 mm Luftdruck. Dem Barometerstand b, dem Wassergehalt f Liter/m^3 und dem Kohlensäuregehalt g Liter/m^3 entspricht die Lichtstärke der Hefnerlampe:

$$1{,}000 - 0{,}0055\,(f - 8{,}8) + 0{,}00015\,(b - 760) - 0{,}0072\,(g - 0{,}75) \text{ HK}.$$

[2] Statt der Lichtausbeute in Lumen/Watt wird gelegentlich noch der spezifische Verbrauch in W/HK angegeben. Die Lichtausbeute ist das 4πfache des reziproken Wertes des spezifischen Verbrauchs.

[3] Die Lumenstunde (Lmh) stellt die Einheit der (auch Lichtmenge genannten) praktischen Arbeitsgröße für die Lichtenergie dar.

Im Ausland ist als Lichtstärkeeinheit die internationale Kerze stark verbreitet, die bei der Farbe der Hefnerlampe = 10/9 der Hefnerkerze ist.

Wegen ihrer umständlichen Handhabung wird die Einheitslichtquelle nur in Ausnahmefällen benutzt. Man gebraucht an ihrer Stelle Normallampen, d. h. mit konstanter Lichtstärke brennende Lampen, die mittels der Einheitslichtquelle ausgewertet sind. Außerdem werden als Zwischenlichtquellen auch noch Vergleichslampen verwendet, und zwar bei Messungen nach der Substitutionsmethode. Hierbei beleuchtet man die eine Seite des Photometerfeldes nacheinander mit der zu messenden Lampe und einer Normallampe, die andere dauernd mit der Vergleichslampe. Es ist nicht nötig, daß die Lichtstärke der Vergleichslampe bekannt ist, jedoch muß sie innerhalb der Meßperiode konstant sein.

Als Zwischenlichtquellen eignen sich besonders elektrische Glühlampen, die mit konstanter Spannung oder besser mit konstanter Stromstärke brennen. Es empfiehlt sich, die Lampen — vor allem Normallampen — mit einer geringeren Belastung als der üblichen zu brennen. Außerdem soll man die Lampen vor dem ersten Gebrauch mindestens 50 Stunden altern und dabei auf Lichtkonstanz prüfen. Ferner dürfen die Lampen keine störenden Reflexe, Schlieren oder Punkte zeigen. Sollen die Zwischenlichtquellen für eine bestimmte Ausstrahlungsrichtung benutzt werden, so ist dies eindeutig auf der Lampe anzugeben. Besonders zweckmäßig sind Lampen, bei denen das Leuchtsystem in einer Ebene angeordnet ist. Soweit es sich um Lampen handelt, bei denen in stehender Lage Formänderungen des Leuchtsystems möglich sind, sind sie hängend zu verwenden. Es empfiehlt sich, als Urnormale von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geeichte Normallampen zu benutzen. Um Änderungen der Lichtstärke dieser Urnormale, die bei häufigem Gebrauch möglich sind, zu vermeiden, sind für den täglichen Gebrauch selbst hergestellte, aus den Urnormalen abgeleitete Gebrauchsnormale zu verwenden.

b) Vorbehandlung der Lampen.

Alle Lampen, d. h. die zu messenden wie die Normal- und Vergleichslampen, müssen vor der Ausführung der Lichtmessung so lange gebrannt werden, bis sie ihren betriebsmäßigen Zustand erreicht haben. Dazu ist vor allem nötig, daß jede Lampe völlig erwärmt ist.

c) Methodisches.

Die meisten photometrischen Messungen beruhen darauf, daß das Auge beurteilt, wann zwei nebeneinanderliegende, diffus leuchtende Flächen (Felder) gleich hell erscheinen (Einstellung auf gleiche Helligkeit). Unter günstigsten Bedingungen wird dabei eine Genauigkeit von 1 % erreicht. Diese Bedingungen sind erfüllt, wenn die beiden Flächen in einer scharfen Grenze aneinanderstoßen, wenn sie in der gleichen oder nahezu gleichen Farbe leuchten, so daß sie bei gleicher Helligkeit als eine einzige gleichmäßig leuchtende Fläche erscheinen, und wenn die Helligkeit in einem — allerdings verhältnismäßig großen — mittleren Bereiche liegt. Bei sehr geringer sowie bei blendender Helligkeit wird die Genauigkeit vermindert. In der Praxis wird zweckmäßig mit einer Helligkeit des Gesichtsfeldes gearbeitet, in der ein mit 10 bis 30 Lux beleuchteter Gipsschirm erscheint.

Doppelt so genau wie bei der Einstellung auf gleiche Helligkeit, also bis auf etwa ½ % genau, vermag das Auge zu beurteilen, wann zwei symmetrisch liegende, leuchtende Flächen a und b aus ihrer gleichfalls leuchtenden Umgebung A und B gleich hell oder dunkel hervortreten (Einstellung auf gleichen Kontrast). Die angegebene höchste Genauigkeit wird erreicht, wenn die Felder a und b gegen ihre Umgebung scharf begrenzt sind, wenn die vier Flächen in gleicher oder nahezu gleicher Farbe leuchten, wenn bei der oben erwähnten Helligkeit gemessen wird, und wenn die Stärke des Kontrastes, d. h. der im Moment der Einstellung sich ergebende Helligkeitsunterschied, zwischen a und B sowie zwischen b und A etwa 3,5 % beträgt.

Bei den Messungen darf sich die Helligkeit der Umgebung von der des Photometerschirmes nicht soweit unterscheiden, daß das Auge des Beobachters in seiner Sehleistung beeinträchtigt wird.

Ein Vergleich verschiedenfarbiger Lichtquellen darf nur von geübten Beobachtern mit normalem Farbensinn ausgeführt werden. Jedoch weichen die Einstellungen verschiedener Beobachter im allgemeinen mehr oder weniger voneinander ab. Zu geringe Helligkeiten sollen wegen des dann auftretenden Purkinjeschen Phänomens (Liebenthal, Praktische Photometrie 1907, S. 61) vermieden werden.

Von den für den Vergleich verschiedenfarbiger Lichtquellen vorgeschlagenen Methoden seien folgende erwähnt:

α) Methode gleicher Helligkeit.

Man stellt so ein, daß die Grenze zwischen den beiden Feldern möglichst verwaschen erscheint.

Zur Erleichterung der Einstellung schaltet man Farbfilter ein, die den Farbenunterschied möglichst zum Verschwinden bringen. Ihr Einfluß ist durch eine besondere Messung zu bestimmen.

β) Flimmermethode.

Man beleuchtet ein und dasselbe Feld nacheinander durch die beiden zu vergleichenden Lichtquellen oder zwei Felder nacheinander durch je eine der beiden Lichtquellen und schließt daraus, daß das Flimmern aufhört oder ein Minimum erreicht, auf Gleichheit der Beleuchtungsstärke.

Unter den in Gebrauch befindlichen Photometern seien genannt:

α) von den als stationäre Phtometer in Verbindung mit einer Photometerbank zu benutzenden Photometeraufsätzen die Photometeraufsätze für Gleichheit und Kontrast nach Lummer und Brodhun, nach Martens und Bechstein.

β) von den tragbaren Photometern (Universal-Photometer) die Photometer nach Weber, nach Brodhun und nach Bechstein.

Es ist darauf hinzuweisen, daß bei der Verwendung durchscheinender Photometerschirme wegen ihrer selektiven Eigenschaften Vorsicht zu üben ist.

2. Ausführung der Messung im einzelnen.

a) Messung der Lichtstärke in einer bestimmten Ausstrahlungsrichtung.

Die Lichtstärke in einer bestimmten Ausstrahlungsrichtung wird mit einem Photometeraufsatz auf der Photometerbank oder mit einem tragbaren Photometer gemessen. Sie wird entweder aus den abgelesenen Entfernungen berechnet oder aus Skalen entnommen.

Bei der Messung auf der Photometerbank vergleicht man die zu messende Lampe entweder direkt mit einer Normallampe (direkte Methode) oder beide Lampen nacheinander mit einer Vergleichslampe (Substitutionsmethode). Dabei kann man den Photometeraufsatz entweder allein oder in fester Verbindung mit der Normallampe (direkte Methode) oder mit der Vergleichslampe (Substitutionsmethode) verschieben. Fehler, die durch Unsymmetrie des Photometeraufsatzes — nur bei der direkten Methode — entstehen können, werden vermieden, indem man zwei Messungen, die eine bei der gewöhnlichen Lage des Photometeraufsatzes, die andere nach Umlegen desselben um eine horizontale Achse, ausführt und aus beiden Messungen das Mittel nimmt.

Mit tragbaren Photometern lassen sich nur Messungen nach der Substitutionsmethode ausführen.

Um die Lichtstärke in einer bestimmten Ausstrahlungsrichtung zu messen, muß man die Anordnung so wählen, daß das Licht der gegebenen Ausstrahlungsrichtung in die Photometerachse fällt. Vielfach kann man dies durch Drehung der Lampe um zwei zueinander senkrechte Achsen erreichen. Kann man die Lampe nur in bestimmter (im allgemeinen vertikaler) Lage brennen oder sind Änderungen der Lichtstärke z. B. bei elektrischen Glühlampen infolge anderen Durchhanges oder anderer Auflage des Leuchtsystems in den Unterstützungspunkten zu befürchten, so mißt man mit tragbaren Photometern in der vorgeschriebenen Richtung, wobei man die zu messende Lichtquelle in der Höhe verstellt, oder benutzt Spiegelapparate. Bei ihrer Verwendung führt man im allgemeinen nur relative Messungen aus und bestimmt den Reflexionsverlust durch eine direkte Messung.

Bei allen Messungen ist darauf zu achten, daß die zu vergleichenden Strahlungen unabgeblendet auf die Meßvorrichtung fallen, und daß jedes fremde oder reflektierende Licht vom Photometer ferngehalten wird (Liebenthal S. 313).

b) Bestimmung der mittleren Lichtstärke unter einem bestimmten Ausstrahlungswinkel.

Von den mittleren Lichtstärken wird im allgemeinen die mittlere horizontale am häufigsten bestimmt. Dazu photometriert man in einer hinreichend großen Anzahl gleich weit voneinander entfernter Richtungen und bildet das Mittel aus den einzelnen Messungen. Doch kann man die mittlere horizontale Lichtstärke auch durch eine einzige Messung ermitteln, indem man die Lampe um ihre vertikale Achse rotieren läßt, oder indem man einen Winkelspiegel um die Lampe rotieren läßt. Diese Methoden sind nur anwendbar, wenn die Lichtstärke und die Lichtverteilung durch die Rotation nicht beeinflußt werden.

Die mittlere Lichtstärke unter einem beliebigen Ausstrahlungswinkel wird in analoger Weise unter Benutzung

der im vorstehenden unter *a* und *b* beschriebenen Meßmethoden bestimmt.

c) Bestimmung des Lichtstromes.

Der Lichtstrom kann aus einer hinreichend großen Zahl von mittleren Lichtstärken unter fortschreitenden Ausstrahlungswinkeln rechnerisch oder auf graphischem Wege (vergl. Abschnitt B) ermittelt werden. Zur unmittelbaren Messung des Lichtstromes dient die Ulbrichtsche Kugel in Verbindung mit einem Photometer (am besten Universal-Photometer) als Meßapparat. Es wird nach der Substitutionsmethode gearbeitet. Mit Rücksicht auf die Eigenschaften des Kugelanstriches ist es wünschenswert, daß die zur Eichung der Kugel benutzte Normallampe dieselbe Lichtfarbe und möglichst die gleiche Lichtverteilung wie die zu messende Lampe besitzt.

Über die zweckmäßige Größe der Kugel und der erforderlichen Blende, über die Beschaffenheit des Anstrichs und über die Eichung der Kugel, sowie über den Einfluß von in der Kugel befindlichen Fremdkörpern ist näheres zu entnehmen aus:

Ulbricht: Das Kugelphotometer (München und Berlin 1920).

Liebenthal: Praktische Photometrie (Braunschweig 1907), Seite 307 ff.

Uppenborn-Monasch: Lehrbuch der Photometrie (München und Berlin 1912), Seite 269 ff.[1].

II. Ausführung der elektrischen Messungen.

1. Allgemeine Regeln.

a) Meßinstrumente.

Um beim Photometrieren die erforderliche Genauigkeit erreichen zu können, ist es notwendig, empfindliche und sorgfältig geeichte Meßinstrumente zur Bestimmung von Stromstärke und Spannung zu benutzen, weil geringe Änderungen der Stromstärke oder der Spannung die Lichtstärke erheblich beeinflussen. Eine Änderung der Lichtstärke von 1 % wird z. B. bei der Metalldrahtlampe durch eine Änderung der Spannung von etwa 0,28 Prozent, der Stromstärke von etwa 0,17 % hervorgerufen.

Die Empfindlichkeit der besten Instrumente, der Präzisionsdrehspulinstrumente mit Spiegelskala und Messerzeiger, ist deshalb gerade ausreichend, um eine Genauigkeit von 1 % bei den photometrischen Messungen zu ermöglichen. Die Meßbereiche sind derart zu wählen, daß möglichst nur im oberen Teile der Skala gearbeitet wird.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Messungen mit Gleichstrom auszuführen, um die empfindlichen Drehspulinstrumente benutzen zu können. Es ist vorteilhaft, für eine konstante Spannung der Stromquelle zu sorgen. Bei Gleichstrom ist deshalb die Verwendung einer Akkumulatorenbatterie von ausreichender Kapazität zweckmäßig. Wegen der Temperaturabhängigkeit der elektrischen Meßinstrumente soll im Versuchsraum nach Möglichkeit die normale Zimmertemperatur von etwa 20 ° C herrschen.

Über die für besonders genaue Messungen in Betracht kommenden Kompensationsmethoden vergl. Liebenthal Seite 315.

b) Aufstellung und Zuleitung.

Die Instumente müssen so weit voneinander entfernt aufgestellt werden, daß keine gegenseitige Beeinflussung stattfinden kann. Entsprechend sind die Vorschaltwiderstände und Zuführungsleitungen so anzuordnen, daß Fehlerquellen durch fremde Felder vermieden werden. Aus diesem Grunde erfolgt die Eichung der Meßinstrumente, die mit einem Kompensationsapparat auszuführen ist, am besten an ihrem festen Standort.

2. Die Messungen im einzelnen.

a) Schaltung bei konstanter Spannung.

Wenn eine konstante Spannung zur Verfügung steht, so legt man jede Lampe — die zu messende und die Vergleichslampe — in einen besonderen Stromkreis, in dem sich auch ein Regulierwiderstand und ein Strommesser befinden. Der Spannungsmesser wird zweckmäßig unmittelbar an die Lampe angeschlossen. Man liest in diesem Falle die Klemmenspannung der Lampe ab. Die Stromstärke der Lampe erhält man aus dem abgelesenen Stromwerte durch Verminderung um den Stromverbrauch des Spannungsmessers

b) Schaltung bei schwankender Spannung.

Bei schwankender Spannung wird zweckmäßig eine Differenzschaltung benutzt, doch dürfen hierbei die Spannungen der beiden Lampen nicht zu weit auseinanderliegen (vergl. Uppenborn-Monasch 1912, Seite 369).

[1] Besondere Anweisungen für den Gebrauch der Ulbricht'schen Kugel werden zur Zeit bearbeitet und später herausgegeben.

B. Darstellung und Verwertung der Meßergebnisse.

I. Graphische Darstellung.

1. Darstellung in Lichtverteilungskurven.
2. Darstellung in Lichtstromkurven.

II. Rechnerische Auswertung.

1. Berechnung des Lichtstromes (der mittleren räumlichen bzw. halbräumlichen Lichtstärke).
2. Berechnung der Lichtausbeute.

Abschnitt B wird später herausgegeben.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.



Betr.: **Fernsprechanschluß.**

Die VDE-Prüfstelle besitzt jetzt die Fernsprechanschlüsse: Kurfürst 5763 und 5764. Die bisherige Telephonnummer Kurfürst 1056 kommt in Fortfall.

Bekanntmachung.

Die Firma Carl Heinz & Co., G. m. b. H., Kabel- und Gummiwerk, Köln-Rodenkirchen, hat die Fabrikation von isolierten Leitungen eingestellt.

Aus diesem Grunde ist der Firma, welcher seinerzeit ein schwarz-weiß-blau-weiß-gelb-weißer Faden als Firmenkennfaden zugewiesen wurde, das Benutzungsrecht für den geschützten schwarz-roten Verbandskennfaden und des geschützten Wortes „Codex" entzogen worden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
I. A.: Kohl.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle. Berlin W 35, Potsdamer Str. 118 a II, Fernspr. Amt Kurfürst Nr. 9697, zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 18 302.

Geschichtliche Darstellungen aus der Elektrotechnik. Einladung zur Subskription.

Die Elektrotechnik blickt auf eine verhältnismäßig kurze, aber um so interessantere und reichhaltigere Geschichte zurück. Im Interesse der wissenschaftlichen Forschung und zur Förderung der Weiterbildung der Fachgenossen beabsichtigt der Elektrotechnische Verein, geschichtliche Arbeiten aus den verschiedenen Gebieten der Elektrotechnik in zwangloser Folge als geschichtliche Einzeldarstellungen herauszugeben. Wir sind überzeugt, daß dieses Unternehmen in den Reihen der Fachgenossen großem Interesse begegnen wird. In dem ersten Bande, der in nächster Zeit erscheint, werden folgende Aufsätze veröffentlicht werden:

I. „Die Geschichte des Tranformators" von L. Schüler.
II. „Über Wechselstromtransformatoren usw." von Gisbert Kapp.
III. „Über den Wirkungsgrad von Transformatoren" von Dolivo-Dobrowolsky.
IV. „Über die Vorausbestimmungen des Spannungsabfalles bei Transformatoren" von Gisbert Kapp.
V. „Zur Geschichte des Elektrizitätszählers" von W. Stumpner.

Der Band wird rund 100 Seiten mit 99 Abbildungen umfassen und kostet im Buchhandel broschiert 6 RM, ganzleinen gebunden 7 RM.

Um den Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins und der dem Verband Deutscher Elektrotechniker angeschlossenen Vereine und Gesellschaften die Anschaffung zu erleichtern, lädt der Elektrotechnische Verein zu einer Subskription ein, wobei sich

bei einer Bestellung bis 1. Juli 1928



der Preis für das broschierte Exemplar auf 3,40 RM, für das ganzleinen gebundene auf 3,90 RM ermäßigt.

Wir bitten, Bestellungen tunlichst bald an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins — Berlin W 35, Potsdamer Str. 118a II — zu richten und den Betrag zuzüglich Porto (30 Pf pro Exemplar bei Einzelbezug) gleichzeitig durch Postanweisung oder Postscheck einzusenden (Postscheckkonto Berlin Nr. 13302).

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Vorsitzende:
K. W. Wagner.

Ordentliche Sitzung

am 22. Mai 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Vorsitzender: Ich eröffne die heutige Sitzung und heiße Sie willkommen.

Bevor wir in die Tagesordnung eintreten, drängt es mich, eines schweren Verlustes zu gedenken, den unser Verein und mit ihm die ganze Elektrotechnik dieser Tage erlitten hat durch den Heimgang von Felix Deutsch. Geheimer Kommerzienrat Dr.-Ing. E. h. Dr. rer.-pol. h. c. Felix Deutsch, Vorsitzender des Vorstandes der AEG, war einer der Pioniere der deutschen Elektrotechnik und hat an ihrem Aufschwung wesentlichen Anteil. Durch seine überragende Persönlichkeit hat er sich in allen Kreisen der deutschen Wissenschaft und Wirtschaft das größte Ansehen erworben; alle, die je den Vorzug hatten, ihm persönlich näher zu kommen, standen unter dem Eindruck eines hochbedeutenden, außerordentlich klugen und dabei grundgütigen Mannes. Für die Elektrotechnik bedeutet sein Hinscheiden einen unersetzlichen Verlust. Wir werden sein Andenken in hohen Ehren halten.

(Die Versammlung erhebt sich von den Plätzen.)

Sie haben sich zum Gedächtnis des Verstorbenen erhoben; ich danke Ihnen. —

Seit der letzten ordentlichen Sitzung am 24. April sind 9 Neuanmeldungen eingegangen. Das Verzeichnis liegt hier aus.

Vor einigen Tagen ist das Illustrierte Technische Wörterbuch, Band II, Elektrotechnik und Elektrochemie, herausgegeben von Alfred Schlomann, in neuer Bearbeitung und wesentlich erweitert im VDI-Verlag erschienen. Es ist ein sehr verdienstvolles Werk und mit wissenschaftlicher Unterstützung und auch mit beträchtlichen Geldmitteln namentlich des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie herausgegeben worden. Das Wörterbuch zeichnet sich in der neuen Auflage dadurch aus, daß es die Amerikanismen enthält. Die General Electric Company und die Westinghouse Company haben selbst die betreffenden Teile des Manuskripts überprüft. Das Werk umfaßt 1300 Seiten und kostet 80 RM. Die Mitglieder unseres Vereins genießen eine Ermäßigung von 10 %, so daß sie also das Werk für 72.— RM erhalten. Ein Exemplar liegt in unserer Geschäftstelle, Potsdamer Str. 118a, zur Einsicht aus.

Ferner möchte ich auf ein hier ausliegendes Programm der Energiewirtschaftsausstellung in Graz hinweisen. Es wird denjenigen Mitgliedern, die sich dafür interessieren, anheimgestellt, hier ein Exemplar zu entnehmen.

Vom 17. bis 19. Juni findet in Berlin die Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker statt, und zwar diesmal als eine reine Geschäftstagung ohne besondere festliche Veranstaltungen. Zu der Tagung kommen Fachgenossen aus ganz Deutschland hierher. Begreiflicherweise ist der Wunsch entstanden, es möchte eine Gelegenheit geboten werden, bei der die auswärtigen Besucher sich untereinander und mit den Berliner Mitgliedern des Verbandes und unseres Vereins zwanglos aussprechen können. Um dem Rechnung zu tragen und um anderseits das nun einmal aufgestellte Prinzip nicht zu durchbrechen, hat der Elektrotechnische Verein beschlossen, die auswärtigen Teilnehmer an der Jahresversammlung als seine Gäste zu einem ganz zwanglosen gemütlichen Beisammensein einzuladen, das am Montag, dem 18. Juni, stattfinden wird. Vorgesehen ist das Lokal der Terrassen am Halensee. Unsere Mitglieder werden noch besondere Einladungen erhalten; wir hoffen, daß auch die Berliner Mitglieder recht zahlreich zu dieser Veranstaltung erscheinen werden.

Wir kommen nunmehr zum zweiten Teil unserer Tagesordnung. Ich erteile das Wort Herrn Dr. Schleicher zu seinem Vortrag:

„Die Lastverteileranlagen für Großkraftnetze und die Fernbedienung von Kraftwerken und Unterstationen".

(Der Vortrag löst reichen Beifall aus.)

Vorsitzender: Sie haben einen sehr wichtigen und interessanten Vortrag gehört: Sie haben ja auch Ihr Interesse an diesem so zeitgemäßen und noch vollkommen im Flusse befindlichen Thema bereits durch Ihr zahlreiches Erscheinen bekundet. Es handelt sich hier in der Tat um eine bedeutsame neuzeitliche Entwicklung. Amerika ist vorausgegangen, und mit dem Wachsen unserer Netze empfinden auch wir die Notwendigkeit, in der Technik der Handhabung dieser großen, für die Wirtschaft lebenswichtigen Organismen vorwärtszuschreiten und weiterzukommen. Der Herr Vortragende hat den Wunsch ausgesprochen, es möchte sich an seine Ausführungen eine recht lebhafte Erörterung anschließen, von der wir eine weitere Klärung der hier in Frage stehenden Probleme erhoffen dürfen. Ich schließe mich diesem Wunsche an und eröffne die Diskussion.

(Der Vortrag und die Aussprache werden demnächst veröffentlicht werden.)

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein E. V.

Friedel, Richard, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg
Haefcke, Rudolf, Oberingenieur, Braunschweig
John, Siegfried, Dipl.-Ing., Bln.-Lankwitz
Kirschstein, Friedrich, Dipl.-Ing., Berlin
Lichtenberger, Fritz, cand. electr., Bln.-Charlottenburg
Multiplex, Gasfernzünder Ges. m. b. H., Berlin
Süßner, Walter, Hochschüler, Prag
Wehr, Bernhard, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Berlin
Zade, Hanspeter, stud. electr., Bln.-Charlottenburg

Nachtrag

zum Sitzungsbericht vom 28. Februar 1928[1].

Besprechung des Vortrags[2]

des Herrn Universitätsprofessors Dr. **Seeliger,** Greifswald,

„Untersuchungen des Mechanismus des Lichtbogens."

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Herr **Estorff:** Zu der Frage, ob für das Bestehen des Lichtbogens eine hohe Temperatur seines negativen Fußpunktes erforderlich ist, möchte ich folgenden kleinen Beitrag geben. Wir versuchten vor einigen Jahren dadurch eine Ventilwirkung zu erzielen, daß wir einen Lichtbogen zwischen einer Metallelektrode und einem flüssigen Elektrolyten entstehen ließen. Die Spannung, bei der der Überschlag zwischen beiden Elektroden erfolgte, betrug etwa 20...30 kV bei 50 Per/sec. Der Lichtbogen konnte dauernd brennend erhalten werden, obwohl der Fußpunkt auf der Oberfläche des Elektrolyten keine höhere Temperatur als 100°, die Verdampfungstemperatur des Wassers, annehmen konnte.

Ferner wurde eine Glasglocke, die mit eingeschmolzener Zuleitung und unten mit einem kleinen Loch versehen war, mit angesäuertem Wasser gefüllt und an Stelle der vorgenannten Metallelektrode gebracht. In diesem Falle war es möglich, einen Lichtbogen zwischen zwei flüssigen Elektrolyten bestehen zu lassen. Bei höheren Spannungen, z. B. 5...10 kV, können also Lichtbögen bestehen, ohne daß einer oder beide Fußpunkte auf Glühtemperatur zu kommen brauchen.

Vortragender: Bei den hohen hier benutzten Spannungen hat man es sicher nicht mehr mit reinen Bogenentladungen zu tun: jedenfalls kann man aus diesen Versuchen trotz der erzielten großen Entladungsstromstärken nicht folgern, daß eine Bogenentladung im eigentlichen Sinn des Wortes zwischen den beiden Elektrolytelektroden vorgelegen hat. Es handelt sich dabei zudem um recht verwickelte Zuspritzungs- und Verdampfungsvorgänge, um ein Zerreißen von Flüssigkeitsbrücken u. dgl., die sich im einzelnen kaum übersehen lassen.

Herr **Estorff:** Wir bezeichnen z. B. die Entladung zwischen den Elektroden eines Hörnerableiters gewöhnlich mit „Lichtbogen". Offenbar ist diese Bezeichnung nicht korrekt. Obwohl die Entladung das Spektrum des

---

[1] ETZ 1928, S. 520.
[2] Vgl. S. 853.



Elektrodenmaterials zeigt, scheint der Charakter des Glimmlichtbogens vorzuherrschen.

Vortragender: Man kann nicht jede Entladung oberhalb einer bestimmten Stromstärke schlechthin als Lichtbogenentladung bezeichnen. Dagegen würde ich eine Entladung, die unterhalb einer Spannung von etwa 100 V brennt, stets als Bogen bezeichnen; denn bei solchen Spannungen muß etwas neues vor sich gehen, das bei der Glimmentladung sonst durch kein Mittel zu erreichen ist. Ob es sich um einen Glimmbogen oder einen vollständigen Bogen handelt, ist dann eine weitere Frage, die zunächst nur bei Gleichstrom und durch eine mikroskopische Untersuchung der Leuchterscheinungen zu beantworten ist. Im übrigen gibt es gerade unter den Bedingungen, mit denen man es zu tun hat, wenn ein Hörnerblitzableiter in Tätigkeit tritt, sicher noch sehr viele andere Entladungsformen, die noch nicht einmal eindeutig klassifiziert sind; ich verweise hier etwa auf die Arbeiten von Toepler.

Herr **G. W. Müller:** Der Herr Vortragende erwähnte in dem ersten Teil des Vortrags, daß die Vorgänge an der Anode vernachlässigt werden konnten. Es interessiert hier die Frage, ob die Form der Anode eine Rolle spielt. Nach der bestehenden Literatur zu urteilen bekommt die Entladung je nach der Form der Anode — ob Spitze oder Kalotte — eine wesentlich andere Spannung.

Vortragender: Die Form der Anode spielt in der Bogenentladung eine Rolle, wenn z. B. in einem Glimmbogen infolge ungünstiger Formgebung sehr hohe anomale Anodenfälle entstehen. Im normalen Bogen schwankt je nach der Form der Anode der Anodenfall nur um einige Volt; wenn man z. B. die Anode aushöhlt und dadurch den Anodenfall klein macht, kann man die Brennspannung etwas herabsetzen. Von prinzipiellem Einfluß ist das aber nicht; denn die grundsätzliche Verschiedenheit zwischen der Bogenentladung und der Glimmentladung ist nur durch die Vorgänge an der Kathode bedingt.

Herr **G. W. Müller:** Der Abfall liegt also in der Hauptsache in der Nähe der Kathode.

Vortragender: Das ist in dieser Form nicht richtig: die Größe des Kathodenfalls ist nur für die Theorie und für die Einreihung einer Entladungsform in die Gruppe der Bogenentladungen von ausschlaggebender Bedeutung. Quantitativ kann, z. B. bei Bogen von großer Länge, der Spannungsabfall in der Säule durchaus überwiegen. Die ganze Brennspannung des Bogens setzt sich zusammen aus dem Kathodenfall, aus dem Spannungsabfall in der Säule und aus dem Anodenfall. Den Spannungsabfall in der Säule kann man dadurch eliminieren, daß man bei verschiedenen Elektrodenabständen arbeitet; denn man weiß, daß dieser Spannungsabfall proportional der Länge der Säule ist.

Herr **Winkler:** Ich möchte an eine Frage des Herrn Dr. Estorff anknüpfen, an die Hochspannungsentladung zwischen Hörnern. Liegen hier einige Kriterien vor, daß man sagen kann: es handelt sich um einen Lichtbogen oder um einen Glimmbogen? Verschiedene Autoren sprechen hier von einem Lichtbogen, andere von einem Glimmbogen. (Graetz, Handbuch d. El.) Genaue Messungen habe ich aber noch nicht gefunden. Die Brennspannung ist mir nicht bekannt.

Vortragender: Die verschiedenen Ansichten kommen daher, daß die Nomenklatur sehr durcheinandergeht. Beim Hörnerapparat sieht man, wenn es sich um Gleichstrom handelt, das Spektrum des Metalldampfes, es wird sich also im allgemeinen um einen Lichtbogen handeln. Einige Angaben sind in dem bekannten Buch von Rüdenberg zu finden, eine genauere experimentelle Untersuchung vom Standpunkt der modernen Gasentladungsphysik aus würde aber sicher eine vollständige Klärung dieser alten Streitfrage bringen.

Ich möchte zum Schluß selbst noch eine Frage stellen. Ich habe nämlich eine Arbeit von Pierucci gefunden, die unbekannt geblieben zu sein scheint und m. W. trotz der überraschenden Ergebnisse nie nachgeprüft worden ist. Pierucci hat folgendes festgestellt: er hat einen Bogen zwischen mehreren Kathoden und einer Anode hergestellt; diesen Bogen, der eine gabelförmige Form hat, nennt er forcierten Bogen. Und nun gibt Pierucci an, daß dieser forcierte Bogen bis auf das 3- und 4fache des Bogens bei einer Kathode belastet werden kann, ohne zu zischen. Auch die Strahlungseigenschaften des forcierten Bogens sind von Interesse und könnten vielleicht verschiedentlich Anwendung finden. Wenn die erstgenannte Feststellung richtig wäre, würde das gegen die Annahme sprechen, daß das Zischen des Kohlebogens durch Vorgänge an der Anode bedingt ist. Wir haben diese Versuche nachzumachen versucht, konnten sie aber nicht bestätigen. Vielleicht liegt das darin, daß wir mit sehr bescheidenen Mitteln arbeiten mußten. Bis 100 A sind wir noch nicht gekommen, das Höchste waren 40 A. Ich glaube aber, daß wir die Ergebnisse von Pierucci auch bei höheren Stromstärken nicht hätten bestätigen können. Ich wollte nun fragen, ob jemand etwas über diese hochstromigen Bogen bei unterteilter Kathode aus eigener Erfahrung weiß. — Wenn das nicht der Fall ist, möchte ich die Herren, die mit höheren Stromstärken arbeiten können, bitten, diese Versuche nachzumachen.

Herr **Estorff:** Vor etwa 16 Jahren berichtete Geheimrat Wedding an dieser Stelle über die Schäffersche Drehstrombogenlampe. Ich war seinerzeit an den Untersuchungen dieser Lampe beteiligt. Wir versuchten durch Beobachtung durch die stroboskopische Scheibe festzustellen, ob die Lichtbögen in Stern oder Dreieck brennen. Es schien jedoch nur ein einziger, zwischen je zwei Elektroden brennender, wandernder Bogen zu bestehen.

Vortragender: In dem von mir erwähnten Falle handelt es sich um Gleichstrom und der Bogen brennt gleichzeitig zwischen einer Anode und mehreren Kathoden. Bei der Schäfferschen Lampe hingegen läuft der Bogen um den Elektrodenkranz herum.

Herr **G. W. Müller:** Der Herr Vortragende sagte, daß bei allmählicher Steigerung des Stroms aus dem Glimmlichtbogen ein normaler Lichtbogen entsteht. Sind schon Versuche nach der Richtung gemacht worden, daß das Entstehen des normalen Lichtbogens plötzlich erfolgt?

Vortragender: Der Übergang des Glimmbogens in den vollständigen normalen Bogen setzt allmählich ein insofern, als die Anode in kontinuierlich zunehmendem Maß verdampft; von einem bestimmten Entwicklungsstadium ab geht jedoch dann die Entwicklung spontan und u. U. mit großer Geschwindigkeit weiter und es sinkt die Brennspannung dabei ab. Man kann aber in diesem Sinn sehr wohl von einem plötzlichen Übergang sprechen. (Die Einzelheiten sind beschrieben in einer inzwischen in der Phys. Z. G. 1928, S. 168 erschienenen Arbeit.)

Herr **G. W. Müller:** Das Diagramm zeigt den Übergang vom Glimmlichtbogen zum wirklichen Lichtbogen zu wenig plötzlich, wie es beispielsweise bei der Rückzündung in einem Gleichrichter erfolgt. Hier entstehen durch das Umschlagen vom Glimmstrom zum Lichtbogen aus einigen Milliampère plötzlich mehrere tausend Ampère.

Vortragender: Wenn man in der Leitung keinen oder keinen großen Widerstand hat, vollzieht sich der Umschlag natürlich spontan mit großer Geschwindigkeit. Man muß hier aber scharf unterscheiden zwischen der Entwicklung des Bogens aus der Glimmentladung und aus dem Glimmbogen. Bei der Entstehung der Rückzündungen in den Gleichrichtern handelt es sich im wesentlichen um die Entwicklung aus einer Glimmentladung, die dem Bogen stets zeitlich vorausgehen muß. Ob diese Entwicklung grundsätzlich überhaupt stabilisiert werden und damit beliebig verlangsamt werden kann, scheint nach den Angaben von Wehrli vom Gasdruck abzuhängen.

Vorsitzender: Ich danke Herrn Prof. Dr. Seeliger für seinen sehr interessanten Vortrag. Bereits zu dem ersten Vortrag des Herrn Prof. Seeliger vor einem Jahr war bemerkt worden, daß es sich um ein sehr schwieriges Problem handelt, das sicherlich nur etappenweise gelöst werden kann. Seit langen Jahren ist man bemüht, die Vorgänge beim Lichtbogen zu erklären; viele eingehende und wichtige Untersuchungen sind darüber erfolgt, ohne daß bis jetzt eine physikalisch geschlossene und alle Beobachtungstatsachen umfassende Theorie des Lichtbogens möglich wäre. Daher danken wir Herrn Prof. Dr. Seeliger, daß er uns in der Erkenntnis der für die Technik so wichtigen Lichtbogenerscheinungen wieder ein Stück weiter gebracht hat. Da er seine Arbeiten fortsetzt, dürfen wir hoffen, daß er bei seinem nächsten Vortrag imstande sein wird, das immer noch sehr lückenhafte Bild wesentlich zu ergänzen, vielleicht sogar die endgültige physikalische Erklärung der Lichtbogenvorgänge zu bringen.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.



SITZUNGSKALENDER.

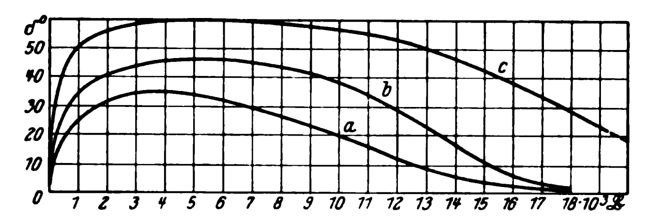
Elektrotechn. Verein an der Saar, Saarbrücken. 8. VI. 1928, abds. 8 h, Aula des Reformgymnasiums: Vortrag Ing. Besag, „Schutzmaßnahmen gegen gefährl. Berührungspannung" (m. Lichtb. u. Vorf.).

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über den Eisenverlustwinkel.

Die von Dr.-Ing. BERGTOLD in der ETZ 1927, S. 1524, angegebenen Eisenverlustwinkel-Kurven, $\delta = f(\mathfrak{B})$, bedürfen einer Berichtigung, da der dort angegebene Verlauf der Kurven im Bereich der kleinen Induktionen ($\mathfrak{B} < 2000$) irreführend ist. Die dort entwickelten Kurven für 0,5 und 0,35 mm Dynamoblech und für 0,35 mm legiertes Blech zeigen keinen einheitlichen Charakter, sondern erwecken den Eindruck, als ob die Verlustwinkelkurve je nach Blechqualität einen ziemlich willkürlichen Verlauf annehmen könnte. Wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, zeigen dagegen die Verlustwinkelkurven für die verschiedenen Blechsorten einen einheitlichen, charakteristischen Verlauf, der von dem der oben erwähnten Kurven grundsätzlich abweicht. So dürfte beispielsweise der Wendepunkt, den die δ-Kurven I und III von BERGTOLD im unteren Bereich von $\mathfrak{B}$ aufweisen, auf unzureichende Versuchsunterlagen zurückzuführen sein; denn er wurde bei keiner Blechsorte festgestellt und hat auch keine theoretische Begründung (Abb. 1).



a Legiertes Blech 0,35 mm; *b* Dynamoblech 0,5 mm; *c* 2 mm = Blech.

Abb. 1. Eisenverlustwinkel bei eisengeschlossenem magnetischen Kreis für die Frequenz $f = 50$ Hz ($\mathfrak{B} = 0 \ldots 18000$).

Über die Ermittlung der hier angegebenen Verlustwinkelkurven seien einige Bemerkungen angefügt. $\delta = f(\mathfrak{B})$ für 2 mm-Blech wurde mit dem Wechselstromkompensator an einem geschlossenen Eisenkreis bei sinusförmigem Erregerstrom unmittelbar in Winkelgrad gemessen. Die beiden anderen Kurven sind aus einer gegebenen Eisenverlustkurve [Watt/kg $= f(\mathfrak{B})$] und Magnetisierungskurve ($\mathfrak{B} = f$ [AW/cm]) nach der bekannten Formel

$$\delta = \operatorname{arc\,tg} \frac{J_w}{J_m} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

ermittelt. Diese Gleichung gibt keinen Aufschluß über den Ursprung der δ-Kurve, da für $\mathfrak{B} = 0$ $\delta = \frac{0}{0}$ = unbestimmt ist. Um nun den Ausgangspunkt der Kurve zu bestimmen, wurde die Formel folgendermaßen umgewandelt:

$$\delta = \operatorname{arc\,tg} \frac{C \,.\, \text{Permeabilität}}{\text{Aequivalenter elektr. Eisenverlustwiderstand}} = \frac{C \,.\, \mu}{R_{v\ddot{a}}} \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

Der äquivalente Eisenverlustwiderstand $R_{v\ddot{a}}$ ist der elektrische Widerstand einer um das Eisen herumgelegten Sekundärwicklung, in der ein dem Eisenverluststrom äquivalenter Verluststrom fließt, wobei das Eisen als ein ideales Eisen ohne Eisenverlust gedacht ist. Die Entwicklung der Formel 2 ist, wenn wir mit $\mathfrak{R}$ den magnetischen Widerstand des Eisens bezeichnen, kurz folgende:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{J_w}{J_m} = \frac{\frac{E}{R_{v\ddot{a}}}}{c \,.\, \mathfrak{R} \,.\, \mathfrak{B}} = \frac{C_1 \,.\, 1}{R_{v\ddot{a}} \,.\, \mathfrak{R}} = \frac{C \,.\, \mu}{R_{v\ddot{a}}} \quad (3)$$

Hier bedeutet C eine Konstante:

$$C = 4{,}44 \,.\, \sqrt{2}\; 1{,}255 \,.\, s^2 \,.\, f \,.\, \frac{q}{l} \,.\, 10^{-8} \quad \ldots \quad (4)$$

$R_{v\ddot{a}}$ ergibt sich in einfacher Weise aus der Eisenverlustkurve. Für $\mathfrak{B} = 0$ geht $R_{v\ddot{a}}$ über in den äquivalenten Wirbelverlustwiderstand $R_{wi\ddot{a}}$, den man nach Trennung des Eisenverluststromes in Hysteresis und Wirbelstrom erhält.

Der Anfangswert der δ-Kurve ist daher

$$\delta_{\mathfrak{B}=0} = \operatorname{arc\,tg} \frac{C \,.\, \text{Anfangspermeabilität}}{\text{äquiv. elektr. Wirbelverlustwiderstand}} \quad (5)$$

Der Anfangswert ist relativ großen Schwankungen unterworfen, da die Anfangspermeabilität des Eisens stark schwankt. Er beträgt für legiertes 0,35 mm-Blech und 0,5 mm-Dynamoblech etwa 2°, für 2 mm-Eisenblech etwa 5°.

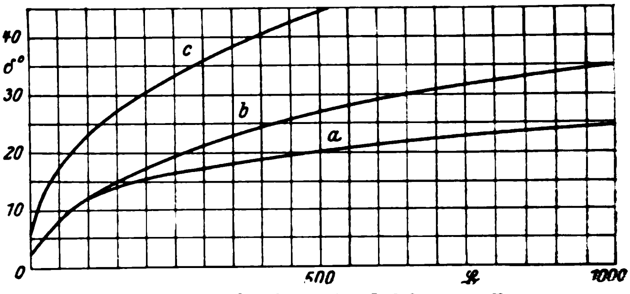


Abb. 2. Eisenverlustwinkel für kleine Induktionen ($\mathfrak{B} = 0 \ldots 1000$).

Der Verlauf der δ-Kurve für kleine Induktionen ist aus vorstehender Abb. 2 ersichtlich.

Nürnberg, 17. III. 1928. A. Callsen.

Erwiderung.

Die vorstehende Einsendung besteht aus zwei voneinander unabhängigen Teilen. Auf diese möchte ich getrennt eingehen. Der erste Teil behandelt Abb. 2 aus ETZ 1927 S. 1524. Der zweite Teil soll zeigen, wie der Anfangspunkt der dort enthaltenen Kurven zu finden ist.

Zu 1. Der Verlustwinkel bestimmt sich aus dem Verhältnis zweier Größen, von denen die eine aus der Magnetisierungskurve, die andere aus der Verlustkurve resultiert. Diese Kurven hängen nicht direkt miteinander zusammen. Ihr Verlauf ist sehr von Art und Wärmebehandlung des Bleches abhängig. Dies ist der „physikalische Grund" für die ungleiche Art der Verlustwinkelkurven. Abb. 3 zeigt, wie sehr z. B. ein Luftspalt — d. h. eine Streckung der Magnetisierungskurve — den Charakter der Abhängigkeit beeinflußt. Herr Dipl.-Ing CALLSEN fand nur Verlustwinkelkurven, deren Verlauf mit Nr. II der oben zitierten Abbildung übereinstimmt. Das ist wahrscheinlich darin begründet, daß von ihm lediglich drei Fälle untersucht wurden.

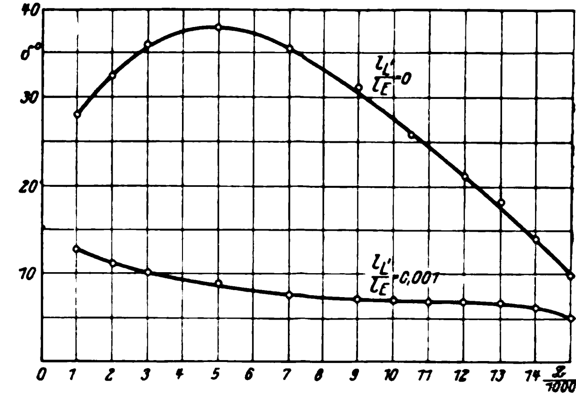


Abb. 3. Eisenverlustwinkel für das gleiche Blech, einmal bei eisengeschlossenem Kreis und einmal bei einem Kreis mit Luftspalt. (Dynamoblech 0,35 mm bei 50 Hz).

Zu 2. Der Anfangswert des Eisenverlustwinkels kann m. E. nicht aus dem „Wirbelverlustwiderstand" errechnet werden. Die Ummagnetisierungsverluste sind durch nachstehende Beziehung mit der Eiseninduktion verknüpft:

$$V = c_1 \,.\, \mathfrak{B}^2 + c_2 \,.\, f(\mathfrak{B}).$$

Darin stellt $c_1 \cdot \mathfrak{B}^2$ die Wirbelstromverluste mit einer für starkstromtechnische Verhältnisse hinreichenden Genauigkeit dar. Das Glied $c_2 \cdot f(\mathfrak{B})$ bedeutet die Hystereseverluste. Sein Aufbau ist komplizierter Natur. Zur näheren Analyse der Verlustabhängigkeit wird zweckmäßig $\frac{V}{\mathfrak{B}}$ als

Funktion von $\mathfrak{B}$ aufgetragen (Abb. 4). Hierbei ist $\frac{c_1 \mathfrak{B}^2}{\mathfrak{B}}$ eine durch den Koordinatenanfangspunkt gehende Gerade. In obigem Brief wurde der Hystereseverlust für den Anfangswert des Verlustwinkels vernachlässigt. Das bedeutet für Abb. 4: die Gesamtverlustkurve hat die Wirbel-

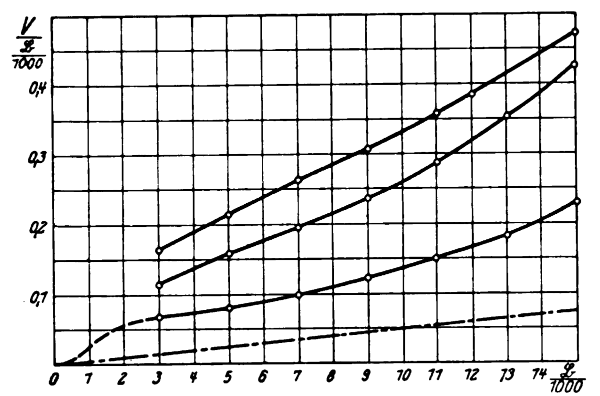


Abb. 4. Umgerechnete Verlustkurven für drei verschiedene Blechsorten. Zu der untersten Verlustkurve ist die Wirbelstromgerade (schätzungsweise) eingetragen.

stromgerade für $\mathfrak{B} = 0$ als Tangente. Ein solcher Kurvenverlauf (in Abb. 4 punktiert eingetragen) ist äußerst unwahrscheinlich. Für richtiger halte ich es, die Kurven $\mathfrak{H}/\mathfrak{B}$ und $\frac{V}{\mathfrak{B}}/\mathfrak{B}$ bis zu $\mathfrak{B} = 0$ zu extrapolieren und dann gemäß der Beziehung:

$$\delta = \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{V \cdot \gamma \cdot 40}{\frac{\mathfrak{B}}{1000} \cdot f} : \mathfrak{H}\right)$$

aus den Anfangstangenten zu bestimmen (Abb. 5). Aber auch dieses Verfahren erscheint nicht ganz unbedenklich wegen der Unsicherheit der Extrapolation.

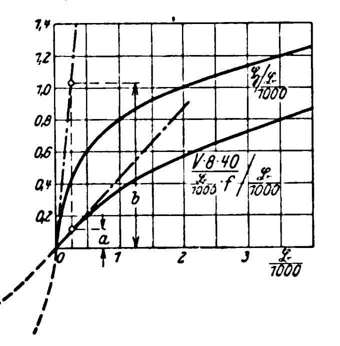


Abb. 5. Ursprungstangenten (strichpunktiert) zur Bestimmung von δ_0. Es ist $\delta_0 = \operatorname{arc\,tg} \frac{a}{b}$ (hier = 7°). Die Kurven beziehen sich auf Dynamoblech von 0,35 mm und 50 Hz. (Die gestrichelten Spiegelbilder der Kurven dienen einer genaueren Festlegung der Tangentenrichtungen.)

Abschließend möchte ich bemerken, daß es sich hier beim eisengeschlossenen Kreis um keine Präzisionsrechnungen handelt und handeln kann. Man bestimmt ja beispielsweise die fiktive Verschiebung der einwellig gedachten Ersatzgrößen von I_m und I_w an Stelle der tatsächlichen Verschiebung zwischen ihren Grundwellen.

München, 25. III. 1928. F. Bergtold.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Elektromotoren, ihre Arbeitsweise und Verwendungsmöglichkeit. Von Prof. Dr. F. Niethammer. I. Gleichstrommotoren, mehrphas. Synchron- und Asynchronmotoren. 2. Aufl. Mit 56 Textabb. u. 99 S. — II. Kommutatormotoren. Mechan. Aufbau. Wirtschaftlichkeit. Mit el. Anlagen verknüpfte Gefahren. 2. Aufl. mit 62 Textabb. u. 88 S. in 16°. (Samml. Göschen Bd. 798 u. 799.) Verlag von Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1925 u. 1927. Preis geb. je 1,50 RM.

In den beiden vorliegenden Bänden will der bekannte Verfasser einen Überblick über die wichtigsten Erzeugnisse des Elektromaschinenbaues geben. Niemand wird verkennen, daß es eine außergewöhnlich schwierige Aufgabe ist, den umfangreichen Stoff auf dem vorgeschriebenen, begrenzten Raum darzustellen. Aus diesem Grunde zeigen sich vielfach Kompromisse zwischen dem Bestreben nach möglichster Klarheit und der durch den Umfang des Buches gebotenen Beschränkung. Im 1. Bande werden die Gleichstrommotoren sowie die mehrphasigen Synchron- und Asynchronmaschinen in Aufbau und Wirkungsweise geschildert. Durch Ableitung der wichtigsten Grundgleichungen wird dem Leser das Verhalten der einzelnen Maschinengattungen begründet und durch zahlreiche Kurven übersichtlich vor Augen geführt. Daran schließen sich sehr gelungene Kapitel über die Anlaß-, Regel- und Bremsverfahren. Ein stärkeres Herausheben der in der Praxis zumeist angewendeten Methoden und Möglichkeiten gegenüber den mehr theoretischen würde den Wert des Buches noch steigern. So wird im Kapitel „Geschwindigkeitsregelung von Gleichstrommotoren" neben der üblichen Feldregelung „Verstellbarkeit des Luftspaltes zwischen Magnetpol und Anker" angeführt; ein Verfahren, das im normalen Maschinenbau wohl nie zur Anwendung kommt.

Die Darstellung der asynchronen und synchronen Mehrphasenmaschinen erfolgt nach dem gleichen Programm in möglichster Ausführlichkeit. Bei der Beschreibung des Anlassens großer Synchronmaschinen mit in Reihe geschaltetem asynchronem Anwurfsmotor — ein Verfahren, das gerade jetzt wieder häufiger angewendet wird, — fällt auf, daß der Verfasser vorschreibt, den Anwurfsmotor in der Nähe des Synchronismus erst primär kurzzuschließen und dann die Synchronmaschine zu erregen. Das würde einen ganz unzulässigen Stromstoß herbeiführen, ja wahrscheinlich ein Synchronisieren unmöglich machen. Man muß vielmehr die Synchronmaschine schon in der Nähe des Synchronismus langsam erregen. Bei richtig bemessenem Anwurfsmotor wandert dann die Spannung von diesem nach den Klemmen der Synchronmaschine hinüber und ein stoßfreies Kurzschließen und Synchronisieren ist möglich.

In den Schlußkapiteln des 1. Bandes werden noch der ständerlose Phasenschieber, der Kappsche Vibrator und — allzu kurz — das Kreisdiagramm behandelt. Diese Themen werden dann nochmals im 2. Band im Kapitel über kompensierte Drehstrommotoren erweitert. Auch für diese Maschinen, sowie für die in diesem Band mit großer Vollständigkeit beschriebenen einphasigen und mehrphasigen Kommutatormaschinen wäre eine stärkere Heraushebung der zu wirtschaftlicher Bedeutung gelangten Bauarten dem Werk nur dienlich. Ferner bringt der 2. Band noch zusammenfassende Kapitel über alle möglichen, mit den elektrischen Motoren zusammenhängenden Fragen wie: Auswahl der Motoren, Ausgleich von Belastungschwankungen, Kühlung, besonders geschützte Bauarten, Schwingungserscheinungen, Wirtschaftlichkeitsfragen usw. Wichtig und beachtenswert ist auch der Abschnitt über die mit elektrischen Anlagen verknüpften Gefahren.

Bei der engen Verflochtenheit des Stoffes war es nicht zu vermeiden, daß manche Kapitel in beiden Bänden behandelt und oft auf den anderen Band Bezug genommen werden mußte. Es empfiehlt sich deshalb, beide Bände gemeinsam anzuschaffen. Die Bücherei Göschen hat durch sie eine wertvolle Bereicherung erfahren.

Thieme.

Vereinfachung und Verbesserung des Radioempfanges. (Rundfunkautomatik.) Von E. Schwandt. (Biblioth. d. Radio-Amateurs, 32. Bd. Herausg. von Dr. E. Nesper.) Mit 115 Textabb., VI u. 116 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 4,20 RM.

Ein Hauptzweck des Bändchens ist, bei Amateuren und Rundfunkteilnehmern das Interesse für die Automatisierung des Rundfunkempfanges zu erwecken. Der Rundfunkempfang bzw. der Teilnehmer kommt allmählich jetzt in das Stadium, wo man sich an die Tatsache des Rundfunkempfanges gewöhnt hat wie an das Telephon oder an irgend einen anderen Haushaltungsgegenstand. Man will alle technischen Vorteile, die ein Apparat leisten kann, genießen, ohne aber irgendwie durch die Technik, ihre Unklarheiten und Mängel, belästigt zu werden. Dementsprechend wird in Zukunft der Rundfunkapparat nur als Druckknopf und als ein Zimmerschmuck bildender Lautsprecher in unseren Wohnräumen in Erscheinung treten. Der arme Laie, der nichts weiter als Rundfunk hören will, wird nicht mehr, bevor er sich einen Rundfunkapparat anschafft, dazu gezwungen werden, sich an Begriffe, wie Abstimmung, Röhre, Akkumulator, Anodenspannung usw., gewöhnen zu müssen.

Im weiteren werden in dem Heftchen einige Empfangsapparate und Schaltungen im einzelnen beschrieben.

A. Meißner.



GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Für April 1928 ergibt die Einfuhr gegenüber dem Vormonat (515 497 £), eine Verringerung des Wertes um 61 485 £ oder 12 %, gegen den April 1927 aber eine Steigerung um 23 026 £ bzw. 5 %. An letzterer waren besonders Leitungsmaterial und Instrumente für Schwachstrom, elektrotechnische Kohlen und Bogenlampen beteiligt, während u. a. nicht mit Gummi isolierte Starkstromleitungen einen wertlichen Rückgang aufweisen. Die Ausfuhr ist gegen den März (1 744 924 £) um 315 433 £, d. s. 18 %, gefallen und im Vergleich zu demselben Monat des Vorjahres nur um 20 404 £, also um rd. 1 % gewachsen. Letzterem gegenüber zeigen Motoren, ausgenommen solche für Bahnen, isolierte Leitungen, Schwachstrominstrumente und Bogenlampenteile eine Erhöhung, andere Maschinen dagegen, Unterseekabel, künstliche Kohle, Lampen und Starkstromschalttafeln eine Abnahme. In den abgelaufenen vier Monaten ist die Einfuhr gegen die gleiche Periode von 1927 um 286 930 £, d. s. nahezu 17 %, größer, die Ausfuhr jedoch um 793 £ kleiner gewesen. Ihr Überschuß über den Import betrug 4 180 521 £ (4 468 244 £ i. V.).

Erzeugnisse	Einfuhr in £		Ausfuhr in £	
	1928	1927	1928	1927
		April		
Maschinen	148 325	147 415	501 259	470 981
Waren u. Apparate .	305 687	283 571	928 232	938 106
	454 012	430 986	1 429 491	1 409 087
		Januar/April		
Maschinen	594 569	514 172	2 236 959	2 244 191
Waren u. Apparate .	1 428 218	1 221 685	3 966 349	3 959 910
	2 022 787	1 735 857	6 203 308	6 204 101

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[2]. — Im Januar 1928 betrug die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile 7 981 082 $, d. s. 2 197 772 Dollar bzw. 21 % weniger als im Vormonat (10 178 854 $) und nur 7621 $ mehr als im Januar 1927 (7 973 461 $). Diesem gegenüber — der Vergleich mit 1927 wird durch Änderungen in der Einteilung des Warenverzeichnisses beschränkt — hat besonders der Export von Taschenlampenbatterien, größeren stationären Motoren, Industrielokomotiven, Radioempfängerteilen und von Kältemaschinen bis zu 1 ton Leistung zugenommen, während u. a. die Ausfuhr von Akkumulatoren, größeren Schaltern und Sicherungen, Bahnmotoren, Ventilatoren, Metalldrahtlampen, Scheinwerfern, Telegraphenapparaten, nicht näher bezeichneten elektrischen Vorrichtungen und künstlichen Kohlen mit Ausnahme von Elektroden geringere Werte aufweist. Der Export nach Europa betrug 1 642 922 $, wovon 492 188 $ auf England, 234 301 auf Spanien und 129 000 $ auf Deutschland entfielen. Die westliche Halbkugel hat Waren im Wert von 4 366 498 $ bezogen (Kanada: 1 571 730 $), während die Ausfuhr nach Asien, Afrika und Ozeanien 1 971 662 $ ausmachte (Australien: 514 872 $).

Im Februar 1928 stellte sich die Ausfuhr auf 7 867 142 $, d. s. 113 940 $ oder 1,4 % weniger als im Vormonat (7 981 082 $), aber 763 208 $ bzw. nahezu 11 % mehr als im Februar 1927 (7 103 934 $). Die Zunahme letzterem gegenüber erstreckte sich im wesentlichen auf große Gleichstromgeneratoren, Batterien mit Ausnahme von Akkumulatoren, Starkstromschalttafeln, Meßinstrumente, Industrielokomotiven, Anlaß- und Kontrollvorrichtungen für Industriemotoren, Teile von Fernsprecheinrichtungen, Ofenelektroden und die oben genannten Kältemaschinen. Der Export großer Wechselstromerzeuger, Bahnmotoren, Fernsprechschalttafeln, nicht näher bezeichneter Apparate und künstlicher Kohlen mit Ausnahme von Elektroden ist zurückgegangen. Von dem Gesamtausfuhrwert entfielen 1 761 912 $ auf Europa (England: 511 968, Spanien: 325 709, Deutschland: 126 369 $), 4 330 290 $ auf die westliche Halbkugel (Kanada: 1 729 690 $) und 1 771 940 $ auf Asien, Afrika und Ozeanien (Australien: 443 167 $).

Aus der Geschäftswelt. — Der Bericht der Felten & Guilleaume Carlswerk A. G., Köln-Mülheim, für 1927 besagt, daß die Ergebnisse dieses Jahres die von 1913 erreicht bzw. überschritten haben. Auf elektrotechnischem Gebiet werden besonders die Herstellung und Verlegung des dritten, 162 km langen Fernsprechseekabels Deutschland—Schweden, größere, als Reparationsleistungen ausgeführte Lieferungen von Telephon-Krarup-Kabeln für französische Städte und der Auftrag auf den beträchtlicheren Teil des Fernkabels Paris—Bordeaux erwähnt. Eine Probestrecke von 100 kV-Kabeln, die sich im Netz der Elektrowerke seit etwa einem Jahr in ungestörtem Betrieb befindet, stellt einen besonderen Fortschritt der Erzeugung von Höchstspannungskabeln dar. Den wachsenden Schwierigkeiten des Auslandgeschäfts versucht die Berichterstatterin durch Neuorganisationen zur Ausdehnung ihrer Absatzgebiete und durch Verschmelzung eigener Interessen mit denen ausländischer Verbraucherkreise erfolgreich zu begegnen. Bei Beurteilung der dem Unternehmen im Ausland gegebenen Möglichkeiten ist zu berücksichtigen, daß einschl. der Tochtergesellschaften den gesamten seit 1924 ausgeschütteten Dividenden in Höhe von 14,4 Mill. RM 27,95 Mill. RM Steuern und Soziallasten gegenüberstehen, während 1913 die Abgaben nicht ganz ein Viertel der Dividende ausmachten. „In keinem anderen konkurrierenden Lande unterliegt die Festsetzung der Löhne Gesetzen und Bestimmungen, die den Begriffen von Wirtschaftlichkeit und Weltwirtschaft zuwiderlaufen." 1928 wurde der Gesellschaft der Auftrag auf ein etwa 250 km langes Fernsprechseekabel zwischen Schweden und Finnland zuteil. Der Gesamtgewinn aus Fabrikation, Beteiligungen usw. betrug 17 281 280 RM (15 046 626 i. V.) und der Reingewinn mit Vortrag 4 111 596 RM (4 102 863 i. V.). Aus ihm wurden auf 60 Mill. RM Aktienkapital wieder 6 % Dividende verteilt. — Die Beschäftigung der C. Lorenz A. G. Telephon- und Telegraphen-Werke, Eisenbahnsignal-Bauanstalt, Berlin-Tempelhof, war 1927 i. a. gut, der Umsatz im Privatgeschäft ist zwar gestiegen, doch war das Erträgnis infolge des ungeschwächten Preiskampfes annähernd das gleiche wie 1926. Die Abteilung „Telephonie" hat namentlich auf dem Gebiet des automatischen Fernsprechens durch Vereinfachung der Schaltungen und Konstruktionen weitere Fortschritte gemacht. Ein Aufschwung der Abteilung „Telegraphie" wurde durch einen Lizenzvertrag mit der amerikanischen Firma Morkrum-Kleinschmidt erzielt, der der Berichterstatterin die Herstellung eines aussichtsreichen Typendruckapparats für Deutschland gestattet. Ein größerer Auftrag wird z. Z. für das Berliner Polizeipräsidium ausgeführt. Die Arbeiten für selbsttätige Zugsicherung (Indulor-System) und auf dem Gebiet der Bildtelegraphie (System Lorenz-Korn) versprechen Erfolg. Die Umsätze der Abteilung „Drahtlose Telegraphie" einschl. des Rundfunks sind gewachsen. Durch Erwerb der Anteile der Huth G. m. b. H. hat die Berichterstatterin ihren Patentbesitz in wertvoller Weise ergänzt. Nach Abzug aller Unkosten betrug der Fabrikationsgewinn 797 759 RM (752 300 i. V.) und nach Abschreibungen der Reingewinn 419 055 RM (418 490 i. V.). Als Dividende sind wieder 6 % auf 6 Mill. RM Stammaktienkapital vorgeschlagen. — Die mit 50 000 RM in Berlin eingetragene Marelli-Motoren A. G. bezweckt den Erwerb und Vertrieb elektrischer Maschinen und Apparate, besonders der von der Firma Ercole Marelli & Co. A. G., Mailand, hergestellten Erzeugnisse (vornehmlich Ventilatoren und Motoren).

[1] Nach The Electrician Bd. 100, 1928, S. 559. Vgl. ETZ 1927, S. 864; 1928, S. 739.
[2] Nach El. World Bd. 91, 1928, S. 891, 993. Vgl. ETZ 1928, S. 524.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 217: Wer liefert einen schnelltrocknenden, leicht zu verarbeitenden und zu vergießenden Porzellankitt zur festen Verbindung von Metall mit Porzellan?

Frage 218: Wer stellt elektrische Höhenmeßapparate für Flugzeuge her?

Berichtigung.

Wie uns Verfasser der Arbeit „Erweiterung der Meßschrittformeln auf unsymmetrische Wellenwicklungen" (ETZ 1928, H. 20) mitteilt, stehen in Abb. 4 (S. 751) die Bürsten nicht wie gezeichnet um 3 Stege, sondern um 3½ Stege auseinander, so daß sich der zeitliche Verlauf des Ankerwiderstandes ändert und der Mittelwert des Ankerwiderstandes um $\frac{0,14}{21} r_1$ Ohm größer wird. Ferner sind in Abb. 5 auf der wagerechten Achse nicht die Zeiten aufzutragen, die ein Stromwendersteg braucht, um unter der Bürste vorbeizukommen, sondern die Hälfte dieser Zeiten; die Bezifferung der 42 (gegenüber 21) Achsenabschnitte muß lauten: 8—11, 8—12, 9—12, 9—13, 10—13, 10—14, usw.

Abschluß des Heftes: 2. Juni 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN



[.]. HEFT 14. JUNI 1928 49. JAHR[G.]


Das bewährte Haus-u. Heilmittel
TYPE
H
Das echte, als zuverlässig erprobte, sorgfältig hergestellte und geprüfte
HEIZKISSEN VON WELTRUF
Hüten Sie sich vor angeblich besseren Nachahmungen!
FABRIK DR·HEILBRUN
BERLIN-NOWAWES

ETZ

Zur Tagung
des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
in Berlin 1928

Berlin, den 14. Juni 1928

INHALT:

ELEKTRO

Die klassis

(

Verbreitun

Ihr Inhal
leute über di
Ausführunge
Praxis. Reg
In- und Ausl
mit elektrisc
trischer Masc
Anlagen und

Als Orga
niker (VDE)
dessen Arbe
über alle Vo
des Elektro
ETZ über de

Die ETZ
Gebiete der
jeden, der
Einrichtung
Übermittlun
rungen. Ih
Auflage (z.
an der Spitz

Das vo
textlichen
teile eine Z
schlägigen
wertvolle
wird.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

Die klassische elektrotechnische Zeitschrift des deutschen Sprachgebietes
Verbreitung u. Einfluß in allen Kulturländern

Ihr Inhalt: Aufsätze und Mitteilungen erster Fachleute über die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung, Ausführungen, Fortschritte und Erfahrungen der Praxis. Regelmäßige Referate aus der Fachpresse des In- und Auslandes, sorgfältige Behandlung auch der mit elektrischen Anlagen oder der Erzeugung elektrischer Maschinen und Geräte in Beziehung stehenden Anlagen und Einrichtungen.

Als Organ des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) berichtet die ETZ fortlaufend über dessen Arbeiten und unterrichtet somit unmittelbar über alle Vorschriften, Normungen usw. Als Organ des Elektrotechnischen Vereins (EV) berichtet die ETZ über dessen wissenschaftliche Arbeiten.

Die ETZ ist für jeden, der unmittelbar auf dem Gebiete der Elektrotechnik arbeitet, wie auch für jeden, der in anderen Industriezweigen elektrische Einrichtungen verwendet, das maßgebende Organ zur Übermittlung aller nötigen Kenntnisse und Erfahrungen. Ihre hohe Bedeutung wird durch ihre hohe Auflage (z. Z. 19 000) dargelegt. Die ETZ steht damit an der Spitze aller elektrotechnischen Fachzeitschriften.

Das vorliegende Tagungsheft bietet neben seinem textlichen Gehalte in dem umfangreichen Anzeigenteile eine Zusammensetzung von Erzeugnissen der einschlägigen Industriefirmen, die über die Zeit hinaus wertvolle Wegweiser für den vielseitigen Bedarf sein wird.

der in dies

Accumulatoren
Accumulatoren
Älteste Volks
lassung Ne
Neuhaus a.
Aktiengesellsc
Cie., Raver
Aktiengesellsch
A.-G. vorm. Sl
Allgemeine El
Aronwerke El
lottenburg
Badische Uhr
Bäuerle, T. &
Bayerische El
Bayerisches K
Roth b. Nü
Bercovitz, Dip
Bergedorfer E
Bergmann-Elel
Berlin-Anhalt
Dessau, Zw
Berliner Städt
Bertram, C. W
bach/Harz
Bischoff &
Mannheim
Bitter, A., &
Bleichert, Ad
Bohn & Kähl
Bokelmann &
Boley, G., E
Bopp & Reut
Borsig, A., G
Bothmann, F
Brandenburg,
Brown, Bove
Brown, Bove
„Calora" Fa
Berlin-Te
Cassirer, Dr.
Controller K
Deuta-Werk
b. H., Be
Deutsche E
meyer &
Deutsche Ka
Deutsche K
A.-G., Fr
Deutsche Te
SO 36
Deutsche W
Ehrich & G
Eisenwerk
Elektrizitäts
lottenbur
Elektricitäts
Elektrizität

Verzeichnis

der in diesem Heft mit Anzeigen vertretenen Firmen.



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 14. Juni 1928 | Heft 24

XXXIII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin.



In Verständigung mit der Vereinigung der Elektrizitätswerke wurde vom Verbande auf seiner Jahresversammlung 1926 in Wiesbaden ein Beschluß gefaßt, abwechselnd nur alle zwei Jahre zu einer festlichen Tagung zusammenzutreten und in der Zwischenzeit nur eine Arbeitstagung abzuhalten. In Übereinstimmung hiermit wurde darauf in Kiel 1927 beschlossen, die diesjährige Jahresversammlung als eine lediglich geschäftliche und technisch-wissenschaftliche Veranstaltung abzuhalten und hierfür Berlin als Tagungsort bestimmt.



Die vom VDE getroffenen Veranstaltungen zu dieser Jahresversammlung entsprechen folgendem

Zeitplan:

Sonntag, den 17. Juni 1928:

Vorm. 11 Uhr: Vorstandsitzung im Grashofzimmer des V d I, Friedrich-Ebert-Str. 27, gegenüber dem Reichstag.

Nachm. 3½ Uhr: Ausschußsitzung im großen Sitzungsaal des V d I, Friedrich-Ebert-Str. 27.

Montag, den 18. Juni 1928:

Vorm. 9 Uhr: I. Verbandsversammlung in Kroll's Festsaal am Tiergarten (Eingang: Große Querallee).

1. Eröffnungsansprache des Vorsitzenden.
2. Begrüßungen.
3. Ehrungen.
4. Vortrag des Herrn Reichsbahndirektor Wechmann, Berlin: „Die Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen."
5. Geschäftliches:
   a) Auszug aus dem Bericht des Generalsekretärs über die Arbeiten des VDE seit der letzten Jahresversammlung (der ausführliche Bericht wurde in der ETZ 1928, S. 770 u. 806 veröffentlicht).
   b) Anträge.
   c) Satzungsänderungen (siehe ETZ 1928, S. 832).
   d) Wahlen zum Vorstand und Ausschuß.
   e) Ortsbestimmung der nächsten Jahresversammlung.

Nachm. 3 Uhr: Fachberichte (Zeitplan in ETZ 1928 S. 831) und Besichtigungen.

Dienstag, den 19. Juni 1928:

II. Verbandsversammlung in Kroll's Festsaal am Tiergarten (Eingang: Große Querallee).

Vorträge:

1. Geh. Rat Prof. Dr.-Ing. E. h. Reichel, Berlin: „Die Gleichstromversorgung der Reichsbahn, insbesondere durch Gleichrichteranlagen."
2. Direktor Prof. Dr.-Ing. Petersen, Berlin: „Wechselstromversorgung der Reichsbahn unter Berücksichtigung der Netzkuppelung."

Nachm. 3 Uhr: Fachberichte (s. ETZ 1928, S. 831) und Besichtigungen.

Gesellige Veranstaltungen sind in diesem Jahre seitens des VDE nicht vorgesehen.

Technische Besichtigungen.

Mit Rücksicht auf den frühen Werkstättenschluß findet eine Besichtigung von technischen Anlagen der Elektroindustrie nicht statt. Besichtigung des Großkraftwerkes Klingenberg in Rummelsburg, Cöpenicker Chaussee Nr. 47:

Abt. I:	Montag, den 18. Juni 1928,	nachm. 3 Uhr pünktl.		Autobusfahrt zum Großkraftwerk Klingenberg ab Leipziger Platz Seite „Fürstenhof" um 2½ bzw. 3½ Uhr.
Abt. II:	„ „ 18.	„ „ „ 4 „ „		
Abt. III:	Dienstag, „ 19.	„ „ „ 3 „ „		
Abt. IV:	„ „ 19.	„ „ „ 4 „ „		

Zu jeder Abteilung sind insgesamt je 150 Personen zugelassen, innerhalb des Werkes finden Gruppenbildungen statt. Die Teilnehmer verzichten durch Ausfertigung der Anmeldung ausdrücklich auf alle Ansprüche gegenüber dem VDE und der Bewag für ev. Unfälle gelegentlich des Besuches.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Der Vorsitzende: M. Krone. Der Generalsekretär: P. Schirp.

Die Teilnahme an allen Veranstaltungen des VDE, Verbandsversammlungen, Fachberichtsitzungen, technischen Besichtigungen ist für VDE-Mitglieder gegen Vorzeigung ihrer Ausweiskarte, die die Geschäftsstelle des VDE nach erfolgter Anmeldung liefert, kostenfrei. Nichtmitglieder können eingeführt werden.

Eine Auskunftstelle des VDE befindet sich:

Sonntag, den 17. Juni, nachm. 2—7 Uhr im VdI-Haus, Friedrich-Ebert-Str. 27 I;

Montag, den 18. Juni, vorm. 9—12 Uhr in Kroll's Festsälen am Tiergarten;

Dienstag, den 19. Juni, vorm. 9—12 Uhr in Kroll's Festsälen am Tiergarten.

An den übrigen Tageszeiten ist die Geschäftsstelle des VDE Potsdamer Str. 68 III (Telephon: Kurfürst 9306, 9320, 9327) zu Auskünften bereit.



Die Vorträge der Jahresversammlung.

Die diesmaligen großen Vorträge wurden dem Gebiet der heute im Vordergrund stehenden elektrischen Zugförderung entnommen, wofür die deutschen elektrischen Hauptbahnen und die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen reiche Unterlagen boten.

Die Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen.*

Von Reichsbahndirektor **W. Wechmann**, Berlin.

Übersicht. Die nachfolgenden Ausführungen geben zunächst einen Überblick über die Entwicklung des elektrischen Zugbetriebs der Deutschen Reichsbahn seit dem Jahre 1922. Dabei wird auch auf die Vorschriften für die zulässige Erwärmung der Bahnmotoren eingegangen. Für die Auswahl weiterer für Elektrisierung in Betracht kommenden Strecken ist vor allem auf Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Betriebes, auf Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit der Züge und der Leistungsfähigkeit der Strecke Rücksicht zu nehmen. Mit dem Wechselstromsystem macht die Reichsbahn die besten Erfahrungen. Die Fahrleitung in ihrem Gesamtaufbau ist vereinheitlicht. Die neueren Lokomotiven weisen sehr große Leistungen auf. Die Energie wird gegenwärtig aus bahneigenen Kraftwerken und aus Kraftwerken, an denen die Deutsche Reichsbahn beteiligt ist, entnommen. In den letzten Jahren ist die Reichsbahn zu Fremdstrombezug übergegangen, und zwar bei der Versorgung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen. Im Hinblick auf Betriebsicherheit bestehen keine Bedenken, in Zukunft den Strom aus Fremdkraftwerken zu beziehen; jedoch zeigen die bisher angestellten Berechnungen, daß im allgemeinen der selbsterzeugte Strom billiger ist.

Für den Betrieb der Berliner Nahbahnen wurde Gleichstrom gewählt, namentlich mit Rücksicht auf die Triebwagen. Die Trieb- und Steuerwagen der elektrisch betriebenen Züge sind infolge der Verwendung von hochwertigem Siliziumstahl verhältnismäßig leicht ausgefallen. Für den Einbau der elektrischen Ausrüstung ist ein neuartiges System der Großmontage angewendet worden. Der Gleichstrom für die Stromschiene wird nur noch Gleichrichtern entnommen. Auf der Stadt- und Ringbahn wird eine verteilte Speisung angewendet, indem auf jedem Bahnhof für jede Fahrtrichtung ein Gleichrichter vorgesehen ist. Den Gleichrichtern wird Drehstrom mit 30 kV in Kabeln zugeführt, welche von zwei Hauptschaltwerken ausgehen. Nach letzteren liefern die Elektrowerke A.-G. und die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. die erforderliche Energie.

Störungen des Fernmeldebetriebes durch Wechselstrombahnen können durch geeignete Maßnahmen vermieden werden. Beim Gleichrichterbetrieb sind die einschlägigen Versuche noch nicht ganz abgeschlossen.

Auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in München im Jahre 1922 berichtete ich über den damaligen Stand der Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn, allerdings nur, soweit Fernbahnen in Betracht kamen[1].

Zu jener Zeit stand Deutschland erst am Anfang der Entwicklung des elektrischen Zugbetriebes. Die vordem veranstalteten Fahrten von Zügen mit elektrischen Lokomotiven konnten im allgemeinen nur als großzügig angelegte Versuche angesprochen werden. Erst vom Jahre 1924 an waren so viele elektrische Lokomotiven und Triebwagen vorhanden, daß auf den meisten mit Fahrleitung versehenen Strecken ein rein elektrischer Betrieb durchgeführt werden konnte.

Die Entwicklung des elektrischen Zugbetriebs der ehemaligen Ländereisenbahnen Deutschlands und der aus ihnen entstandenen Deutschen Reichsbahn[2] geht aus Abb. 1 hervor, in der die Längen der elektrisch betriebenen Strecken sowie der Energieverbrauch in den Jahren 1904 bis 1928 eingezeichnet sind.

Die Länge der elektrisch betriebenen oder betriebsfertig ausgebauten Strecken der Deutschen Reichsbahn beträgt gegenwärtig rund 1550 km, an sich eine stattliche Länge, jedoch noch nicht 3 % der rund 53 600 km betragenden Gesamtstreckenlänge des Reichsbahnnetzes.

Abb. 2 zeigt die einzelnen elektrisch betriebenen Fernbahnstrecken der Deutschen Reichsbahn.

Wir können vier größere Bereiche mit elektrischem Zugbetrieb unterscheiden, zu denen sich noch einige kleinere gesellen.

Der größte dieser Streckenbereiche ist der in Bayern. Er umfaßt im wesentlichen die von München süd- und südostwärts nach Mittenwald, Kufstein und Salzburg sowie nach Berchtesgaden und nordwärts nach Regensburg führenden Strecken mit einer Reihe von Abzweigungen und Verbindungslinien und weist eine Streckenlänge von fast 700 km auf.

Der Größe nach folgt die schlesische Gebirgsbahn Breslau—Hirschberg—Görlitz nebst Zweiglinien und Verbindungstrecken. Die gesamte Streckenlänge beträgt etwa 350 km.

Ferner sind Fernbahnen im Flachland zwischen Halle, Leipzig und Magdeburg mit einer Länge von fast 200 km elektrisiert.

Der vierte große Streckenbereich der Deutschen Reichsbahn ist der der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen mit etwa 240 km Streckenlänge. Dieses Netz werde ich später gesondert behandeln[3].

Für die erwähnten und die übrigen kleineren Streckenbereiche sind in Betrieb und im Bau zur Zeit insgesamt 419 elektrische Lokomotiven und 726 Triebwagen.

Die Lokomotiven vermögen eine Dauerleistung am Triebradumfang herzugeben von insgesamt rund 700 000 PS nach den strengen Erwärmungsvorschriften der Reichsbahn, d. s., geschätzt, etwa rund 800 000 PS nach den Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren (REB) des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Die Triebwagen weisen eine Dauerleistung von rd. 235 000 PS nach den Reichsbahnvorschriften und rd. 270 000 PS nach den Verbands-REB auf.

Hierzu möchte ich erläutern, daß die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1919 Vorschriften über die zulässige Erwärmung ihrer Lokomotiv- und Triebwagenmotoren aufstellte. Da es damals an Erfahrungen über die Anforderungen des praktischen schweren Eisenbahnbetriebes hinsichtlich der Leistungen der elektrischen Triebfahrzeuge noch gar sehr mangelte, mußten wir besonders vorsichtig sein und gewisse Temperaturreserven vorsehen. So kam es, daß unsere Vorschriften wesentlich strenger ausfielen als die im Jahre 1924 aufgestellten Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren (REB)

---

* Vortrag der XXXIII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin.

[1] Mitteilungen aus dem elektrischen Fernzugbetrieb der Deutschen Reichsbahn, ETZ 1922, S. 805 u. 837.

[2] Von den ehemaligen Ländereisenbahnen Deutschlands hatten elektrischen Zugbetrieb die Königl. Preußische, die Königl. Bayerische und die Großherzogl. Badische Staatsbahnverwaltung. Das Reich übernahm die Staatsbahnen im Jahre 1920. Von 1924 an führt den Betrieb die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft.

[3] Die einzelnen elektrisierten Strecken hat der Verfasser im „Zentralblatt für den elektrischen Zugbetrieb" 1928, Februarheft, S. 35, angegeben



des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und als die erst neuerdings aufgestellten, übrigens noch nicht endgültig festgelegten Vorschriften der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC). Die Folge davon ist, daß eine bestimmte Lokomotive, z. B. die 1 Do 1-Schnellzuglokomotive mit Buchli-Antrieb, nach den Angaben der Deutschen Reichsbahn eine Dauerleistung von nur 2500 PS aufweist, während die gleiche Lokomotive nach den neuen Verbands-REB die wesentlich größere Leistung von 3000 PS und nach den internationalen Vorschriften eine noch höhere Nennleistung besitzt. Dies ist wohl zu beachten, wenn auf Grund von Literaturangaben die Leistung ausländischer Lokomotiven mit der von Reichsbahnlokomotiven verglichen wird. Sonst erscheinen unsere Reichsbahnlokomotiven gegenüber denen des Auslandes viel weniger leistungsfähig, als sie eigentlich sind.

Glücklicherweise haben wir in den letzten Jahren über das Verhalten der elektrischen Triebfahrzeuge im Betrieb so viele Erfahrungen gesammelt, daß wir nunmehr dabei sind, unsere Erwärmungsvorschriften nachzuprüfen und, was noch wichtiger ist, zu versuchen, sie mit denen anderer Länder in Übereinstimmung zu bringen. Da die Untersuchungen und Verhandlungen hierüber im Internationalen Eisenbahnverband noch im Fluß sind, kann erst später über das Ergebnis berichtet werden.

Da wir zu Beginn meines Vortrages einen Blick in die Vergangenheit zurückwarfen und soeben die Gegenwart betrachtet haben, so liegt die Frage danach nahe, was die nächste Zukunft bringen wird.

Ein Bauprogramm, das die Elektrisierung etwa eines größeren Teiles der Reichsbahnstrecken oder gar aller umfaßt, ist nicht vorhanden. Es ist weder möglich noch erforderlich, ein solches aufzustellen. Der elektrische Ausbau eines so großen Eisenbahnnetzes, wie es das der Deutschen Reichsbahn ist, würde auch dann, wenn genügend Geldmittel zur Verfügung stünden, Jahrzehnte in Anspruch nehmen, und für eine so lange Zukunft läßt sich kein unumstößliches Programm bilden. Überdies brauchen keine auf lange Sicht die Elektrisierung vorbereitende Baumaßnahmen getroffen zu werden. Es ist lediglich allgemein vorgeschrieben worden, daß die über den Gleisen neu zu errichtenden Bauwerke für die Fahrleitung und den an ihr gleitenden Stromabnehmer einen Raum mit bestimmten Abmessungen freilassen[4]. Wir haben uns deshalb begnügt, einige später aufzuführende Strecken auszuwählen, die sozusagen elektrisierungsreif sind. Für die Elektrisierung dieser Strecken, die eine Gesamtlänge von etwa 2500 km aufweisen, sind die Baukosten samt den Kosten für die Beschaffung der Triebfahrzeuge und die Betriebskosten im Vergleich zum vorhandenen Dampfbetrieb ermittelt worden. Die Bau- und Beschaffungskosten für diese Strecken sind bereits so hoch, daß sie über eine größere Zahl von Jahren verteilt werden müssen. Noch weiter in die Zukunft zu blicken, hätte keinen Sinn.

Für die Wahl der untersuchten Strecken waren folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Zu bevorzugen sind solche Strecken, deren Elektrisierung eine möglichst große Verbilligung des Betriebes gegenüber dem bestehenden Dampfbetrieb mit sich bringt. Dabei kommen zunächst Strecken in Frage, die sich an bestehende Elektrisierungsbereiche anschließen, weil einerseits der Strom unter Mitbenutzung der bereits vorhandenen Anlagen leicht beschafft werden kann und sich der Strompreis dabei verbilligt, und weil anderseits wegen der Mitausnutzung bereits vorhandener Lokomotiven und Triebwagen die geringstmögliche Zahl neuer Triebfahrzeuge zu beschaffen ist.

[4] Es ist beabsichtigt, eine diese Verhältnisse berücksichtigende Bestimmung in die jetzt in Ausarbeitung befindliche neue Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Ordnung aufzunehmen.

Wie leicht einzusehen ist, sind die Betriebsausgaben bei elektrischer Zugförderung wesentlich abhängig von der Größe des Arbeitsverbrauchs, seiner Verteilung über die 24 Tagesstunden und der Höhe der Stromkosten.

Der Arbeitsverbrauch in Kilowattstunden je Kilometer Streckenlänge ist bedingt durch die Streckenbelastung, gemessen in Bruttotonnen Zuggewicht, und durch die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse der Strecke. Wenn sich die Streckenbelastung dadurch vergrößert, daß die Zahl der Züge wächst, so nimmt die Wahrscheinlichkeit zu, daß die Belastung über den Tag gleichmäßiger wird. Wenn endlich die Strecke Tag und Nacht voll mit Zügen besetzt ist, wie es bei einer Reihe wichtiger Durchgangslinien der Fall ist, so ergibt sich eine recht günstige Benutzungsstundenzahl. Als Beispiel möchte ich die Gesamtbelastung der Strecke Breslau—Arnsdorf in Abb. 3 anführen. Für diese ergibt sich die Benutzungsdauer der benötigten Höchstleistung nach Maßgabe der 10 min-Mittelwerte zu rd. 6000 h. Solche günstige Belastungen bringen folgende beiden die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Zugbetriebes mitbegründenden Vorteile mit sich:

a) Der von dem Unternehmen auf Grund der Einrichtung der elektrischen Zugförderung zu tragende Kapitaldienst verteilt sich auf eine verhältnismäßig große Zahl von Tonnen- oder Platzkilometern und bewegt sich dadurch in erträglicher Höhe.

b) Die günstige Strombelastung wirkt auf den Strompreis günstig ein.

Bevor ich auf den Einfluß des Strompreises eingehe, möchte ich noch kurz darauf hinweisen, daß die Werte für den Arbeitsverbrauch der verschiedenen Eisenbahnstrecken in weiten Grenzen schwanken. Schwach belastete Strecken erfordern im Jahre von 100 000 kWh/km an aufwärts, mittelgute 300 000 kWh/km, die stärkstbelasteten Strecken mehr als 500 000 kWh/km, je für beide Fahrrichtungen auf ein- oder zweigleisigen Strecken zusammen. Die Grenze der Strombelastung, bei der sich der elektrische Zugbetrieb wirtschaftlich gestaltet, läßt sich allgemein nicht festsetzen. Sie schwankt vielmehr je nach den maßgebenden Verhältnissen auf den einzel-

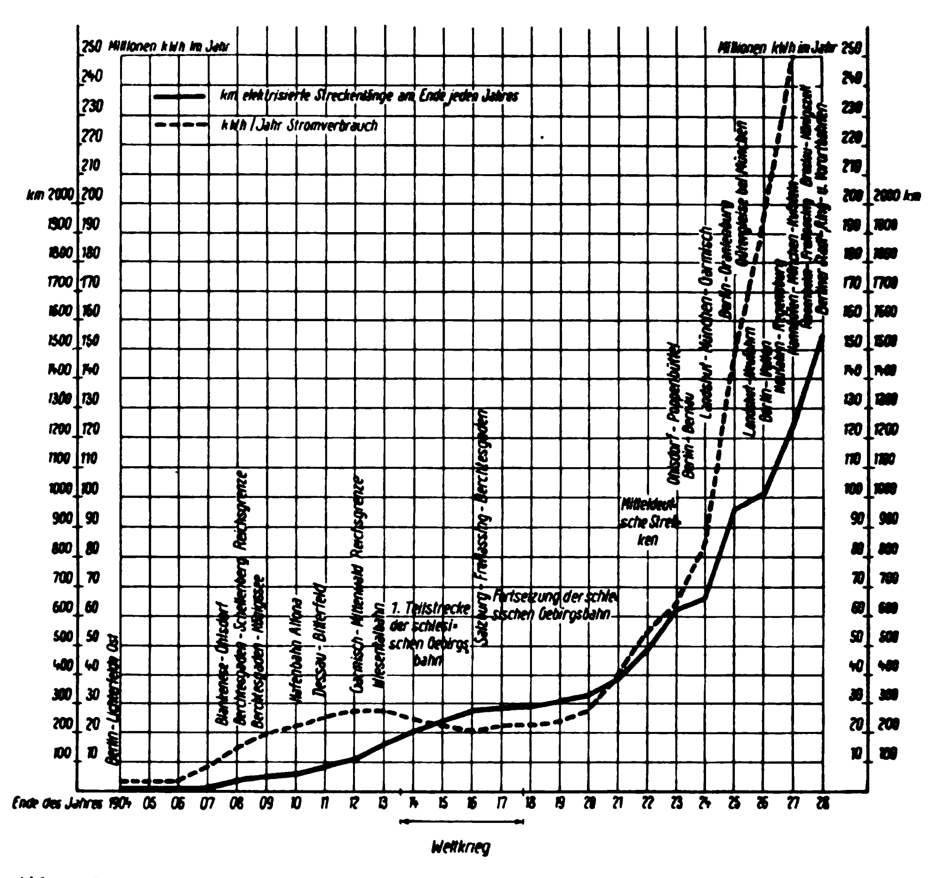


Abb. 1. Längen und Energieverbrauch der elektrisch betriebenen Strecken der Deutschen Reichsbahn in den Jahren 1904 ... 1928.



nen Strecken, z. B. nach der Ausnutzbarkeit der Lokomotiven, den Kosten der Verkabelung der Fernmeldeanlagen usw. Bisweilen ist, wie die Erfahrung lehrt, die Elektrisierung einer an sich sehr schwach belasteten Strecke

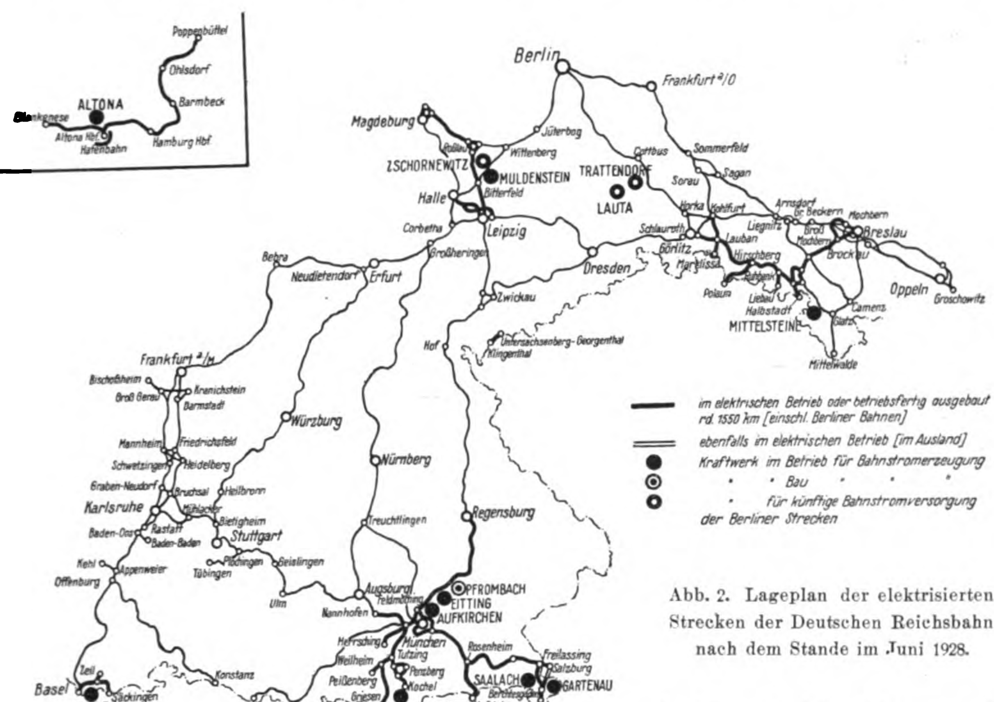


Abb. 2. Lageplan der elektrisierten Strecken der Deutschen Reichsbahn nach dem Stande im Juni 1928.

wirtschaftlich, wenn sie in ein bestehendes Netz einbezogen wird und zur besseren Ausnutzung der vorhandenen Triebfahrzeuge beiträgt. Weiter unten werden für einige Streckenbereiche, deren Elektrisierung geplant ist, die Zahlen für den Arbeitsverbrauch angegeben.

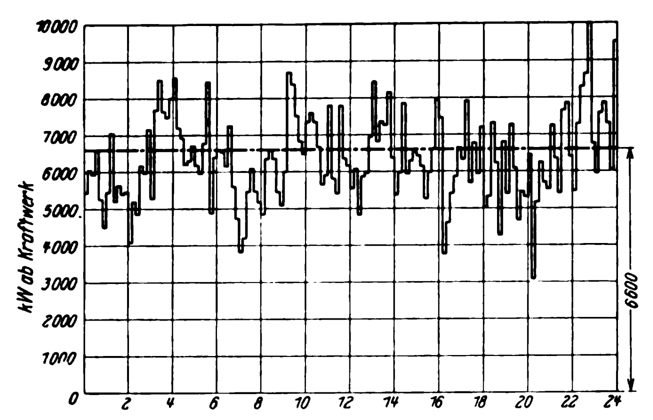


Abb. 3. Leistungsschaulinie für die Strecke Brockau—Breslau—Liegnitz—Arnsdorf.

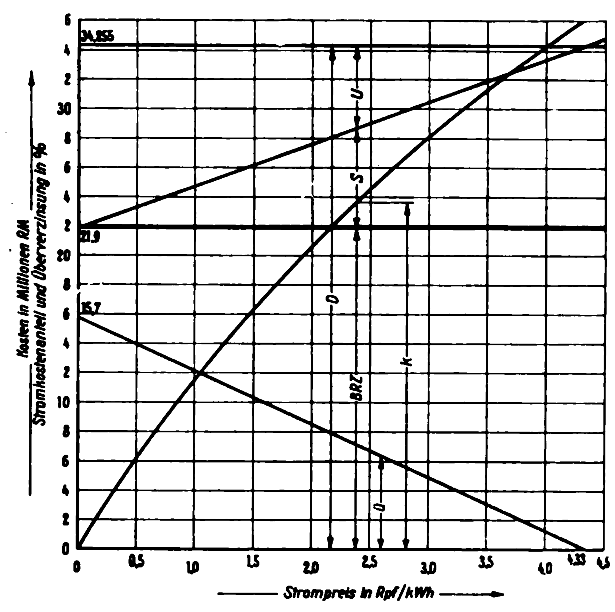
Die Stromkosten sind von erheblichem Einfluß. Auf der Abb. 4, der die Verhältnisse der Strecke Nürnberg—Halle—Berlin zugrunde liegen, sind die Gesamtkosten der elektrischen Zugförderung — ohne Berücksichtigung des Stationsdienstes, der allgemeinen Streckenunterhaltung und dgl. — in zwei Summanden aufgeteilt:

a. Stromkosten (an den Kraftwerken),
b. sonstige Kosten wie Kapitaldienst (Verzinsung des Anlagekapitals und Rücklagen), Kosten des Personals, der Unterhaltung, der Schmier- und Putzstoffe.

Die Kurve stellt das Verhältnis der Stromkosten zu den Gesamtkosten dar. Zu entnehmen ist, daß z. B. bei einem Strompreis von 3,3 Rpf/kWh die Energiekosten bereits 30 % der Gesamtkosten ausmachen.

2. Neben dem Streben nach einer wirtschaftlichen Auslese der Strecken ist darnach zu zielen, Hauptverkehrsadern auf elektrischen Betrieb umzustellen, wenn dadurch eine wesentliche Verkürzung der Fahrzeit und eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Strecke erreicht wird.

Die Erhöhung der Geschwindigkeit der Züge durch die elektrische Zugförderung über das im Dampfbetrieb vorhandene Maß hinaus und damit eine Beschleunigung des Verkehrs tritt insbesondere auf Gebirgs- und Hügellandstrecken bei den Bergfahrten auf, und zwar schon bei verhältnismäßig geringen Steigungen. Daß die elektrische Lokomotive mit großer Geschwindigkeit die Steigungen bewältigen kann, beruht bekanntlich darauf, daß der elektrischen Lokomotive die für das schnelle Befahren der Steigungen erforderliche Energie, die wesentlich größer als die auf der Wagerechten ist, unbeschränkt aus der Fahrleitung zur Verfügung steht, im Gegensatz zur Dampflokomotive, die nur für kurze Zeit und in verhältnismäßig geringerem Maße überlastbar ist. Beweise hierfür werde ich später durch Mitteilung von Messungsergebnissen (Fahrlinien) erbringen. Auf Grund solcher Messungen ist der graphische Fahrplan Abb. 5 entworfen, der die Fahrt eines Dampfzuges und eines elektrischen Zuges für die Strecke Breslau/Brockau—Liegnitz—Görlitz/Schlauroth darstellt, die nur wenige Steigungen geringen Grades aufweist. Wie aus der Abbildung zu



BRZ	Betriebskosten ohne Stromkosten einschließlich Rücklagen und Zinsen (7 %)
S	Stromkosten
BRZ + S	Gesamtkosten des elektrischen Betriebes
D	Gesamtkosten des Dampfbetriebes (gegenüberstehende)
U	Unterschied der Kosten beider Betriebe oder Überzinsen des elektrischen Betriebs bei Kostengleichheit beider Betriebe
ü	Überverzinsung des mit den elektrischen Anlagen entstehenden Anlagekapitalzuwachses in % Anlagekapitalzuwachs = Anlagekapital der elektrischen Zugförderungsanlagen weniger gegenüberstehendes Anlagekapital des Dampfbetriebes
k	Anteil der Stromkosten an den Gesamtkosten des elektrischen Betriebs in %

Abb. 4. Jahreskosten der elektrischen Zugförderung Nürnberg—Halle—Berlin und Leipzig—Erfurt.



erkennen ist, betragen die erreichbaren Fahrzeitverkürzungen 20...30 % der Fahrzeiten im Dampfbetrieb. Auf der Abb. 6 ist ein graphischer Fahrplan für eine ausgesprochene Gebirgstrecke dargestellt. Wir stellen hier Fahrzeitverkürzungen bis zu 47 % fest.

Die Erhöhung der Streckenleistungsfähigkeit (Nutztonnenkilometer-Fahrleistung je Tag) beruht darauf, daß die Spanne zwischen den Geschwindigkeiten der Güterzüge und der Personenzüge wesentlich geringer als im Dampfbetrieb ist. Das Maximum der Streckenleistung würde eintreten, wenn sämtliche Züge die gleiche Geschwindigkeit hätten, was natürlich wegen der Verschiedenheit der Zuggattungen unerreichbar ist.

3. In besonderen Fällen werden auch solche Strecken vorzugsweise umzustellen sein, die nicht mit bestehenden Bereichen zusammenhängen, dafür aber einen ganz besonders geeigneten Fall, etwa wegen der großen Zugdichte, darstellen. Hierzu gehören Stadt- und Vorortbahnen sowie Zwischenstadtbahnen in Industriegegenden.

4. Als Vorzug der elektrischen Betriebsweise, der in manchen Fällen ihre Einführung begünstigt, möge noch erwähnt werden, daß die Reinlichkeit der Züge und Bahnhofsanlagen eine wesentlich größere als im Dampfbetrieb ist, da Rauch und Ruß nicht vorhanden sind, und daß sich wegen des Fehlens von Dampf- und Rauchwolken das Reisen für die Fahrgäste angenehmer gestaltet. Dieser Vorzug ist keineswegs zu unterschätzen, er trägt mindestens so viel zur Verkehrswerbung bei wie gut und behaglich ausgestattete Personenwagen.

Unter Beachtung der im vorstehenden angeführten Gesichtspunkte haben wir nun, wie bereits bemerkt, eine Reihe von Strecken für den elektrischen Zugbetrieb in Aussicht genommen und die Untersuchungen über Anlage- und Betriebskosten teils überschläglich, teils genauer durchgeführt. Es sind dies die in Abb. 7 und in folgender Zusammenstellung gekennzeichneten Strecken.

Strecken	Streckenlänge km	Mittlerer Energiebedarf der ganzen Strecke kWh/km u. Jahr	Energiebedarf des höchstbelasteten Teiles der Strecke kWh/km u. Jahr
		(gemessen auf der 15 kV-Seite der Unterwerke)	
Schlesische Hauptstrecke: Oppeln/Groschowitz—Brieg/Carlsmarkt—Breslau—Liegnitz—Görlitz	385	425 000	620 000
Süddeutsche Ost-Westlinie: München—Stuttgart—Karlsruhe mit Zweigstrecken	455	300 000	910 000
München—Nürnberg—Halle—Berlin/Magdeburg und Leipzig—Erfurt	995	340 000	630 000
Badische Nord-Südlinie: Frankfurt (Main)—Basel mit Zweigstrecken	620	310 000	685 000
Rhein-Ruhr-Linie: Köln—Düsseldorf—Duisburg—Dortmund (nur Personenzugbetrieb auf besonderem Gleispaar)	120	310 000	350 000

Die Berechnungen ergeben, daß die durch den elektrischen Betrieb eingesparten Betriebskosten neben einer Verzinsung des Anlagekapitals von 7 % und einer angemessenen Rücklage eine Überverzinsung des Anlagekapitalzuwachses von 4... etwa 9 % abwerfen.

Stromsystem.

Es ist bekannt, daß die Deutsche Reichsbahn für den elektrischen Zugbetrieb auf ihren Fernbahnen den Einphasen-Wechselstrom niederer Frequenz benutzt. Das gleiche Stromsystem besitzen die Schweiz, Österreich, Schweden und Norwegen. In den letzten Jahren sind für dieses Stromsystem im Internationalen Eisenbahnverband Spannung und Frequenz und ihre zulässigen Schwankungen genormt worden. Es betragen:

die Nennspannung	15 kV
die zulässige Spannungsschwankung	16,5...12 kV kurzzeitig bis 11 kV
die Nennfrequenz	16⅔ Hz
die zulässige Frequenzschwankung	17½...15 Hz

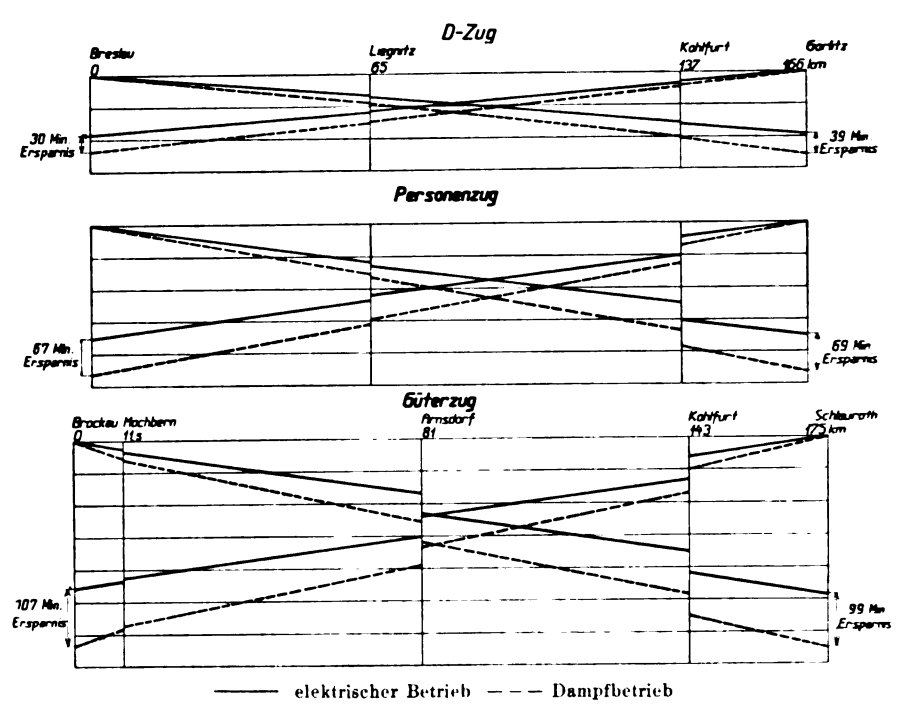


Abb. 5. Vergleich der Fahrzeiten beim Dampfbetrieb und beim elektrischen Betrieb auf der Strecke Breslau/Brockau—Liegnitz—Görlitz/Schlauroth.

Für die Berliner Stadt- und Vorortbahnen ist Gleichstrom mit 800 V Nennspannung gewählt worden.

Für Lokalbahnen wird von Fall zu Fall entschieden, z. B. wurde Gleichstrom mit 1000 V für Berchtesgaden—Königssee ausersehen.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft macht mit dem Wechselstromsystem auf ihren Fernbahnen die besten Erfahrungen. Im Vergleich mit anderen Systemen zeichnet es sich durch allergrößte Einfachheit im Aufbau sowohl der Streckenausrüstung als auch der Fahrzeuge aus. Auch erweisen sich die Konstruktionen allen Witterungseinflüssen, auch den rauhesten, gewachsen, was insbesondere durch die Erfahrungen der letzten Jahre auf unseren Bahnen im Riesengebirge und im bayerischen Hochland während der dortigen harten Winterzeit bekräftigt wird. Wir haben ferner festgestellt, daß auch die zu einem elektrischen Zugbetrieb gehörigen Anlagen im Zuge, z. B. die elektrische Zugheizung, sich in denkbar einfachster Weise ausführen läßt. In Anbetracht solcher Erfahrungen halten wir selbstverständlich auch für die demnächstigen Erweiterungen unseres Netzes an der Anwendung des Wechselstromsystems fest.

Fahrleitung.

Die Fahrleitung für Wechselstrombahnen mit 15 kV ist in ihrem Gesamtaufbau für die gesamte Deutsche Reichsbahn vereinheitlicht. Sie ist so durchgebildet, daß sie das Streckenbild, insbesondere die Sicht der Signale, in keiner Weise stört. Die Vervollkommnung der Isolatoren erlaubte es, statt der doppelten Isolation, wie sie früher im Gebrauch war, einfache Isolation zu verwenden. Der Isolator selbst, die Klemmen und sonstige Einzelteile sind noch nicht vereinheitlicht; doch sind die hierzu erforderlichen Arbeiten bereits eingeleitet. In Schlesien sind für die Befestigung der Tragseile auf freier Strecke einfache Stützisolatoren, auf den Bahnhöfen Vollkernisolatoren verwendet worden. In Bayern hat man vorzugsweise den Vollkernisolator aus Porzellan oder Steatit gewählt. Er zeichnet sich vorteilhaft dadurch aus, daß man von weitem die Isolatoren als solche kaum noch erkennt (Abb. 8 und 9).

Auf Bahnhöfen gelingt es, mittels der Querseilverspannung die Gleise bis zu 16 Stück nebeneinander zwischen zwei Mastreihen mit einer Spannweite von etwa 80 m zu überspannen. Die zwischen den Gleisen liegenden Flächen bleiben dadurch frei von Masten.

Die Gesamtkosten der betriebsfertigen Fahrleitung für eine zweigleisige Strecke außerhalb der Bahnhöfe be-

wegen sich bei den neuzeitlichen Ausführungen zwischen 7500 und 10 500 RM/Gleis-km je nach der Bodenbeschaffenheit, den Krümmungsverhältnissen der Strecke, dem Material für das Tragseil (Bronze oder Stahl) usw.

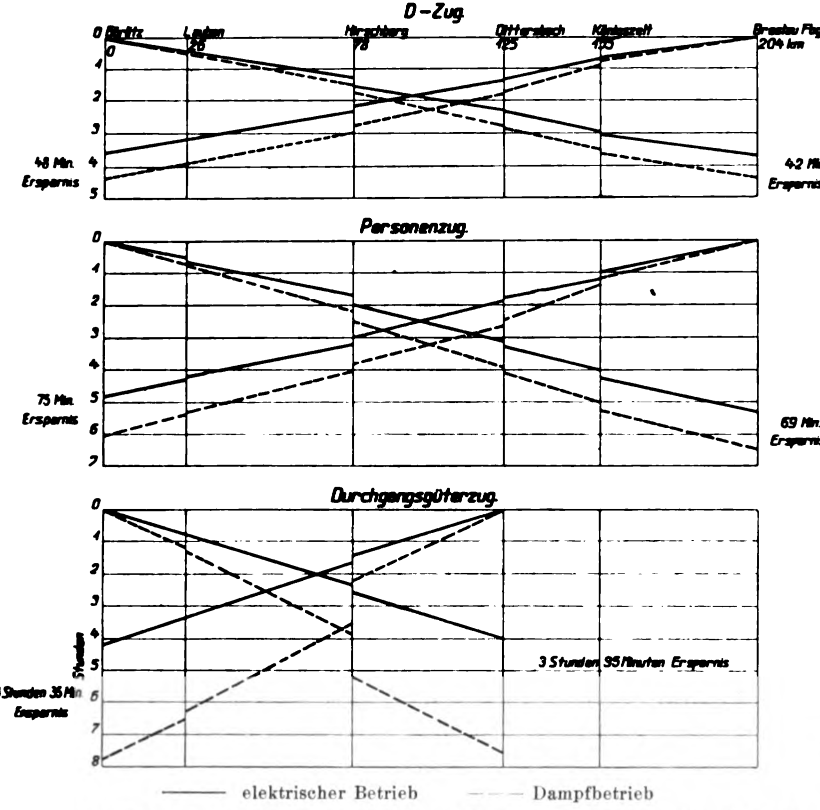


Abb. 6. Vergleich der Fahrzeiten beim Dampfbetrieb und beim elektrischen Betrieb auf der Hauptstrecke der Schlesischen Gebirgsbahnen.

Triebfahrzeuge.

Auf die Konstruktion der Lokomotiven und Triebwagen einzugehen, verbietet die mir zur Verfügung stehende Zeit. Deshalb möchte ich mich darauf beschränken, die Leistungen einiger neuerer Lokomotiven in Schaubildern zu zeigen, die auf Grund eingehender, mit unserem Meßwagen für elektrische Lokomotiven vorgenommener Messungen ermittelt worden sind.



Abb. 7. Streckenplan für Fernbahnelektrisierungen in den nächsten Jahren.

Die Schnellzuglokomotive 1 Do 1 mit Buchli-Antrieb bewährt sich in Bayern recht gut. Sie ist für die Beförderung schwerer Schnell- und Personenzüge im Flachland und schwerer Schnellzüge im Gebirge gleich gut geeignet (Abb. 10).

Dasselbe gilt von der Schnellzuglokomotive 2 Do 1 (Abb. 11) mit dem Federantrieb nach Westinghouse-Kleinow. Sie vermag folgende Zuggewichte zu ziehen:

In der Wagerechten 750 t bei einer Geschwindigkeit von 110 km/h dauernd,

auf einer Steigung von 10 ‰ 690 t mit einer Geschwindigkeit von 75 km/h eine Stunde lang.

Abb. 12 a zeigt das Ergebnis eines Teiles einer Meßfahrt auf der Strecke Landshut—München mit einer 1 Do 1-Lokomotive und Abb. 12 b auf der Strecke Lauban—Hirschberg der schlesischen Gebirgsbahnen mit einer 2 Do 1-Lokomotive.

Die leistungsfähigste Güterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn zeigt die Abb. 13. Auch diese läuft gegenwärtig in Schlesien. Sie vermag folgende Zuggewichte zu befördern:

2570 t in der Wagerechten mit einer Geschwindigkeit von 65 km/h dauernd und

in einer Steigung von 5 ‰ eine Stunde lang mit einer Geschwindigkeit von 35 km/h und vorübergehend mit einer Geschwindigkeit von 45 km/h.

Die Abb. 14 zeigt den Großgüterzug auf der Hauptstrecke der schlesischen Gebirgsbahnen.

Stromversorgung.

Für die wichtigeren vorhandenen Streckenbereiche wird der Bahnstrom in besonderen Bahnmaschinen erzeugt und dementsprechend in besonderen Bahnleitungen den elektrisierten Strecken zugeführt. Fünf Kraftwerke (siehe Zusammenstellung auf S. 890) gehören der Deutschen Reichsbahn; vier andere sind Eigentum von Kraftwerksgesellschaften, an denen die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft beteiligt ist. Für die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen wird der Strom in Kraftwerken der Stadt Berlin und der Elektrowerke A.-G. erzeugt. Über die in den Kraftwerken für Zugförderungszwecke aufgestellte Leistung und über die Bahnstromabgabe gibt die Zusammenstellung ebenfalls Aufschluß.

Die bahneigenen Kraftwerke entstanden zu einer Zeit (1907 ... 1914), in der die allgemeine Landes-Stromversorgung noch wenig entwickelt war. Damals bestand keine Möglichkeit, in den zu elektrisierenden Bezirken den Strom aus vorhandenen Großkraftwerken zu einigermaßen annehmbaren Bedingungen zu erhalten.

Da die Rohwasserkräfte in Süddeutschland den Einzelstaaten gehören, war es hier der Reichsbahn nicht möglich, Kraftwerke zu erbauen. Hingegen kam ein Übereinkommen zwischen dem bayerischen Staat und der Reichsbahn über eine Beteiligung an den Wasserkraft-Unternehmungen, die in Form von Aktiengesellschaften gegründet wurden, zustande.

Mittlerweile machte gerade in den letzten Jahren die Großkraftversorgung in Deutschland ungeahnte Fortschritte. In nicht allzuferner Zeit dürfte es möglich sein, an jedem beliebigen Ort in Deutschland jede gewünschte Energiemenge für elektrischen Zugbetrieb aus vorhandenen Werken zu erhalten.

Die Erzeugung des Stromes in den Kraftwerken war bereits vor dem Kriege so zuverlässig, daß es zu den größten Seltenheiten gehörte, wenn ein ganzes Kraftwerk in der Stromlieferung versagte. Die von der Natur verursachten Wasserklemmen können dadurch unschädlich gemacht werden, daß eine genügende Dampfreserve zur Verfügung gehalten wird. Dagegen hatten wir in früheren Jahren gewisse Bedenken gegen die unbedingte Betrieb-



Kraftwerke im Jahre 1928	Installierte Bahnleistung im Betrieb und im Bau kW	Bahnstromabgabe in Mill. kWh/Jahr
Bahneigene Kraftwerke: Altona, Mittelsteine*, Muldenstein, Saalachkraftwerk und Gartenau . . .	84 400	123
Beteiligungswerke: Walchenseewerk; Aufkirchen, Eitting, Pfrombach (Werke der Mittleren Isar A.-G.)	79 600	78
Fremde Werke: (Besitzer:[1]) Moabit, Rummelsburg, Charlottenburg (Berliner Städtische Elektrizitätswerke A.-G.)	25 000	85
Zschornewitz, Trattendorf, Lauta (Elektrowerke A.-G.)	25 000	85

* Das Bahnkraftwerk Mittelsteine war zwar bis zum Jahre 1926 in Privatbesitz; doch war es eigens für die Erzeugung des Wechselstroms für die schlesischen Bahnen errichtet. Sein Betrieb wurde ständig von der Reichsbahn kontrolliert.

sicherheit der Fernleitung. Glücklicherweise sind aber auch hier in dem technischen Aufbau der Leitungsanlagen, wie insbesondere in der Güte der Isolierstoffe, ganz gewaltige Fortschritte gemacht worden. Ferner wird, da sich die Fernleitungen der allgemeinen Landesversorgung immer mehr zu einem Netz zusammenschließen, wohl bald überall die Möglichkeit vorhanden sein, von mindestens zwei Seiten die Energie zu erhalten. Unter diesen veränderten Umständen bestehen keine Bedenken, die für die Zugförderung benötigten Energiemengen auch für Haupteisenbahnen aus gut geleiteten fremden Kraftwerken mit einem neuzeitlichen Fernleitungsnetz zu entnehmen. Dabei ist selbstverständlich, daß die wirtschaftliche Seite in jedem Fall besonders geklärt werden muß. Nach unseren Erfahrungen der letzten Zeit stellte sich nämlich heraus, daß in mehreren Fällen die bahneigene Bahnstromerzeugung bei weitem am billigsten ausfiel.

Bevor ich hierauf näher eingehe, möchte ich zunächst kurz die vorhandenen Stromverteilungsanlagen beschreiben:

Abb. 15 zeigt die Stromversorgung der schlesischen Gebirgsbahnen. Aus dem Kraftwerk Mittelsteine, das ziemlich ungünstig außerhalb des elektrischen Streckenbereiches liegt, verläuft eine 80 kV-Fernleitung etwa bis zum nächsten Punkt der elektrisierten Strecke, nämlich nach Nieder Salzbrunn. Hier sind eine Freiluftschaltstelle und ein Unterwerk errichtet. Die Fernleitung gabelt sich hier in den älteren nach Westen führenden Zweig, der zu den Unterwerken Hirschberg und Lauban führt, und in den im Bau begriffenen Zweig, der nordwärts nach Breslau verläuft und in dem dort zu errichtenden Freiluftunterwerk enden soll. Unvollkommen ist diese Leitungsführung deshalb, weil die Unterwerke nur einseitig, wenn auch durch zwei Schleifen, gespeist werden. Wird dereinst, wie geplant, die schlesische Hauptstrecke Breslau—Liegnitz—Görlitz elektri-

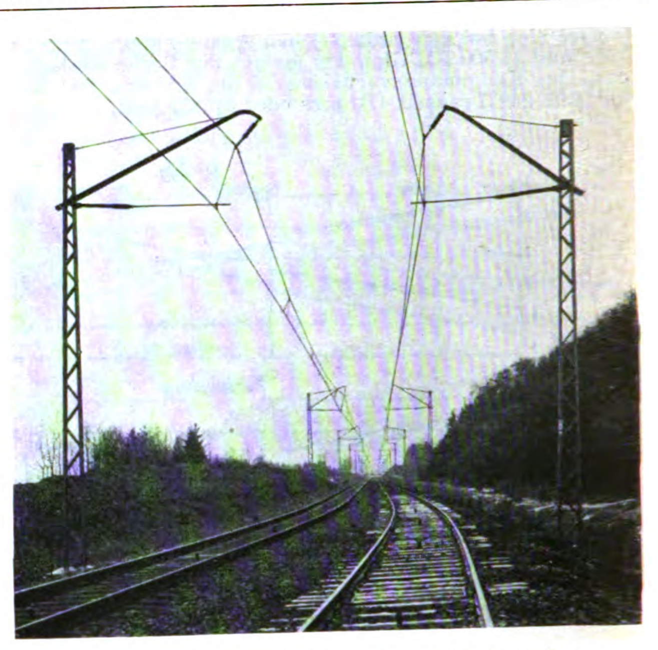


Abb. 8. Fahrleitung der Strecke Grafing—Rosenheim.



Abb. 9. Überspannung mit vier Querseilen im Verschiebebahnhof München Ost.

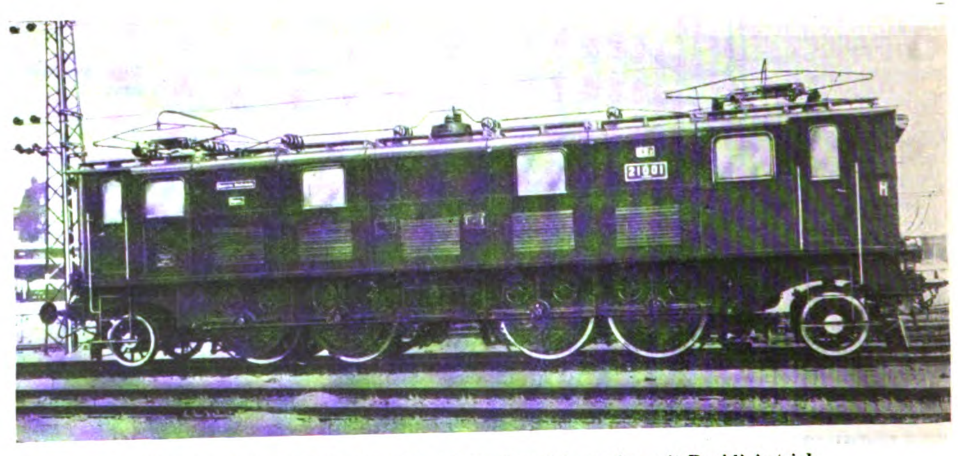


Abb. 10. Seitenansicht der 1 Do 1-Schnellzuglokomotive mit Buchli-Antrieb.

siert werden, so wird es selbstverständlich erforderlich sein, an irgend einer Stelle dieser Hauptstrecke einen zweiten Hauptspeisepunkt, also entweder ein Kraftwerk oder einen Anschluß an eine fremde Stromversorgung,

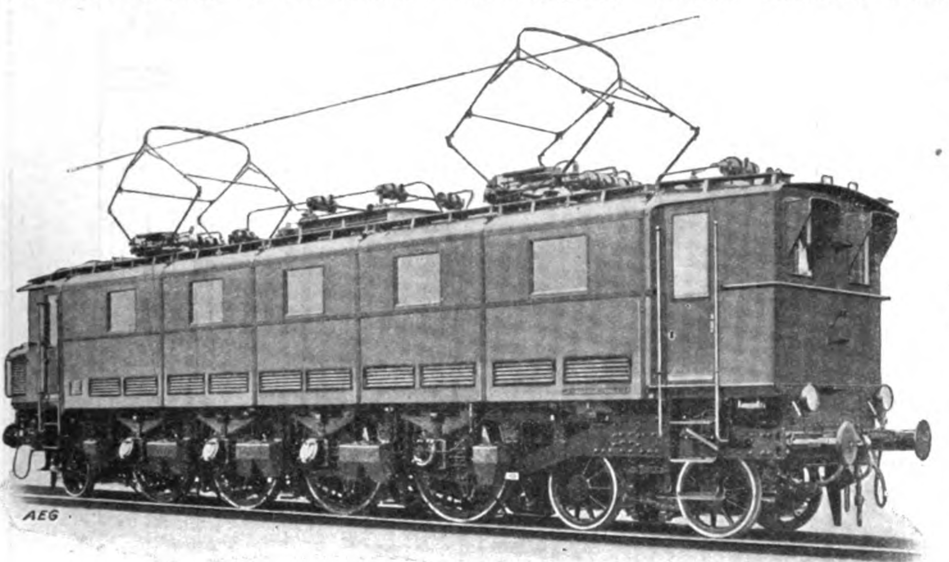


Abb. 11. 2 Do 1-Schnellzuglokomotive mit Federantrieb nach Westinghouse-Kleinow.

anzulegen. Wenn dann im Zuge der zu elektrisierenden Strecke Fernleitungen gelegt werden, so ergibt sich von selbst die erwünschte Ringleitung.

Für die in Bayern elektrisierten Strecken ist eine solche Ringleitung bereits teils vorhanden, teils im Bau begriffen, wie man aus Abb. 16 erkennt. Hier sind mehrere Kraftwerke für die Bahnstromerzeugung im Betrieb.

In den vorhandenen Kraftwerken in Schlesien und in Bayern wird einphasiger Wechselstrom erzeugt. Die Fernleitung enthält überall zwei Leitungspaare. In Schlesien sind diese an drehbaren Auslegern befestigt (Abb. 17). Die Kosten der Fernleitung betragen, wenn man von den nur ausnahmsweise vorkommenden Sonderkonstruktionen absieht, 17 000 ... 25 000 RM/km. Diese Kosten sind nicht sehr hoch. Infolgedessen verteuert sich jede am Kraftwerk abgegebene Kilowattstunde nur um durchschnittlich 0,4 RPf/100 km Leitungsführung. Da ferner in den Unterwerken lediglich Transformatoren zur Herabsetzung der Spannung auf 15 kV aufzustellen sind, so erhöhen sich die Stromkosten beim Durchgang der Energie durch das Unterwerk um schätzungsweise 0,3 RPf/kWh, wobei mit einem auf der Höchstspannungseite als Freiluftanlage ausgebildeten Unterwerk gerechnet ist.

Trotzdem müssen wir danach trachten, soweit wie möglich die Energiekosten herunterzusetzen. Hierfür gibt es mehrere Wege:

Der eine Weg besteht darin, ein und dieselbe Fernleitung für die Übertragung von Drehstrom und von Einphasenstrom zu benutzen.

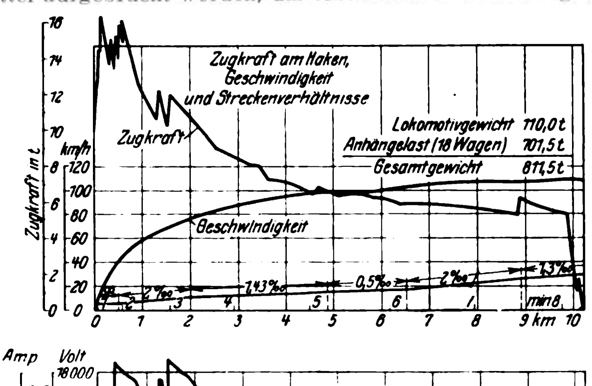
Sehr interessante Untersuchungen hierüber hat Dr. J a c o b in Stuttgart angestellt. Während er ursprünglich zwei Drehstromleitungen zur Übertragung des Einphasenstroms brauchte[5], hat er neuerdings Schaltungen angegeben, bei denen man mit einer einzigen Drehstromleitung auskommt. Im Kraftwerk sind Drehstromgeneratoren und Einphasengeneratoren aufgestellt. Beide Arten haben gemeinsame Dampferzeugung oder Wasserzuführung. Beide arbeiten ferner auf die gleiche Fernleitung. An geeigneter Stelle wird der Einphasenstrom aus den Leitungen abgezapft und in die Bahnunterwerke geleitet. Ich kann diese Ideen hier nur andeuten und möchte im übrigen auf die letzte Veröffentlichung von Dr. Jacob hinweisen[6].

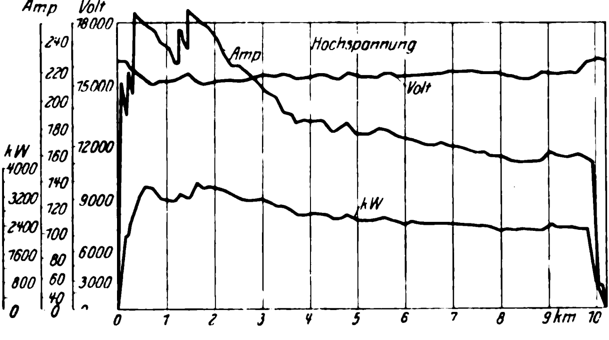
Ein anderer Weg besteht darin, daß aus dem Fernleitungsnetz der allgemeinen Landesversorgung Drehstrom entnommen und dieser in Einphasenstrom umgeformt wird. Bevor ich auf die Umformung selbst zu sprechen komme, möchte ich kurz die beiden Grenzfälle für diese Art der Energieübertragung betrachten.

Die eine Möglichkeit besteht darin, die Umformung an einer oder an einigen wenigen Stellen vorzunehmen. Von diesen Hauptumformerwerken führen Einphasen-Fernleitungen oder Simultanleitungen nach den an der Strecke verteilten Transformatoren-Unterwerken (Abb. 18).

Zweitens kann man den Drehstrom bis in die an der Strecke verteilten Umformeranlagen leiten (Abb. 19). Dieser Weg ist z. B. von der Schwedischen Staatseisenbahn für die Strecke Stockholm—Göteborg beschritten worden.

Die bisher übliche Methode der Umformung, die auch unseren Untersuchungen zugrunde gelegt ist, ist die Anwendung von Motorgeneratoren. Der Motorgenerator ist sowohl in der Anschaffung als auch wegen seines ungünstigen Wirkungsgrades im Betrieb außerordentlich teuer. Die Stromkosten werden dadurch auf der Wechselstromseite erheblich erhöht. So hat sich in allen Fällen, die wir bisher untersucht haben, herausgestellt, daß der Strom frei Fahrleitung weniger kostet, wenn er in Wechselstromkraftwerken erzeugt wird. Wenn also, wonach auch wir streben, zwecks Erreichung einer wirtschaftlichen elektrischen Zugförderung die Kosten der Energie möglichst niedrig ausfallen sollen, so kann dies bei Benutzung von Drehstrom nur dadurch geschehen, daß die Umformung verbilligt wird. Einen Weg hierzu zeigt der Frequenzumformer der Bergmann-Elektricitäts-Werke. Leider konnten bisher noch nicht die Mittel aufgebracht werden, um einen solchen für eine grö-





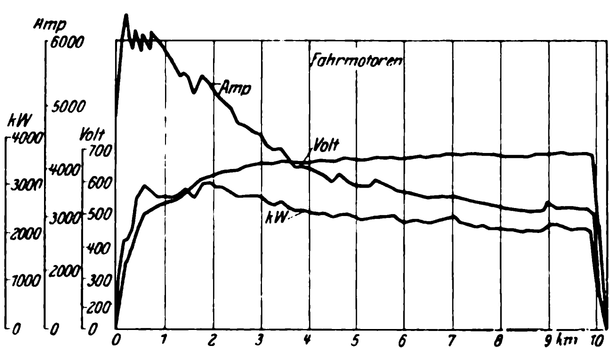


Abb. 12a. Teilergebnisse einer Meßfahrt auf der Strecke Landshut—München mit einer 1 Do 1-Lokomotive.

[5] ETZ 1927, S. 1249.
[6] Zentralblatt für elektr. Zugbetrieb 1928, Juniheft.



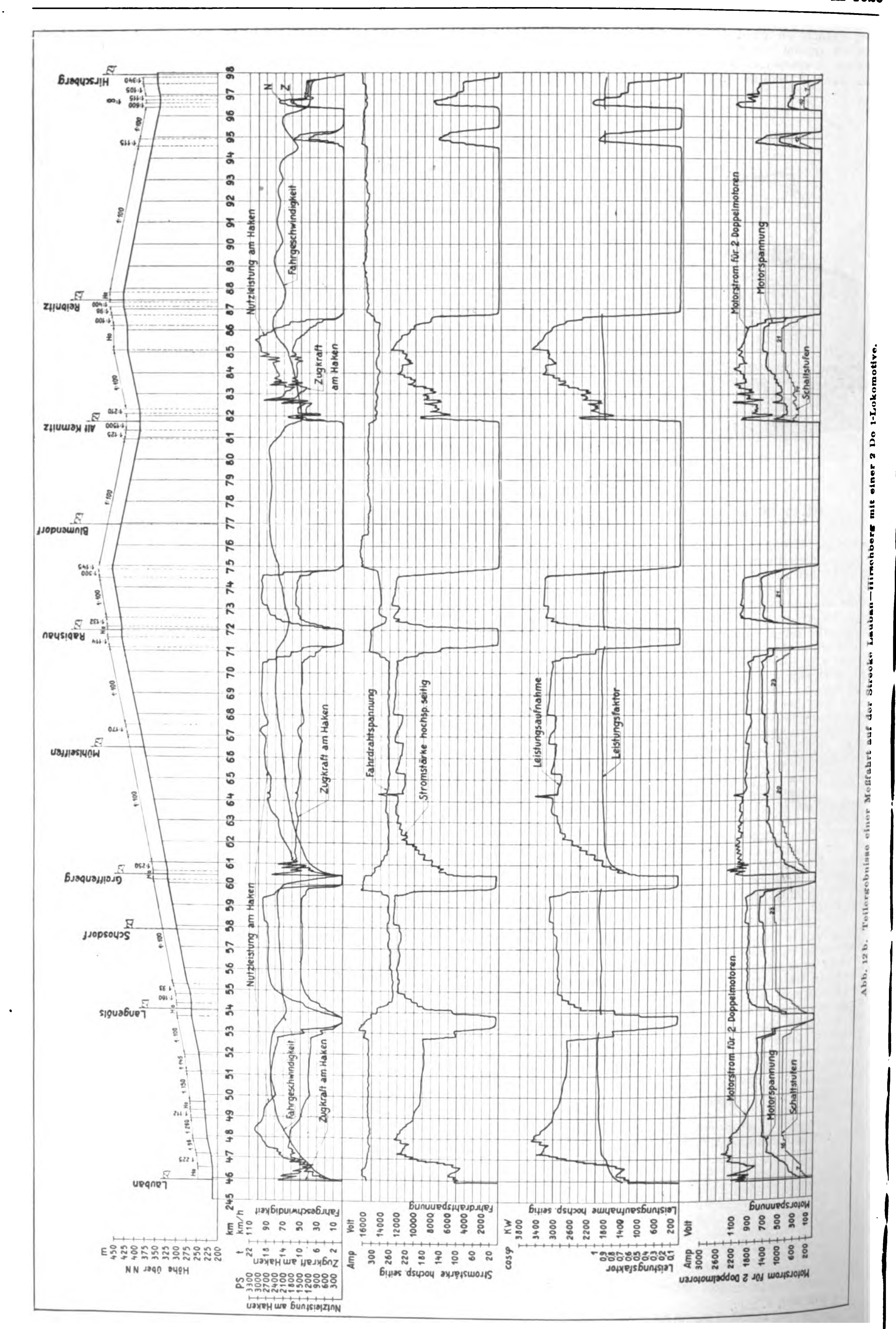


Abb. 12 b. Teilergebnisse einer Meßfahrt auf der Strecke Lauban—Hirschberg mit einer 2 Do 1-Lokomotive.

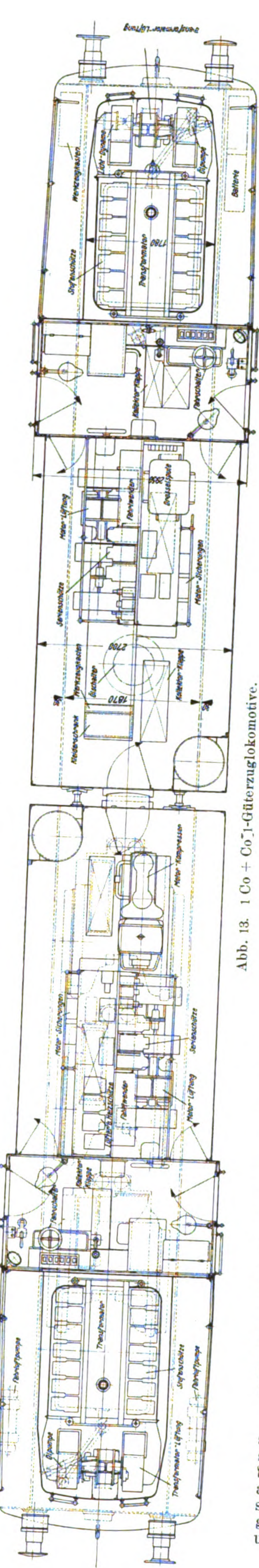


Abb. 13. 1 Co + Co 1-Güterzuglokomotive.

ßere Leistung — erforderlich sind mindestens 4000 kW — auszuproben. Die bisher ausgeführten Umformer weisen eine Leistung von höchstens 300 kW auf.

Ich bin mir dessen wohl bewußt, daß man bei einem Vergleich der Stromkosten nicht etwa ohne weiteres schließen darf, daß die Einphasenstromerzeugung billiger ist als die Drehstromerzeugung mit Umformung, weil sich ein Kilowatt, das in einem Einphasenstrom-Kraftwerk installiert ist, billiger stellt als ein Kilowatt, das in einem Drehstrom-Kraftwerk nebst Umformer verkörpert ist. Es wäre im allgemeinen verkehrt, einem solchen Vergleich für beide Fälle die gleiche, im Kraftwerk eingebaute oder einzurichtende Leistung zugrunde zu legen. Vielmehr ist wohl zu beachten, daß hierbei eine wesentliche Rolle der erforderliche Umfang der Bereitschaftsanlagen spielt. In den meisten Fällen wird bereits mit Rücksicht auf die gesamte Energieabgabe im Drehstromkraftwerk eine so große Drehstromreserve erforderlich sein, daß zur Vorhaltung der Bahnenergie das Drehstromkraftwerk höchstens um die für die Bahnstromversorgung wirklich benötigte Leistung erweitert zu werden braucht. Dagegen sind bei der Wechselstromerzeugung, die ja lediglich für Zugförderung, nicht für andere Zwecke, in Betracht kommt, besondere Reservemaschinen aufzustellen. Doch auch unter Berücksichtigung dieses für die Drehstromerzeugung günstigen Umstandes ergab bei bisher untersuchten Streckenbereichen die Wechselstromerzeugung einen geringeren Strompreis am Fahrdraht als die Drehstromerzeugung mit Umformung.

In der folgenden Zusammenstellung sind für einen bestimmten Fall die Strompreise, die sich auf Grund der verschiedenen Erzeugung, Übertragung und Verteilung des

Bahnstromes bei gleicher Stromabgabe ab Unterwerk errechnen, aufgeführt:

Kosten der Bahnstromversorgung für die Strecke Breslau—Liegnitz—Görlitz.

Art der Bahnstromversorgung	Strompreis ab 15 kV-Schienen der Unterwerke in Rpf/kWh
1. Erzeugung, Übertragung (mit 80 kV) und Verteilung von Einphasen-Wechselstrom in bahneigenen Anlagen	3,8
2. Bezug von Drehstrom, Umformung in Einphasen-Wechselstrom durch ein bahneigenes Zentral-Umformerwerk, Übertragung (80 kV) und Verteilung in bahneigenen Fernleitungen und Unterwerken .	4,5
3. Bezug von Drehstrom an den einzelnen bahneigenen Umformerwerken und Umformung in Einphasen-Wechselstrom (15 kV)	4,3

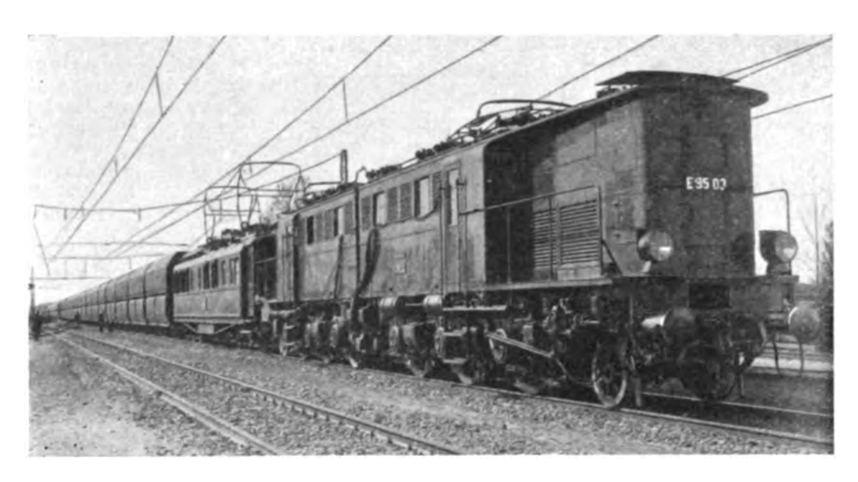


Abb. 14. 1 Co - Co 1-Güterzuglokomotive mit Großgüterzug von 2570 t auf der Hauptstrecke der schlesischen Gebirgsbahnen.

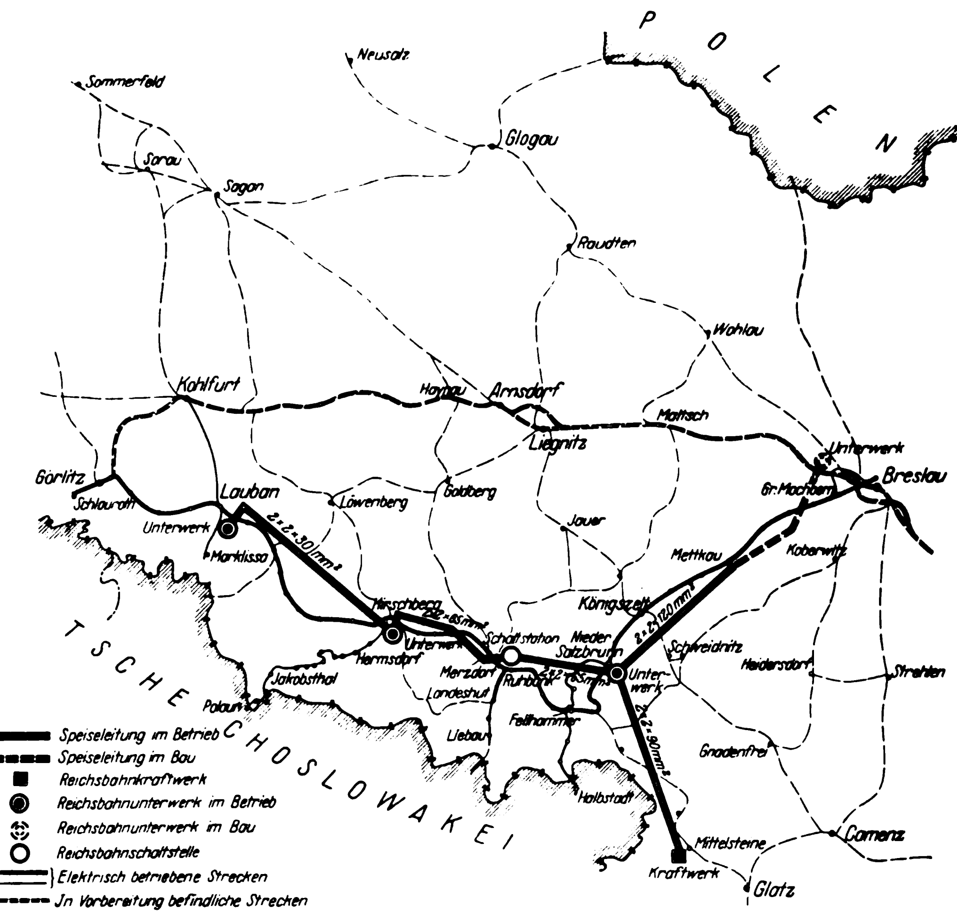


Abb. 15. Übersichtsplan der Fernleitungen für die elektrisierten Reichsbahnstrecken in Schlesien.

Berliner Stadtbahn.

Nach den mit Wechselstrom betriebenen Fernbahnen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft möchte ich das wichtigste mit Gleichstrom betriebene Bahnnetz behandeln, die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

Der Gleichstrom ist hier aus folgendem Grunde gewählt worden:

Damit die zur Bewältigung des Verkehrs notwendige, sehr dichte Zugfolge auf der Stadt- und Ringbahn erreicht wird, ist eine hohe Anfahrbeschleunigung der Züge und daher eine große Anfahrzugkraft erforderlich. Diese Zugkraft wird dadurch ermöglicht, daß ein bestimmter, größerer Teil des gesamten Zuggewichtes (mehr als die Hälfte) auf die Triebachsen entfällt. Den Lokomotivbetrieb, wie wir ihn im Dampfbetriebe kannten, mußte man aus diesen und weiteren Gründen verlassen und zu Triebwagenzügen übergehen. Eingehende Untersuchungen haben ergeben, daß die günstigste Zugzusammensetzung die auf Abb. 20 dargestellte ist. Hiernach bildet je ein Triebwagen und ein Steuerwagen[7] die Zugeinheit. Der ganze Zug besteht je nach dem Verkehrsbedürfnis aus einer oder aus zwei, drei oder vier solchen Einheiten. Sämtliche Wagen sind gleich lang und haben vier Achsen, die zu je zwei in zweiachsigen Drehgestellen angeordnet sind. Alle vier Achsen des Triebwagens sind Triebachsen, indem jede Achse durch einen Tatzlagermotor angetrieben wird. Die Zugeinheit besitzt an jedem Ende einen Führerstand. Das Reibungsgewicht beträgt bei dem leeren Zug 58,2 %, bei dem vollbesetzten Zug und bei gleichmäßiger Verteilung der Personen 55,5 % des Gesamtgewichtes. Das Gesamt-Drehmoment der Motoren ist so groß, daß bei vollbesetztem Zug eine Anfahrbeschleunigung von 0,5 m/s² entsteht. Diese Anfahrbeschleunigung und die anderen in Betracht kommenden Maßnahmen gestatten eine Zugdichte bis zu vierzig Zügen in der Stunde. Für den jetzigen Verkehrsumfang genügt bei Verwendung von Zügen mit drei Zugeinheiten eine Zugzahl von dreißig in der Stunde.

Die weiteren Ermittlungen an Hand des Fahrplans und des Wagenumlaufplans ergeben nun, daß man zur Bewältigung des Verkehrs auf der Stadt- und Ringbahn sowie den anschließenden Vorortstrecken (Abb. 21), selbstverständlich einschließlich der erforderlichen Reserven und der in Ausbesserung stehenden Wagen, die stattliche Zahl von 473 Triebwagen und 453 Steuerwagen benötigt. Das sind je 100 km Streckenlänge 305 Triebwagen oder 75 000 Dauerkilowatt (nach REB). Vergleicht man hiermit die Zahl der auf 100 km entfallenden Lokomotiven bzw. die Lokomotivleistung auf unseren am stärksten belasteten Fernbahnstrecken, so gelangt man zu Werten, die im Durchschnitt 28 Lokomotiven und etwa 42 000 kW (nach REB) betragen, also weit unter jenen für Berlin geltenden Zahlen liegen. Hieraus folgt nun aber weiter, daß die Anlagekosten der

[7] Unter Steuerwagen versteht die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft solche in einem elektrischen Triebwagenzug laufenden Wagen, die keine Motoren, jedoch einen oder zwei Führerstände haben, von denen aus die Triebwagen gesteuert werden können.



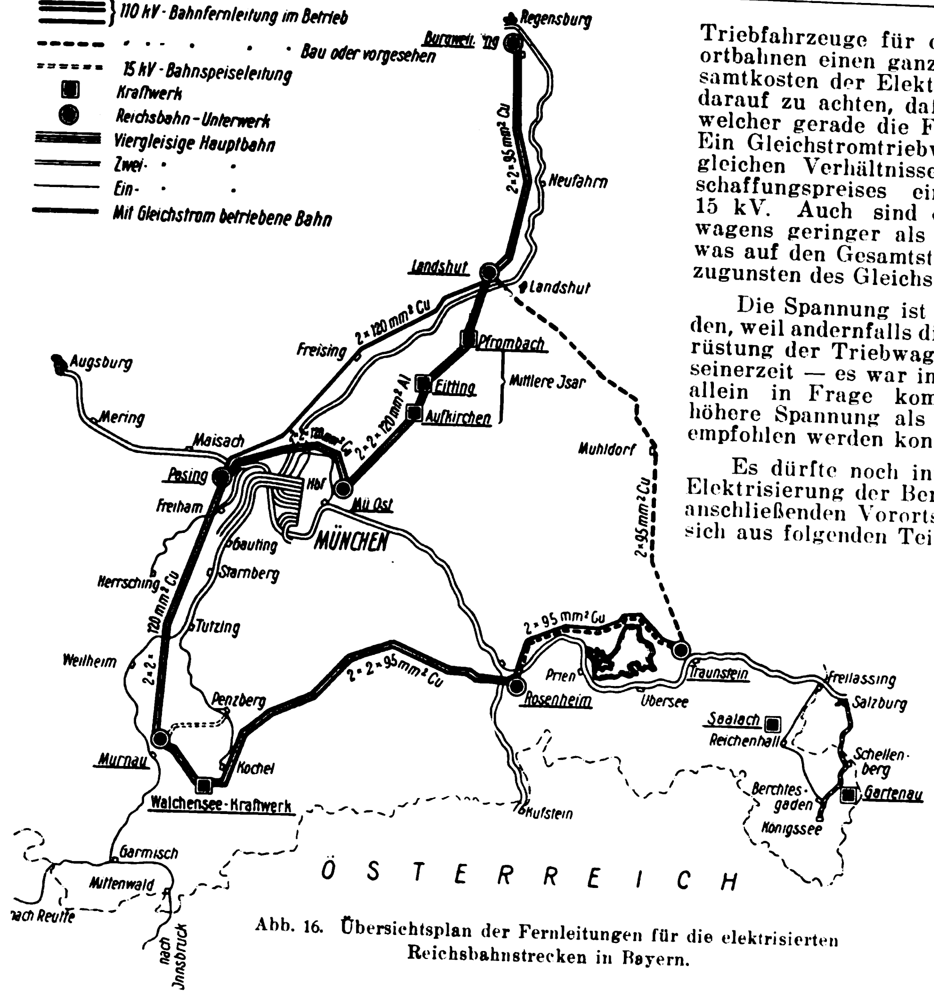


Abb. 16. Übersichtsplan der Fernleitungen für die elektrisierten Reichsbahnstrecken in Bayern.

Triebfahrzeuge für die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen einen ganz ungewöhnlich großen Teil der Gesamtkosten der Elektrisierung bilden. Man hatte deshalb darauf zu achten, daß eine Stromart gewählt wurde, bei welcher gerade die Fahrzeuge möglichst billig ausfallen. Ein Gleichstromtriebwagen für 800 V kostet unter sonst gleichen Verhältnissen nur etwa das 0,85fache des Beschaffungspreises eines Wechselstromtriebwagens für 15 kV. Auch sind die Gewichte des Gleichstromtriebwagens geringer als die des Wechselstromtriebwagens, was auf den Gesamtstromverbrauch einwirkt und deshalb zugunsten des Gleichstroms spricht.

Die Spannung ist nicht höher als 800 V gewählt worden, weil andernfalls die Beschaffung der elektrischen Ausrüstung der Triebwagen teurer geworden wäre und weil seinerzeit — es war im Jahre 1922 — für die damals noch allein in Frage kommenden Maschinenumformer eine höhere Spannung als 800 V von den Lieferfirmen nicht empfohlen werden konnte.

Es dürfte noch interessieren, die Gesamtkosten der Elektrisierung der Berliner Stadt- und Ringbahn und der anschließenden Vorortstrecken zu erfahren. Diese setzen sich aus folgenden Teilbeträgen zusammen:

Starkstromleitungsanlagen, nämlich Kabel, Stromschienenanlage einschl. Legung	20 Mill. RM
Gleichrichterwerke und Stromübergabe- und Schaltstellen	29 ,, ,,
Ausbesserungswerk und Triebwagenschuppen	14 ,, ,,
Bahnsteigerhöhungen, Kabelkanäle, Abstellgleise und sonstiges	17 ,, ,,
Ortsfeste Anlagen zusammen	80 Mill. RM
Hierzu: Fahrzeuge mit Ersatzteilen	82 ,, ,,
Insgesamt	162 Mill. RM

Hieraus ergibt sich, daß, obwohl die Gleichstromtriebwagen verhältnismäßig billig sind, die Beschaffung derselben noch mehr als die Hälfte der Gesamtkosten verursacht.

Bevor ich auf die Stromversorgung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen zu sprechen komme, möchte ich mit einigen weiteren Worten die Wagen behandeln, lediglich deshalb, weil in ihrem Bau gegenüber den früheren Ausführungen ein gewaltiger Fortschritt zu verzeichnen ist. Die Grundrißanordnung und Platzverteilung der Wagen zeigt Abb. 20. Jeder Wagen besitzt an jeder Seite vier Schiebetüren; diese werden vom Führerstand aus durch Druckluft geschlossen. Die Anordnung der Sitze, der Türen nach Zahl und Größe, kurz der allgemeine Aufbau des Triebwagens, hat sich im Betrieb auf den Berliner Nordstrecken bewährt. Diese Anordnung diente daher auch für die Stadtbahnwagen als allgemeine Grundlage. Neu ist, daß unter Zuhilfenahme aller technischen Mittel das Gewicht der Stadtbahnwagen auf einen Kleinstwert dadurch verringert wurde, daß für die stark beanspruchten Konstruktionsteile hochwertiger Siliziumstahl verwendet wurde. Entsprechend dem geringeren Eigengewicht des wagenbaulichen Teils konnte auch die Motorleistung geringer als bei den früheren Wagen bemessen werden. Was hierbei im ganzen erreicht worden ist, geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor:

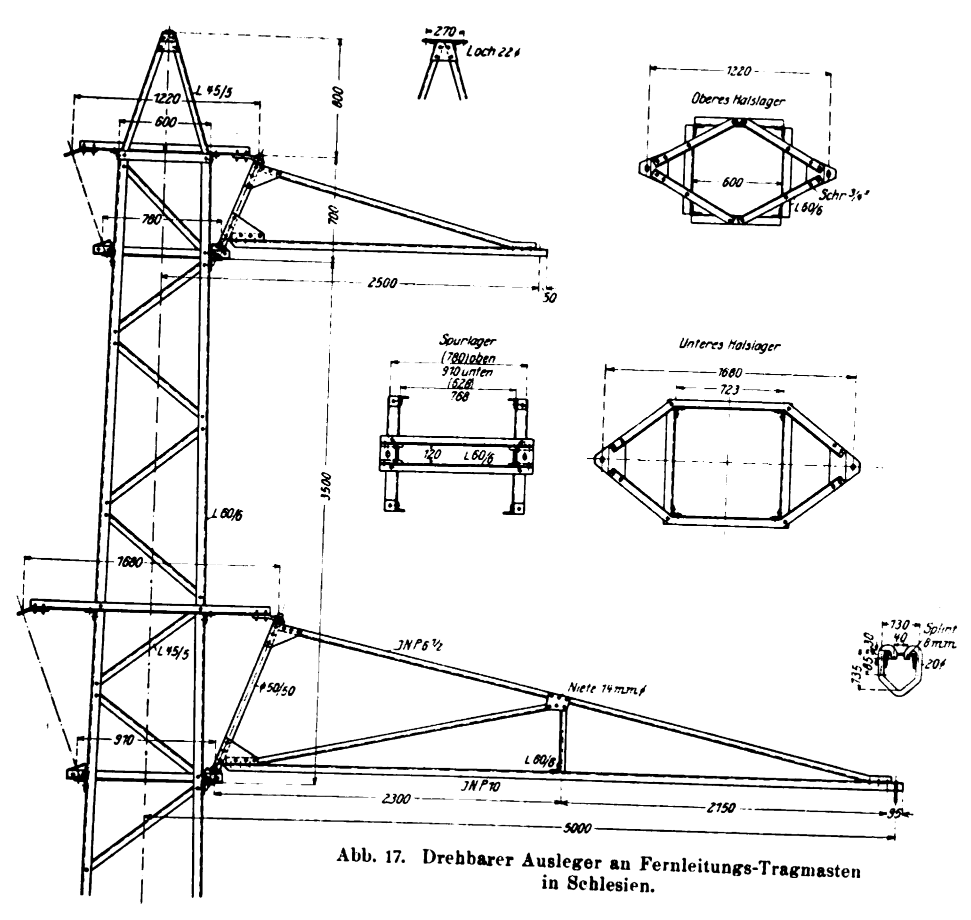


Abb. 17. Drehbarer Ausleger an Fernleitungs-Tragmasten in Schlesien.

Bezeichnung	Bauart 1925	Bauart 1927	Ersparnis	Ersparnis in %
Leergewicht eines Triebwagens	45,4 t	37,6 t	7,8 t	17%
Leergewicht eines Steuerwagens	33,9 t	27,0 t	6,9 t	20%
Stromverbrauch für die Zugförderung beim Verkehr 1928, gemessen an den Stromübergabestellen rd.	150 Mill. kWh	127 Mill. kWh	23 Mill. kWh	15%

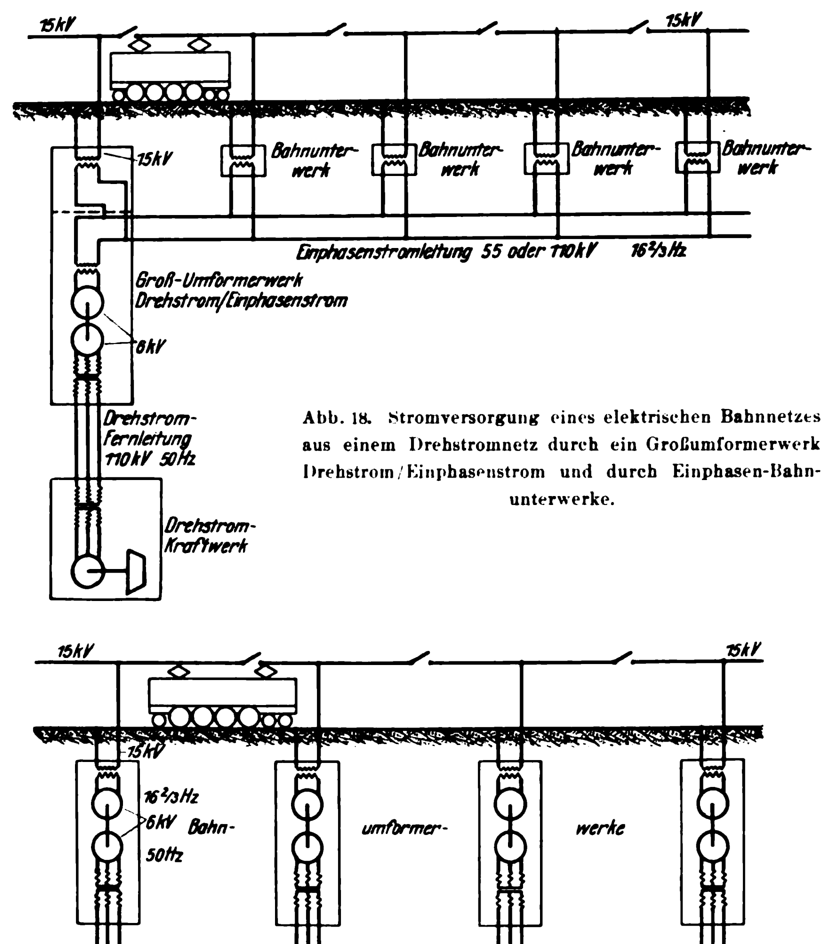


Abb. 18. Stromversorgung eines elektrischen Bahnnetzes aus einem Drehstromnetz durch ein Großumformerwerk Drehstrom/Einphasenstrom und durch Einphasen-Bahnunterwerke.

Abb. 19. Stromversorgung eines elektrischen Bahnnetzes aus einem Drehstromnetz mit Bahnumformerwerken für Drehstrom/Einphasenstrom.

Hervorgehoben zu werden verdient die auf Grund der Erfahrungen auf den Nordstrecken verbesserte selbsttätige Schaltwalzen-Steuerung (Abb. 22). Die Schützen zum Anlassen der Motoren werden mechanisch durch Nocken einer Schaltwalze betätigt. Diese wird beim Anfahren durch ein in ein Steigrad eingreifendes Klinkwerk von Stufe zu Stufe gedreht. Das Klinkwerk wird durch den Kolben eines Arbeitszylinders mittels Druckluft angetrieben, während ein zweiter Druckluftzylinder, der Rückzugzylinder, die Schaltwalze rasch in die Nullstellung zurückdreht, wenn der Triebwagenführer den Fahrdruckknopf losläßt. Die Druckluft gelangt in den Arbeitszylinder im Takt des Spielens elektrisch gesteuerter Ventile. Der Steuerstromkreis wird durch ein Fortschaltrelais geschlossen, das durch die Stromstärke im Motorkreis beeinflußt wird.

Für den Einbau der elektrischen Ausrüstung in die Wagen ist ein völlig neuartiges System der Großmontage erdacht worden. So werden sämtliche Kabel nach Modellen auf Spezialvorrichtungen in einer besonderen Arbeitsstätte zurechtgeschnitten, bei vieladrigen Kabeln sogar die einzelnen Adern auf das erforderliche Maß gebracht und mit Kabelschuhen versehen. Das so zurechtgemachte Kabel wird dann im Wagen angebracht, ohne daß andere als einfache Anschraubarbeiten vorzunehmen sind. Da der ganze Wagen auf Grund von Austauschbauzeichnungen hergestellt ist, sind auch sämtliche Anschlußstellen, an denen die elektrischen Einrichtungsgegenstände anzubringen sind, bereits in der Waggonfabrik genau nach Maß hergestellt und angebohrt, so daß die Befestigung nicht erst beim Zusammenbau durch Paßarbeit vorgenommen zu werden braucht. Auf diese Weise ist es gelungen, die Montagezeit eines Trieb- und Steuerwagens auf drei Wochen herabzusetzen.

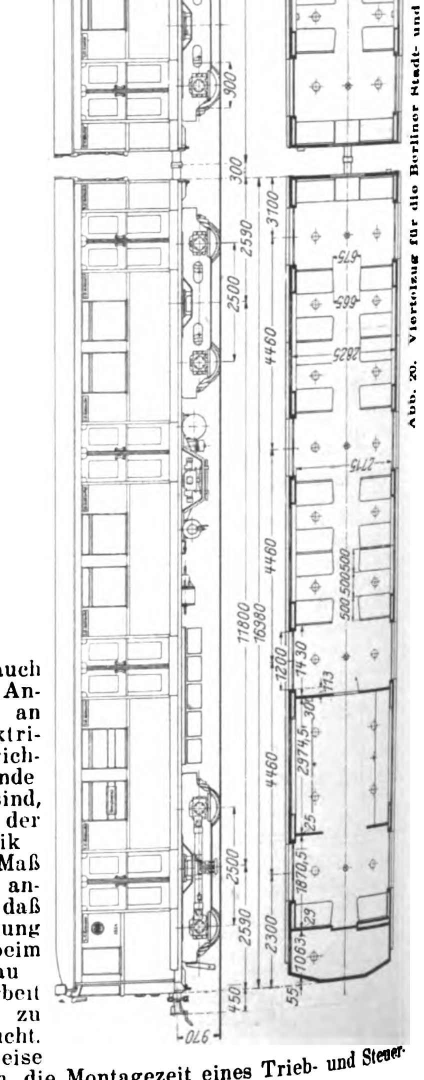


Abb. 20. Viertelzug für die Berliner Stadt- und Ringbahn.

Den Triebwagen wird der Strom durch eine neben den Gleisen laufende Stromschiene zugeführt. Diese

wird im allgemeinen auf ihrer Unterseite von den Stromabnehmerschuhen bestrichen. Auf Brücken läßt sich im allgemeinen wegen der Konstruktion der Brückenträger die Stromschiene nicht in dem für die freie Strecke vorgesehenen Abstand von Gleismitte durchführen. Es muß daher hier eine besondere Leitschiene vorgesehen werden. Diese drückt das Schleifstück zur Seite, wodurch erreicht wird, daß die Leitschiene nunmehr seitlings bestrichen wird. Sie selbst wird nicht mehr am Brückenträger, sondern mittels für alle Brücken gleichgestalteter, normalisierter Eisenstützen und Isolatoren wie die übrige Stromschiene auf der Holzschwelle befestigt; sie ist also bei etwaigem Bruch eines Isolators durch das Schwellenholz nochmals isoliert.

Über die Bahnstromversorgung der Berliner Bahnen ist folgendes hervorzuheben: Die ersten Strecken, die nach dem Kriege elektrisiert wurden, waren die drei nördlichen Vorortstrecken und unter diesen als erste die Strecken nach Bernau und Oranienburg. Der Gleichstrom für diese beiden Strecken wird aus Drehstrom in vier Umformerwerken erzeugt, in denen Einankerumformer laufen. Als im Jahre 1926 die Elektrisierung der dritten, nach Velten führenden Nordstrecke vorgenommen wurde, waren die Großgleichrichter soweit entwickelt, daß wir keine Bedenken trugen, lediglich solche für die Stromumformung zu verwenden. Es entstanden die beiden ersten Gleichrichterwerke in Tegel und Hennigsdorf. Sie sind seit ihrer Inbetriebnahme ununterbrochen in einwandfreiem Betrieb. Auf Grund dieser Erfahrungen und der Erfahrungen anderer Bahnen haben wir nun die Gleichstromversorgung für die Stadt- und Ringbahn nebst den anschließenden Vorortstrecken lediglich auf Gleichrichter gestellt. Damit stehen wir nicht allein da. So hat auch die Pariser Métro beschlossen, nur noch Gleichrichter zu verwenden, sogar alle alten Maschinenumformerwerke in Gleichrichterwerke umzuwandeln. Die Vorzüge der Gleichrichter sind in diesem Kreise allzu bekannt, als daß ich sie noch im einzelnen aufzuzählen brauche.

Neben der ausschließlichen Verwendung von Gleichrichtern führen wir noch zwei andere wichtige Neuerungen ein:

Die eine Neuerung betrifft die Verteilung der Gleichrichter auf der Stadt- und Ringbahn. Während auf den Vorortstrecken wie bisher einzelne Gleichrichterwerke, je mit einer gewissen Zahl von Gleichrichtern, so angeordnet werden, daß jedes Gleichrichterwerk eine bestimmte Reichweite von 3...6 km Länge hat, ist auf der Stadt- und Ringbahn die sogenannte verteilte Speisung nach Abb. 23 angewendet. Diese verteilte Speisung hat ihren Namen daher, daß auf jeder der 31 Stationen der Stadt- und Ringbahn Gleichrichter aufgestellt sind, und zwar für jede Fahrtrichtung je einer. Die beiden Fahrtrichtungen sind also elektrisch getrennt und jeder Gleichrichter versorgt nur einen verhältnismäßig kleinen Streckenabschnitt nach der Schaltung im vorerwähnten Bild, wobei die Reichweite 350 bis ausnahmsweise 1700 m beträgt. Die Speiseabschnitte einer Fahrtrichtung sind im normalen Betrieb miteinander verbunden. Im Bedarfsfall können sie aber auch voneinander getrennt werden. Die Bahnhöfe, auf denen sich die Ringbahn mit Vorortstrecken kreuzt, erhalten eine besondere Schaltung, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Der Vorteil der verteilten Speisung ist folgender: Die Fahrzeuge entnehmen den Strom stets in größter Nähe der Erzeugungsstelle. Die Verluste in der Stromschiene sind demnach so klein wie nur irgend möglich. Der Spannungsabfall, der im Bahnbetrieb in erheblicher Höhe zugelassen wird, um Laststöße abzufangen und Kurzschlüsse zu begrenzen, wird dahin gelegt, wo er zur Verbilligung der Anlagekosten beiträgt, nämlich in den Transformator und in die Hochspannungskabel. Da der Spannungsabfall in den Fahrschienen bei der verteilten Speisung außerordentlich gering ist, entfallen auch die gefürchteten Erdströme mit ihrer zerstörenden Wirkung.

Die zweite Neuerung, die zur Einführung gelangt, ist die Fernsteuerung der Gleichrichterwerke. Es würde erhebliche Personalkosten erfordern, wollte man alle 31 Klein-Gleichrichterwerke mit Bedienungsmannschaft besetzen. Eine solche wird vielmehr nur in die Werke an den vier Bahnknotenpunkten, an denen Ring- und Vorortbahnen zusammentreffen, gelegt. Von hier aus werden sämtliche Klein-Gleichrichterwerke mittels Fernsteuerung bedient. Damit nun die bei allen Vorkommnissen des Betriebes erforderlichen Schaltungen ausgeführt werden können, ist eine sehr große Zahl von Schaltern mit Rückmeldung der Schalterstellung aufzustellen. Man könnte für jeden Schalter eine besondere Steuer- und Rückmeldeleitung verwenden. Hierbei würde man aber zu einer so großen Zahl von einzelnen Leitungen kommen, daß die Wirtschaftlichkeit dieser Anlage in Frage gestellt wäre. Demgegenüber hat die Reichsbahndirektion Berlin zusammen mit der A.-G. Siemens & Halske eine Einrichtung entwickelt, bei der lediglich zwei Leiter zwischen der Gebe- und der Empfangstelle erforderlich sind (Abb. 24). Der Gebe- und der Empfangsapparat sehen äußerlich fast gleich aus und bestehen im wesentlichen aus einer Art Kommutator, dessen einzelne Segmente auf der Kommandostelle mit den einzelnen Kommandoschaltern und auf der Empfangstelle mit den entsprechenden Betätigungsrelais der einzelnen Apparate verbunden sind. Die beiden Kommutatoren stehen fest. Um sie herum läuft an beiden Stellen je ein Bürstenpaar, und zwar synchron. Das Bürstenpaar schließt einen Stromkreis, wenn nach der Betätigung des Kommandoschalters die Bürsten auf den zugehörigen Segmenten angelangt sind. Der Synchronismus wird dadurch gewahrt, daß nach jeder Viertelumdrehung die Bürsten

Abb. 21. Berliner Stadt- und Ringbahn. Schaltwerke, Unterwerke, Kuppelstationen und Triebwagenschuppen.

stehen bleiben, bis sie durch Schließung eines Stromkreises von neuem in Bewegung gesetzt werden.

Den Gleichrichtern wird die Energie als Drehstrom mit einer Spannung von 30 kV in Hochspannungskabeln zugeführt (Abb. 25). Diese Hochspannungskabel gehen von

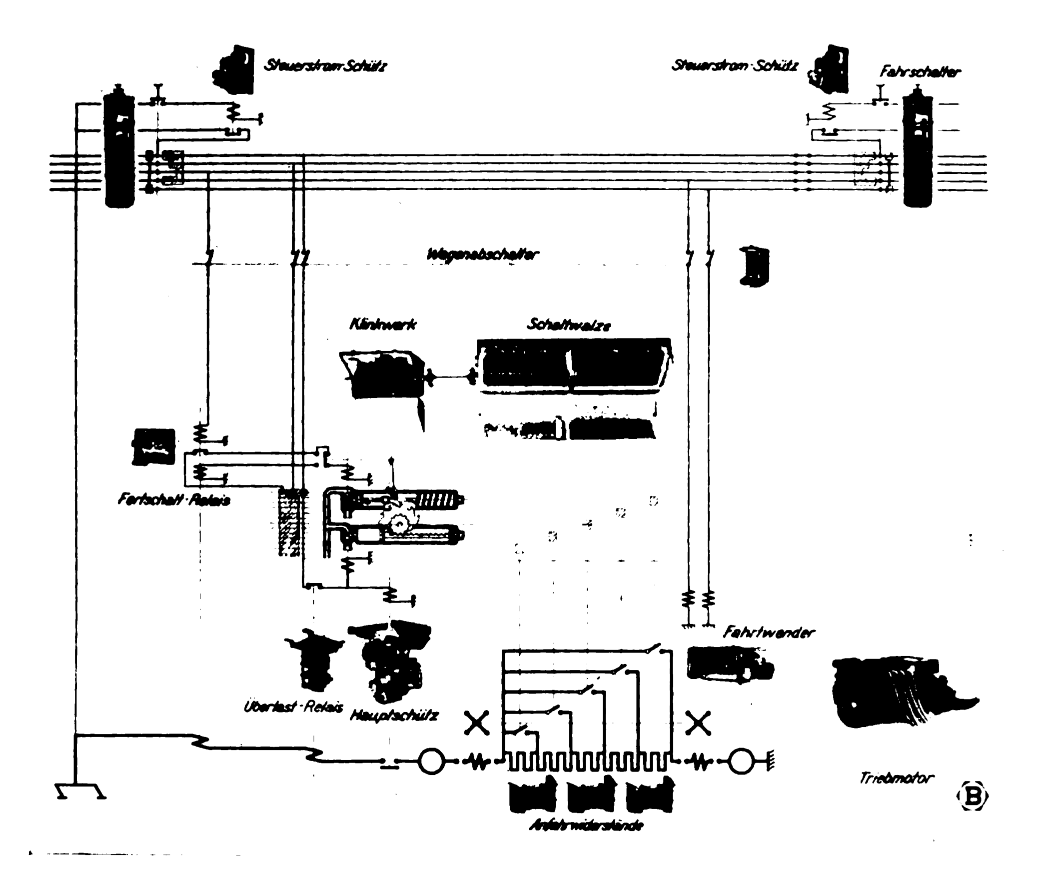


Abb. 22. Selbsttätige Schaltwalzensteuerung der Triebwagenzüge auf der Berliner Stadt- und Ringbahn nebst anschließenden Vorortstrecken.

den beiden Stromübergabestellen Halensee im Westen und Markgrafendamm im Osten aus. Im normalen Betrieb ist das Kabelnetz in eine Ost- und Westhälfte aufgetrennt. Entlang jeder Strecke sind zwei Stück 30 kV-Kabel gelegt, von

Energie für die Nebenbetriebe, z. B. Ventilatoren, Gleichrichterzündung, sowie für die selbsttätige Streckenblockung und Zugsicherung.

Zu den erwähnten beiden Stromübergabestellen wird die Energie von den beiden Lieferern, den Elektrowerken A.-G. und den Berliner Städtischen Elektrizitätswerken A.-G. (BEWAG), je zur Hälfte des Bedarfes in folgender Weise geliefert.

Die Reichsbahn glaubte sich nicht auf die Ölschalter, die unter Umständen die riesigen Energiemengen zusammengeschalteter Großkraftwerke abzuschalten haben, verlassen zu dürfen. Auch die neueren Methoden der Schaltung, wie sie namentlich von den Berliner Städtischen Werken durchgebildet und an verschiedenen Stellen auch veröffentlicht wurden, erschienen uns noch zu neu und unerprobt, als daß wir es wagen durften, gerade einen so wichtigen Bahnbetrieb, wie die Berliner Stadtbahn, für die Einführung einer solchen Schaltung auszuersehen. Hiermit ist selbstverständlich nicht etwa gesagt, daß wir diese Schaltungen von vornherein für zu unsicher halten. Wir wissen auch genau, welche Vorteile sie bieten, und werden selbstverständlich, wenn gute Erfahrungen vorliegen, zu gegebener Zeit auf sie zurückkommen.

Fürs erste ist jedoch in dem Stromlieferungsvertrag vorgesehen, daß sowohl die Stadt Berlin als auch die Elektrowerke den Strom für die Berliner Bahnen in besonderen, von dem übrigen Betrieb getrennten Generatoren erzeugen und demgemäß auch über eine beson-

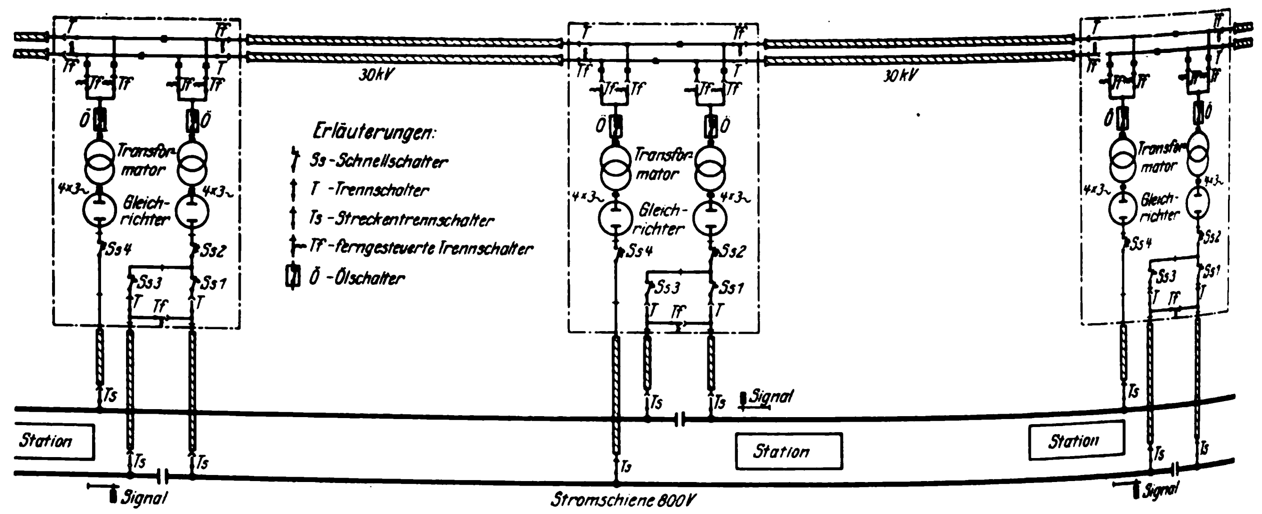


Abb. 23. Verteilte Speisung der Stromschienen auf der Berliner Stadt- und Ringbahn.

denen eines allein imstande ist, die gesamte Energie zu übertragen. Nur auf dem Nordring sind drei Kabel vorhanden, da durch diese auch die Nordstrecken mit Strom versorgt werden müssen. Auch für die Stadtbahn ist ein drittes Kabel vorgesehen. Dieses wird aber vorläufig noch nicht gelegt.

Neben diesen 30 kV-Kabeln sind auf der Stadt- und Ringbahn je zwei 3 kV-Kabel gelegt. Diese übertragen die

dere Sammelschiene und durch besondere Leitungen nach den Stromübergabestellen führen.

In der Abb. 25 sind auch die Stromzuleitungen von den Kraftwerken nach den Stromübergabestellen angegeben. Die Elektrowerke liefern ihren Strom im Normalfalle aus dem Werke Trattendorf, können aber auch ihre übrigen Kraftwerke heranziehen. Ihre 110 kV-Leitungen führen über Friedrichsfelde und Spandau bis Charlottenburg.

Die beiden Lieferer vereinigen sich in den Schaltanlagen der BEWAG zu Charlottenburg und Rummelsburg. Von dort aus wird der Drehstrom mit einer Spannung von 30 kV in je zwei getrennten Kabelgruppen den beiden erwähnten Stromübergabestellen Halensee und Markgrafendamm zugeführt. In beiden Übergabestellen stehen also beide Lie-

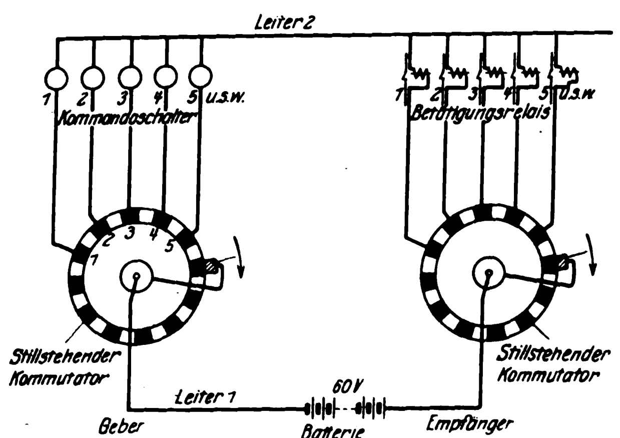


Abb. 24. Schema der Fernsteuerung von den Befehlstellen nach den Klein-Gleichrichterwerken.

ferer zur Verfügung. Sie beliefern unter normalen Umständen allerdings nur je einen Übergabepunkt, und zwar die Elektrowerke den westlichen, die Stadt Berlin den östlichen.

Auf Seite der Reichsbahn wird eine besondere Hauptkommandostelle eingerichtet, welche einerseits die Stromverteilung im Reichsbahnnetz kontrolliert und andererseits den Verkehr mit den Anlagen der beiden Stromlieferer durchführt.

Das Klein-Gleichrichterwerk mit seiner Einrichtung ist in Abb. 26 wiedergegeben. Das Gebäude ist schmal und lang gestreckt, damit es auf dem Bahnhof neben oder zwischen den Gleisen Platz findet. In den Mittelteil des Gebäudes werden die 30 kV-Kabel eingeführt. Die beiden Flügel sind einander vollkommen spiegelgleich.

Die Hauptverteilungsstelle Markgrafendamm, die auch ein Gleichrichterwerk enthält, zeigt Abb. 27. Die Verteilung der Räumlichkeiten und Anbringung der Apparate und Schalter sind aus dem Bild zu ersehen. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß die Ölschalter in Zellen an den Außenseiten des Gebäudes längs einer Galerie aufgestellt sind. Eine etwaige Ölschalterexplosion dürfte somit keinen allzu großen Schaden anrichten. Die schweren Transformatoren für die Gleichrichter stehen im Erdgeschoß des Hauptgebäudes in gut gelüfteten Zellen. Vom ersten Obergeschoß, in welchem die Gleichrichter und Reaktanzen der abgehenden 30 kV-Kabel aufgestellt sind, führt ein Verbindungsgang in ein besonderes Gebäude, das die Schaltwarte enthält.

Ich glaube dargelegt zu haben, daß die Reichsbahn zusammen mit ihren beiden Stromlieferern eine Stromversorgung durchführt, die sich auf denkbar größter Betriebsicherheit gründet.

Wenn die jetzt im Gange befindliche Elektrisierung der Berliner Stadtbahn beendet sein wird, so wird es nahe liegen, auch die Ferngleise der Stadtbahn mit Stromschiene zu versehen, damit die Fernzüge durch die Stadt von elektrischen Lokomotiven gezogen werden können. Eine hierfür geeignete elektrische Lokomotive ist bereits für Versuchszwecke im Bau. Sie wird mit den gleichen Motoren, die die Triebwagen haben, ausgerüstet und erhält einen feuerlosen Dampfkessel zur Heizung der Fernzugwagen.

Die Wannseebahn und die Strecke nach Zossen zu elektrisieren, wird erst dann in Betracht kommen, wenn eine unterirdische Verbindung zwischen dem Potsdamer Vorortbahnhof und dem Stettiner Bahnhof geschaffen werden kann. Der weitere Plan, auch den starken Güterverkehr auf der Ringbahn und von hier nach den großen Güter- und Verschiebebahnhöfen zu elektrisieren, würde zwar eine erhebliche Verbesserung der Kraftwerksbelastung ergeben, da sich der Verkehr auch über die ganze Nacht erstreckt. Doch sind die Beschaffungskosten für die hierzu erforderlichen elektrischen Lokomotiven so hoch, daß in der nächsten Zeit wohl kaum an die Ausführung dieses Planes zu denken ist.

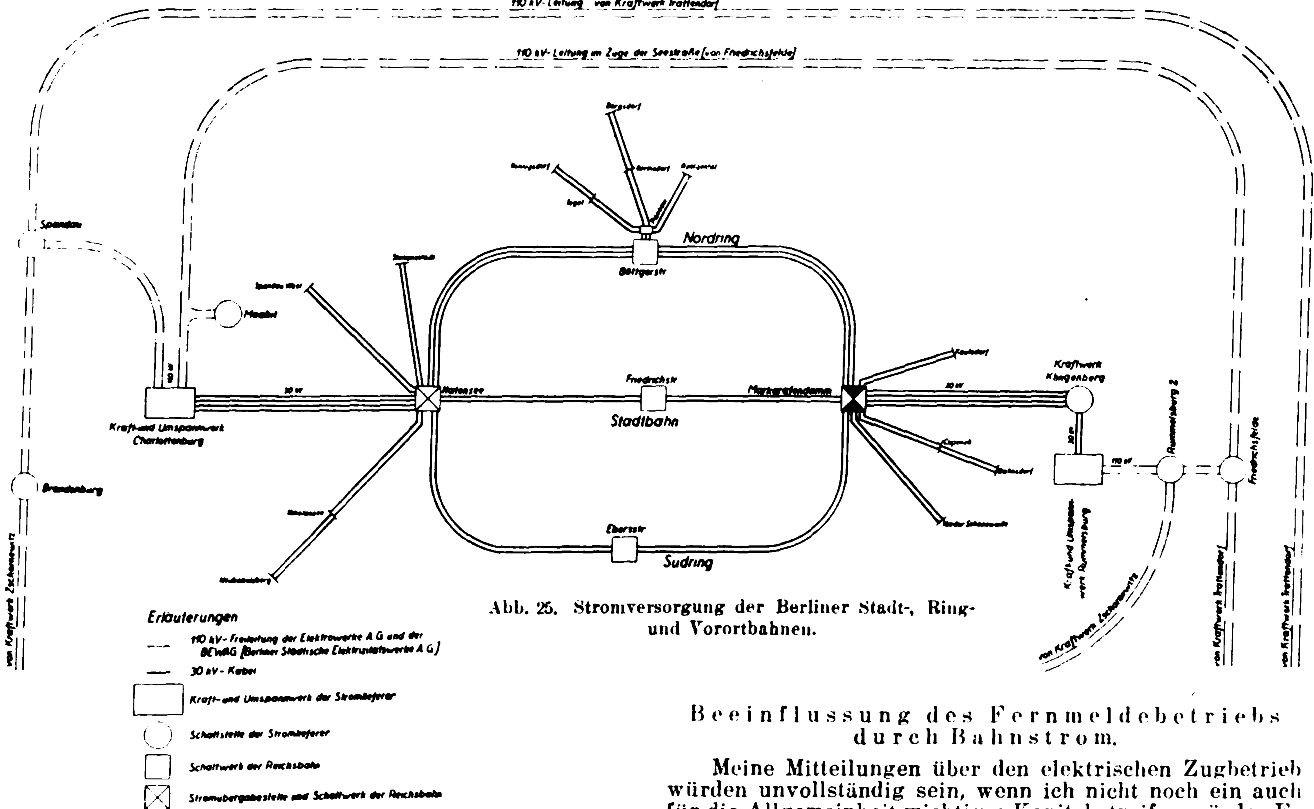


Abb. 25. Stromversorgung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

Beeinflussung des Fernmeldebetriebs durch Bahnstrom.

Meine Mitteilungen über den elektrischen Zugbetrieb würden unvollständig sein, wenn ich nicht noch ein auch für die Allgemeinheit wichtiges Kapitel streifen würde. Es handelt sich um die Beeinflussung des Betriebes von Fernsprechleitungen, die an der Bahn entlang führen, sowie von anderen Fernmeldeleitungen, durch den Bahnstrom. Der Fahrdraht, die Leitung durch das Fahrzeug und die Erdleitung bilden eine Stromschleife von sehr großem Ausmaß, in der während des Bahnbetriebes dauernd kurzzeitige und erhebliche Schwankungen in der Stromstärke auftreten. Diese verursachen Induktionswirkungen in den genannten Leitungen. Wenn nicht besondere Maßnahmen ergriffen werden, ist ein ordnungsmäßiger Betrieb in den Fernmeldeleitungen nicht möglich. Die Deutsche Reichsbahn und die Deutsche Reichspost untersuchen schon seit Jahren eingehend die nicht ganz einfachen Vorgänge auf

diesem Gebiet und suchen ihre Fernmeldebetriebe durch folgende Maßnahmen störungsfrei zu erhalten.

Alle unmittelbar an der Bahn entlang laufenden Fernmeldeleitungen werden gekabelt. Die Erdleitungen der Telegraphen werden durch metallische Leiter ersetzt. Die Spulen der Telegraphenrelais werden symmetrisch auf die beiden Zweige der Leitungen verteilt. An den Enden elektrisierter Bezirke werden die Telegraphenleitungen durch besondere Übertragungsschaltungen, die Telephonleitungen durch Transformatoren abgeschlossen. Besonders wichtig ist die Bauart der Kabel. Ihre metallischen Mäntel werden an den Muffen leitend verbunden, so daß in den Mänteln Ströme mit kompensierender Wirkung entstehen können. Als Bewehrung solcher Kabel wird nicht Draht, sondern Flachband verwendet, wodurch ein starkes magnetisches Feld am Kabel auftritt.

Auch unsere Berliner Gleichstrombahnen beeinflussen den Fernmeldebetrieb. Gerade auf der Strecke nach Velten verlaufen lange Fernsprechleitungen der Reichspost nach Hamburg und weiter. Die Ursache dieser Beeinflussung ist die Kurvenform des gleichgerichteten Stromes, die ja bei Leerlauf aus den Kuppen von Sinuslinien besteht, bei Belastung sich verzerrt und daher noch reicher an Oberschwingungen wird. Es ist uns gelungen, die Welligkeit der Gleichrichterspannung durch geeignete Einrichtungen, wie Glättungsdrosseln, auf etwa ein Achtel herabzusetzen. Wir sind jedoch mitten in den Versuchen, so daß ein abschließendes Ergebnis noch nicht mitgeteilt werden kann.

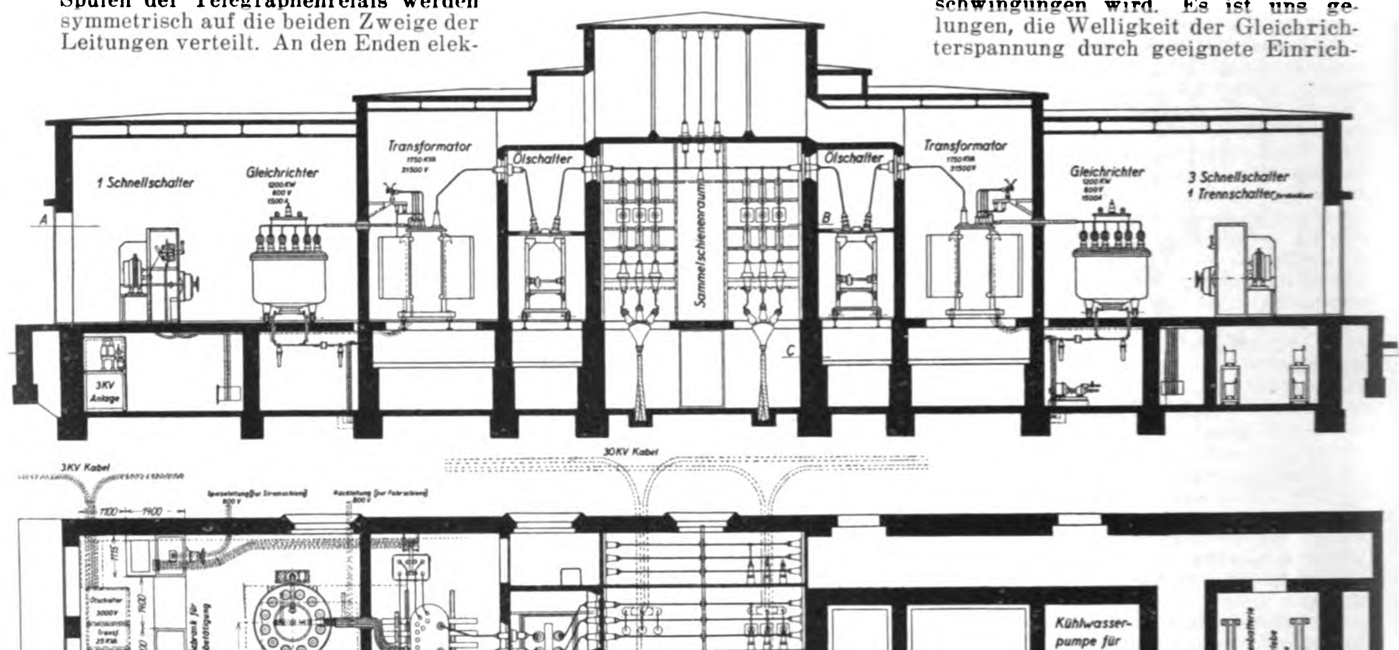


Abb. 26. Klein-Gleichrichterwerk der Berliner Stadt- und Ringbahn (Regelbauart).

Schluß.

Ich habe versucht, in großen Umrissen ein Bild von dem elektrischen Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn und seiner mutmaßlichen Entwicklung zu entwerfen. Leider sind gegenwärtig wegen der ganz ungewöhnlichen Beschneidung der Geldmittel die Aussichten auf eine hurtige Weiterelektrisierung nicht gerade günstig. Wir können trotzdem hoffen, daß wir weiterkommen, wenn die vorhandenen elektrischen Zugbetriebe die großen Vorteile des elektrischen Zugbetriebes gegenüber dem Dampfbetrieb allen Beteiligten vor Augen führen. Das Gute wird sich stets Bahn brechen.

Abb. 27. Hauptverteilungstelle Markgrafendamm.



Gleichstromversorgung der Deutschen Reichsbahn, insbesondere durch Gleichrichteranlagen*.

Von Dr.-Ing. W. **Reichel**, Berlin.

Übersicht. Nach einer kurzen Kennzeichnung der besonderen Anforderungen werden die drei Systeme von Maschinen: der Einankerumformer, der Motorgenerator und der Kaskadenumformer unter dem Gesichtspunkte der Bahnanforderungen miteinander verglichen. Die Grenzleistungen aller drei Maschinengattungen liegen höher als sie der heutige Vollbahnantrieb erfordert. Zu den Maschinen wird der Gleichrichter in Vergleich gestellt. Es zeigt sich, daß er fast alle Vorzüge der drei Maschinengattungen besitzt, denen nur sehr wenige unbedeutende Schwächen gegenüberstehen. Bereits mit den entwickelten Typen genügt er dem Vollbahnbetriebe. Auf eine kurze Beschreibung des Aufbaues von Gleichrichteranlagen und der Gleichrichterkonstruktion, wobei besonders auf die Vakuumhaltung eingegangen wird, werden eingehend die Mittel erläutert, die zur Verhinderung der Rückzündungen und ihrer Folgen sowie zur Behebung unliebsamer Einwirkungen auf Telephonanlagen gefunden wurden. Diese Mittel machen den Gleichrichter heute zum betriebsicheren Apparat.

Mit Gleichstrom betriebene Vollbahnanlagen[1], die ihre Energie nicht aus eigenen Kraftwerken beziehen, sondern aus vorhandenen Drehstromnetzen mit umgeformtem Gleichstrom gespeist werden, stellen, ganz allgemein gesagt, an die Umformer bestimmte, aus den Eigenheiten des Bahnbetriebes hervorgehende Forderungen, denen die Umformer, gleichviel welcher Art, unter allen Umständen genügen müssen. Ein bemerkenswerter Unterschied gegenüber anderen elektrischen Anlagen, z. B. Licht- und Straßenbahnbetrieben, elektrochemischen Werken usf., ist die Höhe der Betriebspannung, die stets über 750 V liegt, z. B. Berliner Stadt- Ring- und Vorortbahnen. In Deutschland hat man 800, 1000 und 1200 V, in anderen Ländern Europas, beispielsweise Frankreich, Holland und Spanien, 1500 ... 1650 V und in Amerika teilweise 3000 V an der Oberleitung (in Oberitalien in einem Falle über 3000 V). Eine andere Eigentümlichkeit des Bahnbetriebes besteht in den zeitlichen Belastungsänderungen, die in regelmäßigem oder unregelmäßigem Wechsel von einigen Prozenten des Nennstromes bis zu dem 2- ... 3fachen Wert desselben ansteigen können. Als Lastschwankung extremer Art kommen schließlich auch Kurzschlüsse auf der Strecke vor, die eine sehr strenge Bedingung für die Umformer und deren Schutzvorrichtungen darstellen. Wenn man schließlich noch hinzufügt, daß die mittlere Dauerleistung eines Umformersatzes für Bahnen zwischen 1000 und 3000 kW — mehr kommt kaum vor — liegt, so sind wohl die wichtigsten Merkmale des Vollbahnbetriebes, soweit sie vom Standpunkt des Elektroingenieurs betrachtet auf die Wahl der Umformersysteme von Einfluß sind, angegeben.

Die Umformung von Drehstrom in Gleichstrom erfolgt heute mit umlaufenden Maschinen und mit stillstehenden Apparaten.

A. Umformung mit Maschinen.

Für die Umformung von Mehrphasenstrom in Gleichstrom kommen drei Maschinenarten in Betracht:

1. der Einankerumformer,
2. der Motorgenerator,
3. der Kaskadenumformer.

Die Eigenarten dieser drei Maschinenklassen, die sich in mehr als zwanzigjährigem Betrieb das Feld erobert und behauptet haben, sind so bekannt, daß man sich an dieser Stelle auf eine ganz kurze Aufzählung derselben beschränken kann.

1. Der Einankerumformer, der die zugeführte Drehstromleistung auf rein elektrischem Wege in die abzugebende Gleichstromleistung umformt, ist eine Durchgangsmaschine mit allen Vorzügen und Nachteilen eines solchen Zwischengliedes. Er hat von allen Maschinensystemen den höchsten Wirkungsgrad, da die Umwandlung der beiden Stromarten nur in einer Wicklung in einem Anker erfolgt. Er hat ferner den geringsten Raumbedarf, wenn man von dem stets notwendigen Transformator, der nicht neben dem Umformer, nicht einmal in dem Maschinenraum (Abb. 1) zu stehen braucht, absieht. Infolgedessen ist auch der Anschaffungspreis für einen Einankerumformer (mit Transformator) der geringste. Das ist auch in der Regel dann der Fall, wenn man aus Gründen der Zweckmäßigkeit die Leistung und Spannung auf zwei in Reihe geschaltete Einanker verteilt (Abb. 7). Diese Vorzüge werden aber mit einigen Nachteilen erkauft, die allerdings heute kaum noch von Bedeutung sind.

Die beiden Spannungen auf der Kommutator- und Schleifringseite stehen in einem festen Verhältnis. Jede Spannungschwankung des Drehstromnetzes überträgt sich praktisch fast ungedämpft auch auf das Gleichstromnetz. Ebenso pflanzt sich jede Stromänderung des Gleichstromnetzes nahezu unvermindert über den Umformer und Transformator auf das Drehstromnetz fort.

In seiner Eigenschaft als Synchronmotor muß er gegen Pendeln und Außertrittfallen geschützt werden, als Gleichstromgenerator soll er von der Funken- und Rundfeuergrenze weit genug entfernt sein, trotzdem ihm seine Polzahl und der Bürstenabstand durch die Netzfrequenz und Umdrehungszahl vorgeschrieben sind. Die Resultierende aus solchen, sich nicht immer deckenden Bedingungen ist eine Maschine, die vergleichsweise als etwas empfindlich bezeichnet werden muß.

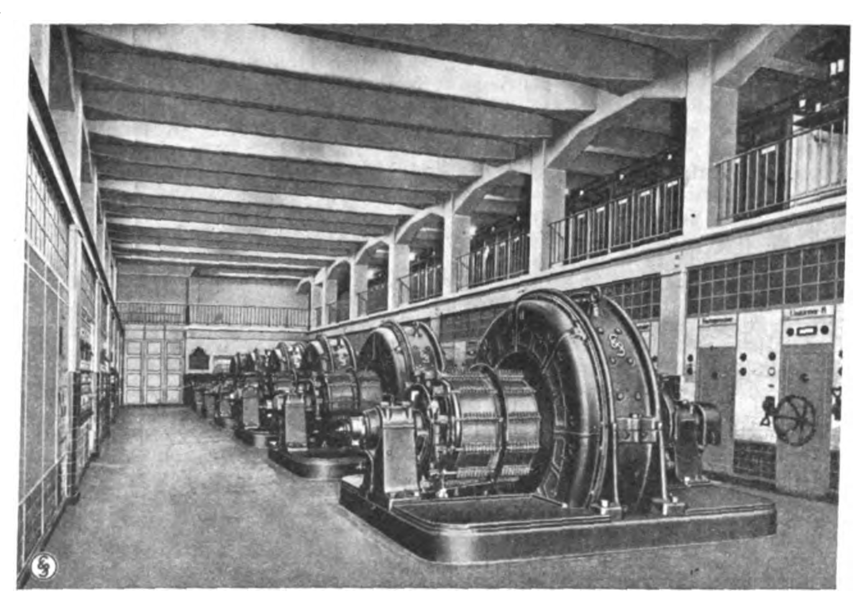


Abb. 1. Untergrund-Umformerwerk „Unterwerk Mitte", Leipzig. 10 Einankerumformer der Siemens-Schuckertwerke von je 2000 kW, 450/500 und 550/600 V, 500 U/min, für Licht-, Kraft- und Bahnstrom.

2. Im Gegensatz dazu ist der Motorgenerator ein recht robustes Organ; seine beiden Bestandteile, der Gleichstromgenerator und der Drehstrommotor, die nur mechanisch, nicht elektrisch gekuppelt sind (Abb. 2), lassen sich für die günstigsten Verhältnisse einrichten. Der Drehstromteil kann für große Überlastbarkeit, weitgehende Blindstromabgabe, bequemen Anlauf usw. gebaut werden, bietet also ein weites Feld für den vielseitigen und elastischen Asynchronmotor mit Drehstrom-Erregermaschine. Ebenso läßt sich der Gleichstromteil als reiner Generator, magnetisch und elektrisch unabhängig vom Drehstromnetz, mit beliebiger Polzahl, für weitgehende Überlastung und Regelung, kurzum für die günstigsten Gleichstromverhältnisse entwerfen, ist daher an Betriebsicherheit dem Einanker überlegen. Es bedarf wohl keiner Begründung, daß man auch beim Motorgenerator oftmals eine Unterteilung in zwei hintereinandergeschaltete Gleichstromgeneratoren mit Vorteil vornehmen kann. Da aber

* Vortrag der XXXIII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin, unter Mitwirkung von Dr. Schenkel und Obering. Trettin.

[1] Z. B. die Anlagen der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.



die Energie zweimal umgeformt wird (Drehstrommotor-Gleichstromgenerator), besitzt der Motorgenerator einen niedrigeren Wirkungsgrad als der Einanker, auch ist der Raumbedarf und das Gewicht größer. Diese Schattenseiten werden neuerdings um so fühlbarer empfunden, je schärfer auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes geachtet werden muß.

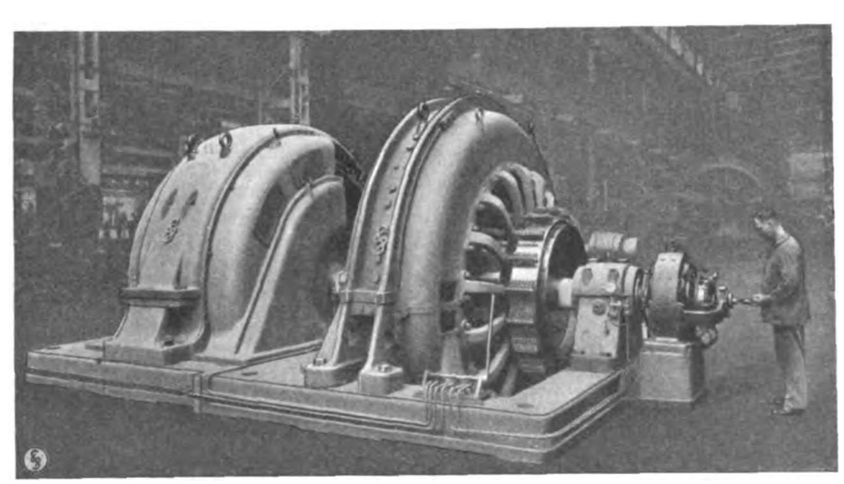


Abb. 2. Motorgenerator der Siemens-Schuckertwerke, für dauernd 4000 kW, 730 V, 5500 A, 375 U/min, vorübergehend 5500 kW, 730 V, 7500 A, 375 U/min.

3. In der Mitte zwischen beiden Systemen steht der Kaskadenumformer, dessen Gleichstromteil zum Teil als Generator, zum Teil als Einankerumformer arbeitet (gewöhnlich zur Hälfte), dessen Drehstromteil gleichzeitig Asynchronmotor und Transformator ist (Abb. 3). Infolgedessen ist er weniger empfindlich wie der Einankerumformer, hat aber auch etwas mehr Verluste, jedoch weniger wie ein Motorgenerator, also besseren Wirkungsgrad als dieser. Auch beim Kaskadenumformer ist die Gleichstrompolzahl an den Synchronismus gebunden, doch besteht hier eine gewisse Freiheit in der Wahl, weil nicht die Gleichstrompolzahl allein, sondern die Summe der Gleichstrom- und Wechselstrompole durch Frequenz und Drehzahl bestimmt sind. Da der Gleichstromteil mit erniedrigter Frequenz, gewöhnlich der halben, arbeitet, wird er als Modell mit wenigen Polen schwerer und als Doppelmaschine größer im Raumbedarf wie der Einanker. Wegen seines großen Bürstenabstandes ist er nahezu ebenso betriebsicher wie der Motorgenerator, mit dem er den Vorzug gemein hat, daß sein Drehstromteil für 10 000 ... 15 000 V Spannung gewickelt werden kann, in sehr vielen Fällen also keinen Transformator braucht.

Hiermit sind die Hauptmerkmale der drei Maschinengattungen in großen Umrissen gekennzeichnet; die Unterschiede bezüglich Parallelbetrieb, Rückarbeiten, Anlaßmethoden, Zubehör an Apparaten u. dgl. sind einerseits nicht beträchtlich, anderseits bekannt genug, um an dieser Stelle übergangen werden zu können.

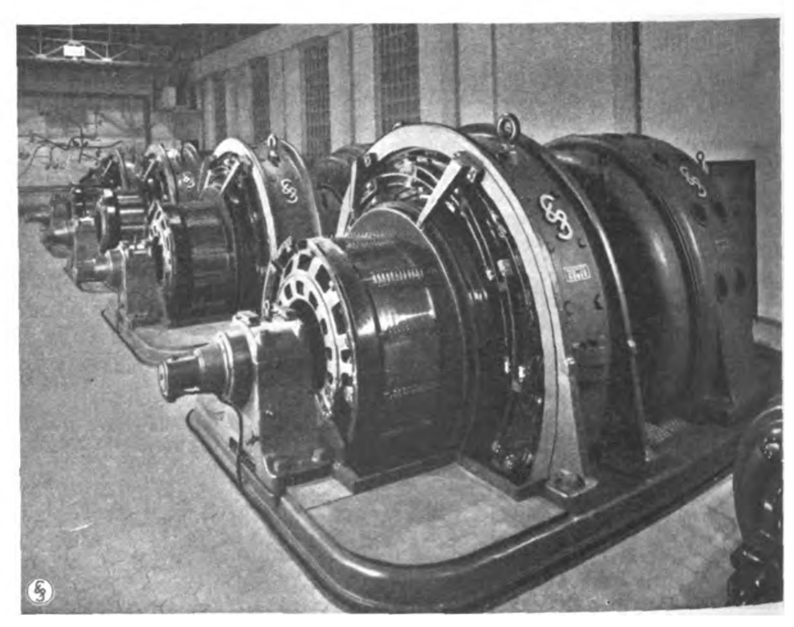


Abb. 3. Hoch- und Untergrundbahn, Berlin, Umformerwerk Gleisdreieck. 4 Kaskadenumformer der Siemens-Schuckertwerke für je 3000 kW, 780 V, 3850 A 240 U/min.

Wesentlich für die Beurteilung der Systeme erscheint noch ein zahlenmäßiger Vergleich der Eignung jeder Maschinenart in bezug auf die beiden wichtigsten Größen, die Spannung und Leistung.

a) Spannung.

Wir drücken zunächst die EMK E einer kommutierenden Gleichstrommaschine durch die betriebswichtigsten Daten des Kommutators aus:

$$E = \frac{K}{2p}\,\varepsilon, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

worin

K = Zahl der Kommutatorsegmente,

$2p$ = Zahl der Pole, mithin

$\frac{K}{2p}$ = Zahl der zwischen zwei benachbarten Bürsten liegenden Segmente und

ε = die mittlere Segmentspannung in Volt bedeutet.

Da $K\beta\frac{n}{60} = u_k$ die Umfangsgeschwindigkeit bei n Umläufen/min und β cm Teilung (Segmentbreite + Isolation) in cm/s ist, wird mit $\frac{pn}{60} = f$ (Frequenz in Hertz).

$$E = \frac{\varepsilon\, u_k}{2\beta f}\ \text{Volt} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

oder

$$E = \frac{1000\,.\,\varepsilon\, u_k}{2\beta f}\ \text{Volt}, \quad \ldots \quad (2a)$$

wenn u_k in m/s und β in mm gemessen wird.

Diese altbekannte Gleichung schreiben wir in der für unsere Zwecke bequemeren Form

$$E = 1000\left[\frac{50}{f}\;\frac{5}{\beta}\;\frac{\varepsilon}{15}\;\frac{u_k}{33{,}3}\right]\ \text{Volt.} \quad (3)$$

Die in der Klammer stehenden bestimmten Zahlen sind so gewählt, daß sie den normalen Verhältnissen entsprechen. Haben wir beispielsweise einen Einankerumformer vor uns, der von einem 50periodigen Netz gespeist wird, so ist für ihn $f = 50$ Hz; da er ohne Schwierigkeit mit $u_k \approx 33{,}3$ m/s und $\beta = 4 + 1 = 5$ mm ausgeführt werden kann, ohne daß ε den Wert von 15 V übersteigt, so wird der Klammerausdruck = 1 und die EMK E, die man praktisch gleich der Klemmenspannung bei Vollast setzen darf, wird = 1000 V. Dies wäre unter den eben genannten Annahmen die obere Spannung, die wir mit einem normal gebauten Einankerumformer (Abb. 4) erreichen können. Wenn uns das zu niedrig, wenn z. B. 1650 V bei 50 Hz vorgeschrieben ist, müssen wir β und u_k (oder eines der beiden Glieder) ändern, werden es aber vermeiden, $\varepsilon >$ 16 ... 17 V, also über 16,5 V, zu machen, um nicht die Rundfeuergefahr, die bei Einankern immer vorhanden ist, zu vergrößern. Wählen wir nun z. B. $\beta = 3 + 1 = 4$ mm und $u_k \approx 40$ m/s, so wird $E = 1650$ V. Solch ein Einankerumformer läßt sich zwar einigermaßen betriebsicher herstellen (NB. wegen des kleinen Bürstenabstandes mit Überschlagschutz) — es gibt sogar eine ganze Reihe[2] (Abb. 5)

[2] Vgl. u. a. auch BBC-Mitt. Baden, 1922, S. 169, Abb. 1 u. 3; 192[illegible] S. 9, Abb. 8.

davon, die seit Jahren laufen —, man kann sie aber nicht mehr gut als normal bezeichnen. Die 3 mm breiten Segmente erfordern schon besondere fabrikatorische Maßnahmen, wenn ein mit 40 m/s arbeitender Kommutator

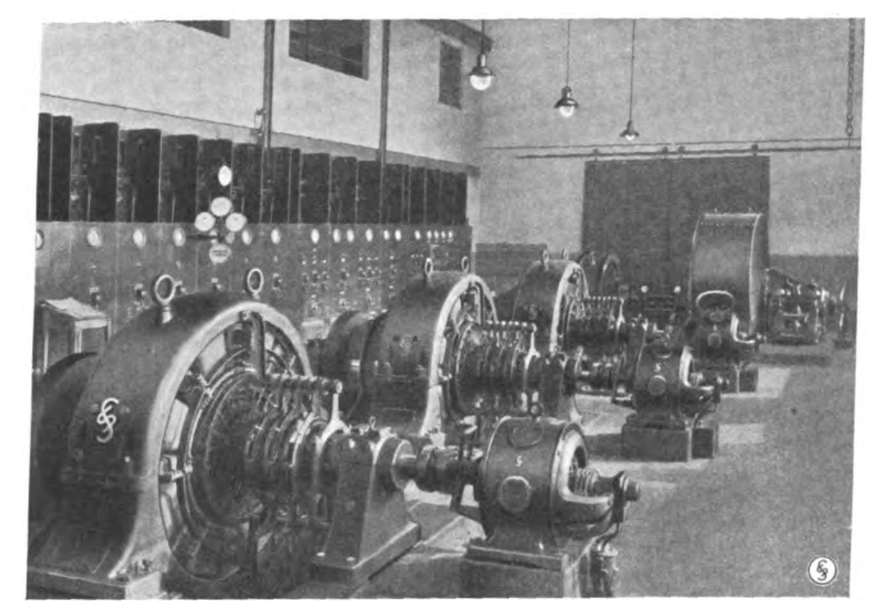


Abb. 4. 3 Einankerumformer der Siemens-Schuckertwerke für je 1000 V, 1400 kW, 1400 A, 750 U/min, 50 Hz.

unter allen Betriebsbedingungen, Temperaturschwankungen u. dgl. fest bleiben und funkenfrei laufen soll. Wollten wir andererseits die mechanischen Schwierigkeiten sehr schmaler Segmente vermeiden, so müßten wir bei $\beta = 4 + 1 = 5$ mm auf $u_k \approx 49{,}5$ m/s gehen, auch dies würde, obwohl bei Gleichstrom-Turbogeneratoren wiederholt ausgeführt, nicht gerade erwünscht sein, denn dann würde der Lauf der Bürsten, auch bei besonders mit kleinen Maßen der Kohlen ausgebildeten Haltern, doch sorgfältig überwacht werden müssen. Erheblich leichter werden aber die Baubedingungen für einen Einanker, wenn bei 50 Hz nur 1150 ... 1200 V, eine öfters vorkommende Oberleitungsspannung für Vorortbahnen (und Grubenbahnen) verlangt wird (Abb. 6). Wenn man nochmals Gl. (3) betrachtet:

$$E = 1000 \frac{50}{f} \left[\frac{5}{\beta} \cdot \frac{\varepsilon}{15} \cdot \frac{u_k}{33{,}3}\right] \text{Volt,}$$

so sieht man, daß wir nur das Produkt εu_k um 20 % größer als $15 \cdot 33{,}3 = 500$ zu machen brauchen, ohne β kleiner als 5 mm werden zu lassen. Wir hätten beispielsweise die Wahl zwischen $\varepsilon = 16$, $u_k = 37{,}5$ oder $\varepsilon = 17$, $u_k = 35{,}3$ u. s. f., lauter Zahlen, die zulässige und bewährte Erfahrungswerte darstellen. Es muß schließlich an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, daß bei höheren Spannungen, 1500 bis 3000 V, zweckmäßigerweise zwei Einanker zur Erzeugung der Spannung hintereinander geschaltet werden. (Abb. 7.)

Aus den vorstehend gegebenen Zahlenbeispielen dürfen wir zusammenfassend den Schluß ziehen, daß der Einankerumformer als Einzelmaschine nicht besonders für hohe Spannungen bei hoher Frequenz geeignet ist, sein Gebiet reicht normal bis 1000 V Bahnspannung, bzw. 1500 V, bei 50 Hz Drehstrom.

Hier fängt das Verwendungsgebiet des Kaskadenumformers an, dessen Frequenz (im Gleichstromteil) in der Regel nur die Hälfte der Netzfrequenz ist, also dessen Bürstenabstand vergleichsweise doppelt so groß ist als beim Einanker. Lassen wir die für β und u_k genannten Zahlen auch für den Kaskadenumformer als Normalwerte gelten, was durchaus berechtigt ist, so wird nach Gl. (3) mit $f = 25$

$$E = 2000 \text{ V}.$$

Der Kaskadenumformer ist also der gegebene Umformer für Spannungen bis 2000 V (allenfalls 3000 V) und hat sich als solcher überall seit langem eingeführt und bewährt. (Abb. 8.)

Werden aber Bahnspannungen von mehr als 2000 V verlangt, dann gelten für ihn dieselben Überlegungen wie für den Einankerumformer bei mehr als 1000 V, er wird etwas „überspannt". Dann ist es zweckmäßiger, einen Motorgenerator zu wählen, dessen Generatorteil unabhängig von der Netzfrequenz mit jeder beliebigen Maschinenfrequenz, d. h. mit beliebiger Polzahl, ausgeführt werden kann. (Abb. 9.)

Wir benutzen wieder dieselbe Gleichungsform wie vorher (vgl. 3), schreiben sie aber mit anderen Zahlenwerten an:

$$E = 1350 \frac{50}{f} \left[\frac{5}{\beta} \cdot \frac{\varepsilon}{20{,}2} \cdot \frac{u_k}{33{,}3}\right] \text{Volt,} \quad (4)$$

da die mittlere Segmentspannung ε bei einem richtig kompensierten Generator wegen Fortfall jeglicher Feldverzerrung und wegen des größeren Bürstenabstandes (kleine Frequenz!) um rd. 35 % größer sein darf wie bei Einanker- und Kaskadenumformern. Lassen wir nun den Klammerausdruck unter denselben „Normalbedingungen" wie vorher gleich 1 werden, so erhalten wir

$$E = 1350 \cdot \frac{50}{f} \text{ Volt} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (4a)$$

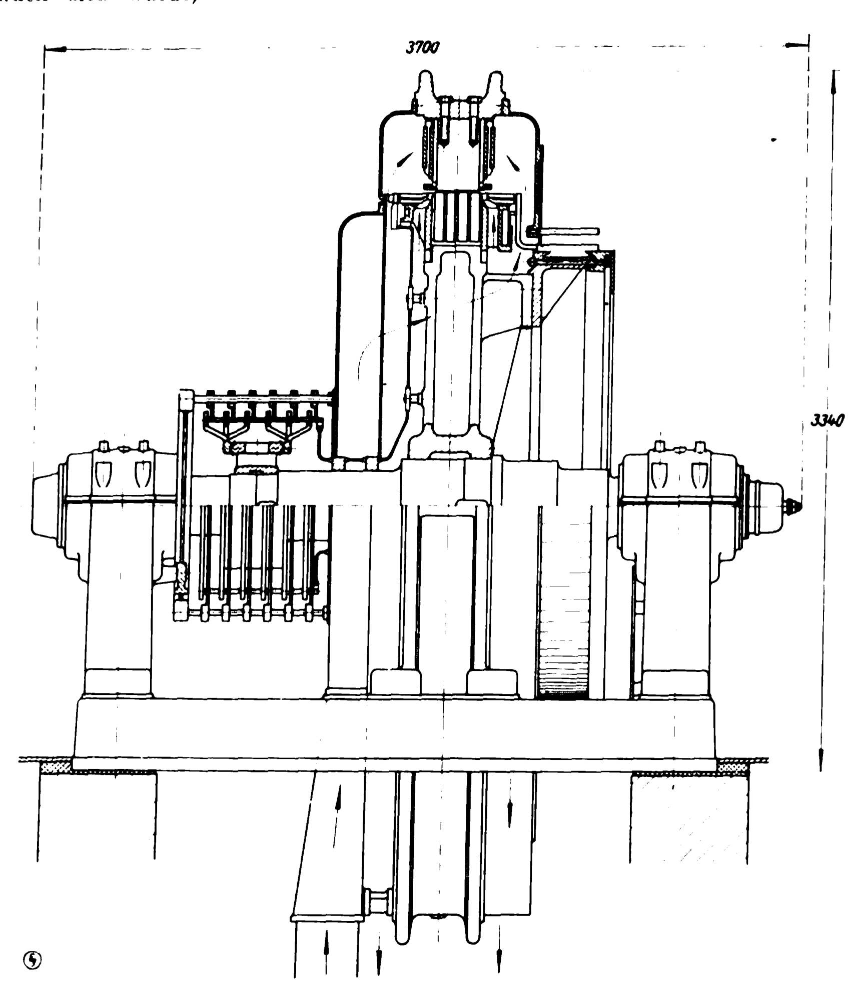


Abb. 5. Einankerumformer der Siemens-Schuckertwerke für 1500/1650 V, 3000 kW, 2000/1820 A, 375 U/min, 50 Hz.

$= 2700$ V bei $f = 25$ (z. B. bei $2p = 6$ und $n = 500$ U/min)
$= 4050$ V bei $f = 16\frac{2}{3}$ (z. B. bei $2p = 8$ und $n = 250$ U/min)
Da letzten Endes die Wahl der Pol- und Drehzahl nur eine Kostenfrage, aber keine elektrische oder mechanische ist, dürfen wir feststellen, daß der Motorgenerator für jede beliebige, innerhalb der Grenzen der Isoliertechnik liegende Spannung (jedenfalls für höhere, als sie der heutige Vollbahnbetrieb fordert) gebaut werden kann.

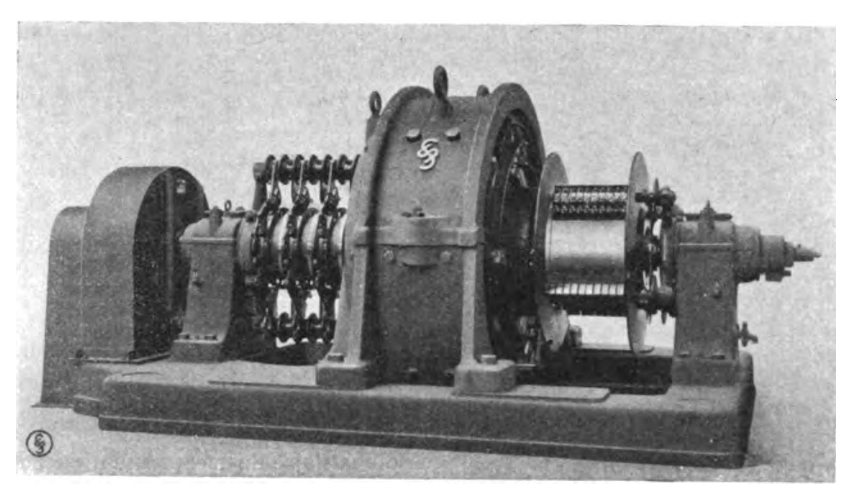


Abb. 6. Einankerumformer der Siemens-Schuckertwerke für 750 kW, 1100 V, 680 A, 1500 U/min.

b) Leistung.

Erheblich weniger wie die Spannungsgrenzen sind die Leistungsgrenzen, besser gesagt: die Grenzleistungen, der drei verschiedenen Umformersysteme ausgeprägt: wir dürfen uns daher hierbei etwas kürzer fassen. Wir gehen von der bekannten Beziehung aus:

$$N\,n = 3\,A\,\varepsilon\,u_a \text{ Kilowatt U/min} \quad \ldots \ldots \quad (5)$$

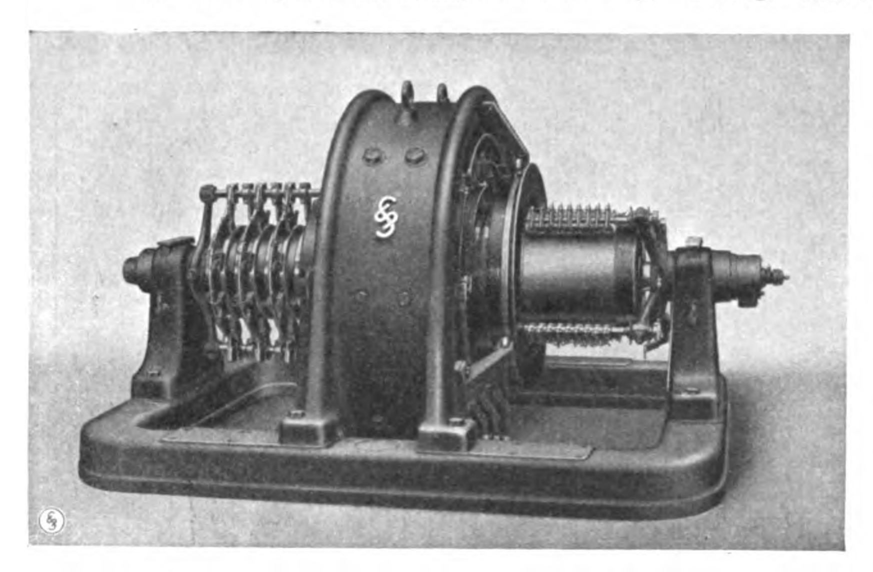


Abb. 7. Einankerumformer der Siemens-Schuckertwerke in Hintereinander-Schaltung für 1650 V

je der für 825 V,	375 kW dauernd	1500 U/min, 50 Hz.
	565 „ 2 h	
	1150 „ 5 min	

die das Produkt aus Leistung N und Drehzahl n durch die elektromagnetischen und mechanischen Hauptbeanspruchungen darstellt; sie enthält außer der schon vorher benutzten Segmentspannung ε noch den Strombelag A in A/cm, eine für die Stromwendung (Funkenfreiheit) sehr wichtige Größe, und die Ankerumfangsgeschwindigkeit u_a in m/s. Schreiben wir wieder wie vorher die allgemeine Gleichung in solcher Form, daß bei Benutzung der praktisch üblichen Zahlenwerte für A, ε und u_a ein Klammerausdruck gleich 1 wird, so erhalten wir:

$$N_U = 1200 \cdot \frac{1000}{n}\left[\frac{A}{500} \cdot \frac{\varepsilon}{16} \cdot \frac{u_a}{50}\right] \text{ Kilowatt} \quad \ldots \quad (6)$$

für Einanker- und Kaskadenumformer,

$$N_G = 1500 \cdot \frac{1000}{n}\left[\frac{A}{500} \cdot \frac{\varepsilon}{20} \cdot \frac{u_a}{50}\right] \text{ Kilowatt} \quad (7)$$

für Motorgeneratoren.

Zugunsten handlicher, runder Zahlen des ersten Faktors rechts sind die ε-Werte in Gl. (6) und (7) etwas modifiziert worden; für A und u_a sind solche Zahlen eingesetzt, wie sie praktisch bewährt sind und häufig vorkommen, womit aber nicht gesagt sein soll, daß man sie immer einhalten muß. So wird man beispielsweise bei den Umformern oftmals kleinere Umfangsgeschwindigkeiten (u_a) als 50 m/s wählen, da durch die Frequenzabhängigkeit ($p_n = 60\,f$ beim EU, $(p_g + p_u)\,n = 60\,f$ beim KU) die Polzahl mit der reziproken Drehzahl (1/n) steigt und die Modelle dadurch leichter werden, was sich sehr angenehm in den Kosten ausdrückt. Der Motorgenerator hingegen, der in den Polzahlen seiner beiden Bestandteile ganz frei ist, kann so schnell laufen, wie es die mechanischen — und unter Umständen die wirtschaftlichen (η!) — Bedingungen gestatten. Daher hat man vielfach seit einer Reihe von Jahren bei solchen Maschinen $u_a = 60$ m/s gewählt. Die beiden Treppenkurven der Abb. 10 sind mit Berücksichtigung solcher praktischen Nebenbedingungen, die sich naturgemäß nicht alle in Formeln fassen lassen, aufgestellt. Die ausgezogene Kurve gilt also für $u_a = 60$ m/s und $N = 1800 \cdot \frac{1000}{n}$ Kilowatt, die gestrichelte für $u_a = 50$ m/s und $N = 1200 \cdot \frac{1000}{n}$ Kilowatt gemäß Gl. (6). Bei abweichenden Frequenzen (z. B. 42, 60 Hz) kann man die durch die Ecken gelegten Hyperbeln benutzen. Da die vom Vollbahnbetrieb benötigte Leistungseinheit, kurz mit „Bahnleistung" bezeichnet, d. h. die von einem Umformersatz zu liefernde Gleichstromleistung in kW, in der Regel nicht unter 1000 und nicht über 3000 kW liegt, so können alle drei Umformerarten gleich gut herangezogen werden (vgl. den schraffierten Teil). Die größere Vielseitigkeit des Motorgenerators, der sowohl die extremen Drehzahlen der Dampfturbine als auch die Riesenleistungen des elektrochemischen Großbetriebes umfaßt, kommt für den Bereich der Bahnunterwerke nicht zur Geltung. Hierbei sei eine kleine Abschweifung gestattet: Trotz aller Fortschritte der Gleichstromtechnik in den letzten Jahren sind die mit einer Maschine erzielbaren Grenzleistungen doch recht bescheiden, wenn man sie mit den Einheitsleistungen der Wechselstrommaschinen vergleicht. Beispielsweise leistet der für Pfrombach den SSW in Bestellung gegebene Periodenumformer (Einphasen-Dreiphasen-Motorgenerator), auf dessen Schaltung und Betriebseinzelheiten hier noch nicht eingegangen werden soll, 20 000 kVA bei 250 U/min; das Modell könnte aber, mit entsprechender Wicklung und Polzahl, ohne Bedenken für 40 000 kVA bei rd. 500 U/min verwandt werden. Das sind Zahlen, an welche die kommutierenden Maschinen in absehbarer Zeit nicht hinlangen können. Ob diese Einzelleistungen im Bahnbetriebe nötig sind, ist eine andere Frage; wir erörtern hier ja eine Übersicht über die Leistungshöhe vom Standpunkt des Elektroingenieurs.

Ungleich wichtiger als die zahlenmäßige Größe des Leistungsbedarfs ist aber die besondere Eigenart des Bahnbetriebes, der eingangs schon flüchtig gestreift wurde. Wenn hier nochmals auf diese eingegangen wird, so gewinnt man sogleich die für die Wahl des Umformersystems wichtigen Gesichtspunkte. Nimmt man zunächst einmal eine Vorortbahn für 1000 V Gleichstrom mit eigenem Kraftwerk für 15 000 V Drehstrom und 50 Hz als Bei-

spiel an. Hier spielt die Größe und Zahl der Lastschwankungen keine Rolle, weder für die Bahn, noch für das Kraftwerk. Die Anlage enthalte natürlich alle neuzeitlichen Sicherheitseinrichtungen, Schnellschalter, Schutzschalter, Relais u. dgl. und werde von sachkundigem, gut geschultem Personal bedient. Dann ist der Einankerumformer die gegebene Maschine; sie ist in der Anschaffung am billigsten, erfordert den kleinsten Maschinenraum

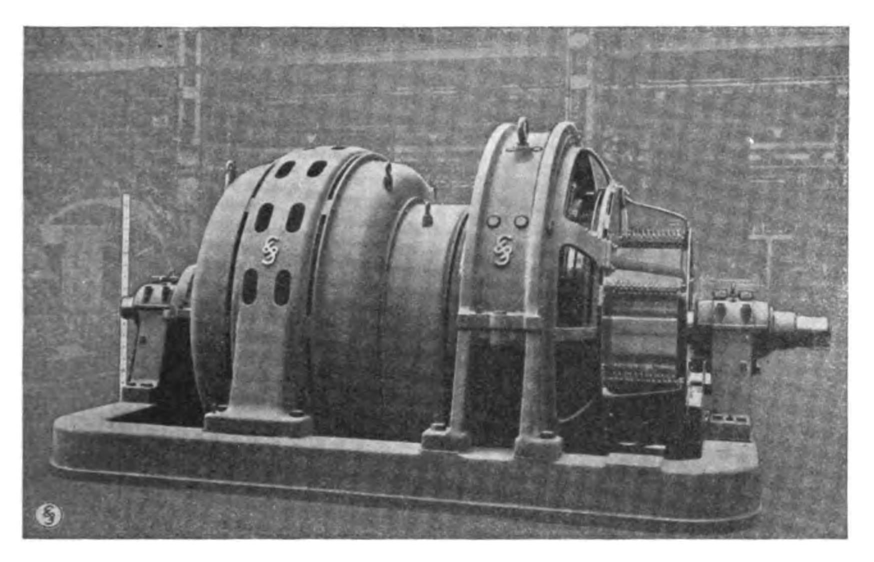


Abb. 8. **Kaskadenumformer der Siemens-Schuckertwerke für 2000 kW 1200 V, 1670 A, 500 U/min.**

und arbeitet mit den geringsten Verlusten. Da die Oberleitungsspannung nicht unbedingt konstant gehalten werden muß, brauchen keine betriebsempfindlichen Regelapparate (Drehtransformatoren, Anzapfungen usw.) vorgesehen werden; da Blindstromabgabe nicht nötig ist, braucht der Einankerumformer nicht mit unwirtschaftlich hoher Übererregung laufen; da das Kraftwerk Stöße verträgt, höchstens mit Spannungsenkungen, die dem Fahrplan nichts Wesentliches anhaben können, quittiert, kann der Einanker zeitweise bis über die Funkengrenze herangenommen, im äußersten Notfalle kann ein einzelner Einanker auch ganz abgeschaltet werden, ohne daß der Betrieb merklich leidet. Die parallelarbeitenden Unterwerke müssen dann einspringen. Wenn aber unter den gleichen Betriebsverhältnissen die Oberleitung 1500 V statt 1000 führt, wird man wohl besser zum Kaskadenumformer greifen. Er ist zwar teurer und verlangt mehr Platz wie der Einankerumformer, arbeitet auch nicht so wirtschaftlich, verträgt aber besser die plötzlichen Zustandsänderungen; die größere Selbstinduktion des asynchronen Läufers gegenüber der des ruhenden Transformators schützt die Maschine vor schroffen Strom- und Spannungsänderungen, die im Verein mit dem großen Bürstenabstand eine wesentlich stärkere Sicherung gegen Rundfeuer wie beim Hochspannungs-Einankerumformer bieten. Aus demselben Grunde könnte er bequemer wie der Einankerumformer, d. h. ohne Hilfseinrichtungen, Spannungsänderungen ausregulieren. Wir hatten aber in dem vorliegenden Beispiel solche Annahmen nicht gemacht.

Ganz anders wird aber das Bild, wenn wir uns als Energiequelle nicht ein bahneigenes Kraftwerk, sondern ein vorhandenes, weitverzweigtes Verteilungsnetz für Licht- und Kraftbedarf vorstellen. Hier nimmt der cos φ schon eine sehr wichtige Stellung ein, Spannungsenkungen müssen vermieden werden, große und plötzliche Lastschwankungen sind unerwünscht, da sie den verwickelten Parallelbetrieb stören, kurz, alle rauhen und rohen Vorgänge auf der Bahnseite dürfen sich nur in harmloser, verdünnter Form auf die Lichtnetzseite übertragen. Dafür sind Einankerumformer und Kaskadenumformer im allgemeinen wenig geeignet, denn beides sind Maschinen für den Durchgang elektrischer Leistung, wohl aber der Motorgenerator, dessen eine Hälfte elektrisch nicht beeinflußt wird von dem, was auf der anderen vorgeht. In seiner modernsten — fast könnte man sagen: vollendetsten — Form, mit drehstromerregtem Asynchronmotor (Abb. 11), kann er beliebig große Blindströme abgeben, kann nie „wirklich" außer Tritt fallen, jedenfalls immer leicht aufs Netz geschaltet werden, wenn er einmal ausnahmsweise bei einem Bahnkurzschluß durch Versagen des Schnellschalters herausgefallen sein sollte, und kann niemals den Bahnbetrieb ernsthaft stören, selbst wenn die Drehstromspannung zeitweise stark schwankt oder einmal zusammenbricht. Der mit ihm nur mechanisch zusammenhängende Gleichstromgenerator ist von allen Umformerarten die unempfindlichste Maschinenform, die auch vorübergehende Bedienungsfehler ohne bleibenden Schaden übersteht. So wurde z. B. nach Versuchen mit Schnellschaltern im DW der SSW ein Gleichstromgenerator nahezu funkenfrei bis zum zehnfachen Nennstrom in $^1/_{100}$ s ohne Schaden überlastet (Abb. 12, Oszillogramme). Der Motorgenerator wird gewählt werden — wie bereits vorher erläutert —, sobald die Bahnspannung höher als 2000...2400 V ist, gleichviel, welchen Charakter die Bahnanlage besitzt. Es ist aber wohl zu beachten, daß er im Betriebe teurer ist wie der Einankerumformer und Kaskadenumformer, da sein Wirkungsgrad wegen der zweimaligen Energieumformung etwa 3 % weniger wie der des Einankerumformers und etwa 1½ % wie der des Kaskadenumformers bei Vollast, bei Teillasten noch weniger, beträgt. Bei teurem kWh-Preis wird man sich daher bisweilen überlegen müssen, ob man nicht an Stelle eines Motorgenerators besser zwei in Reihe geschaltete Einankerumformer, jeden für die halbe Spannung gewickelt, aufstellt. Auch dann nehmen sie nicht mehr Raum ein wie der Motorgenerator, bringen aber in wenigen Jahren den höheren Anschaffungspreis wieder ein. — Mit allen genannten Umformern kann man Stromrückgewinnung und Phasenverbesserung aus cos φ = 1 durchführen, und man kann auch die zur Zeit vorliegenden Bedürfnisse für Bahnbetriebe der Deutschen Reichsbahn vollkommen bewältigen.

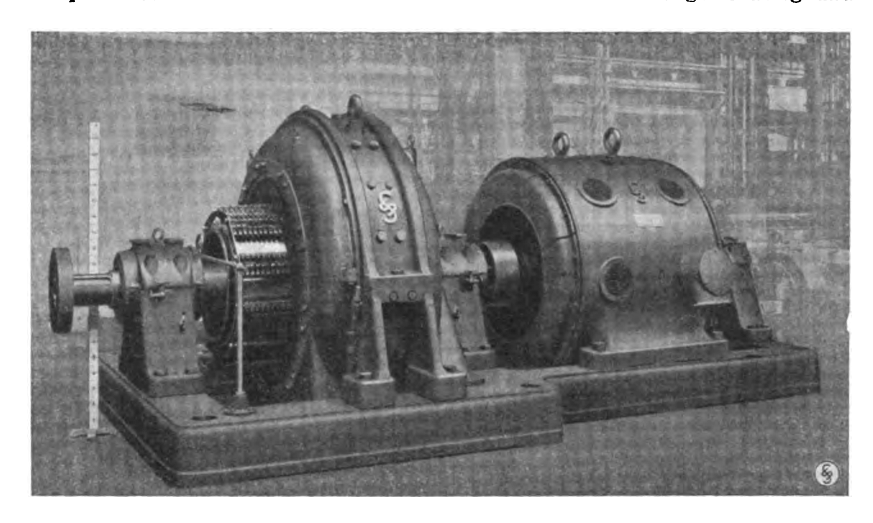


Abb. 9. **Motorgenerator der Siemens-Schuckertwerke dauernd 2000 kW, 1000 V, 2000 A, 735 U/min; vorübergehend 4000 kW, 1000 V, 4000 A, 735 U/min.**

Die bisherigen Hinweise auf die verschiedenen Umformerarten mögen genügen, zumal da über den Vergleich derselben im Elektrotechnischen Verein bereits im Jahre 1921/22 in ausführlicher Weise durch die Herren Kade und Krämer berichtet worden ist. Zur Ergänzung sei noch eine Tafel 1 hinzugefügt, die zugleich die seitdem gemachten Fortschritte erkennen läßt, sowie diejenigen Eigenschaften (Kursivdruck), die seitdem zu besonderer Bedeutung gelangt sind.

In welcher Weise sich in die Kurvenschar, Abb. 10, der Gleichrichter endgültig einfügt, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit angeben. Sicher ist nur, daß er zur Zeit, was Leistung anbetrifft, mindestens die Kurve der

Tafel 1. Vergleich der verschiedenen Drehstrom-Gleichstrom-Umformer.

	Gleichrichter	Einankerumformer	Kaskadenumformer	Motorgenerator (synchr. od. asynchr.)
Gewicht ohne Zubehör	**sehr niedrig**	niedrig	mittel	mittel
Platzbedarf ohne Zubehör	**sehr gering**	**sehr gering**	gering	mittel
Platzbedarf mit Zubehör	gering	mittel	sehr gering	mittel
*Fundamente**	**keine**	leichte	große	große
Preis mit Zubehör	**gering**	**mittel**	mittel	mittel
Zubehör	Transformator u. Regler	Transformator und Regler	—	—
Wirkungsgrad	**hoch, bes. b. Teillasten**	**hoch, auch noch b. Teillasten**	gut	mittel
cos φ	0,95	1,0	1,0	1,0
*Blindleistungsabgabe**	—	wenig	wenig	**beliebig viel**
Spannungsgrenze	**beliebig**	1200 ... 1500 V	1700 ... 2000 V	**beliebig**
Spannungsregelung	beliebig	± 35% mit Drehstrom	± 20%	beliebig
Akk.-Ladung	beliebig	± 15%	± 15%	beliebig
Spannungsteilung	—	möglich	möglich	möglich
Anlaufzeit	**Sekunden**	Minuten	Minuten	Minuten
Anlaufart	**nur Einschalten**	asynchron	asynchron	asynchron
Synchronisieren	—	—	—	nur bei synchr. Antr.
Stoßdämpfung	keine	gering	**mittel**	**groß**
*Ueberlastbarkeit**	**groß**	mittel	**groß**	**groß**
*Aufholen b. Spannungsrückg.**	**sofort**	ab 30%	ab 60%	**ab 70%, asynchr.**
*Rückstrom**	**nicht möglich**	möglich	möglich	nicht möglich
Zulässiger Netzzustand	**beliebig**	ruhig	bewegt	**beliebig**
Rückarbeiten	—	möglich	möglich	gut möglich
Parallelbetrieb	einwandfrei	einwandfrei	einwandfrei	einwandfrei
Eignung für Automatik	**sehr gut**	gut	gut	gut
Geräusch	**keins**	übliches Maschinen-Geräusch		
*Wartung**	**fast Null**	übliche Maschinen-Wartung		
*Abnutzung**	**Null**	übliche Maschinen-Abnutzung		

* *Im Vortrag Kade-Kramer 1921/22 noch nicht erwähnt.*

Einankerumformer erreicht. Wahrscheinlich ist aber, daß er in absehbarer Zeit in seiner Leistungseinheit über die Kurve der Motorgeneratoren hinausgehen wird, und zwar deshalb, weil die Entwicklung des Gleichrichters zunächst für hohe Stromstärken begonnen hat. Daß man Stromstärken erreichen kann, welche man nur unter Überwindung verhältnismäßig größerer Schwierigkeiten mit den

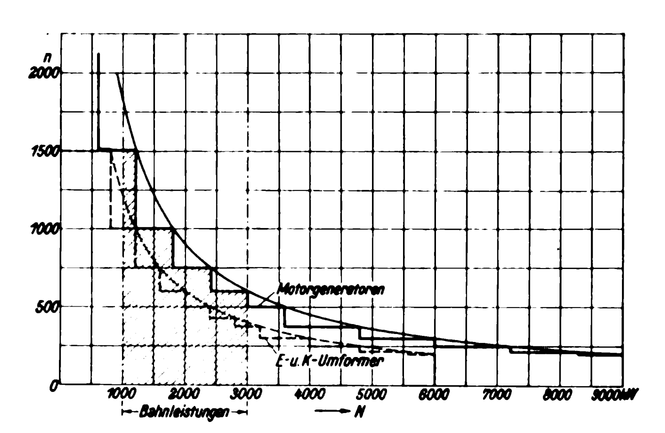


Abb. 10. Grenzdrehzahlen, abhängig von der Grenzleistung bei Motorgeneratoren, Einanker- und Kaskadenumformern.

besten Gleichstrommaschinen erzielen kann, ist heute sichergestellt. Offen ist lediglich nur noch die Frage, welche Spannungen mit diesen Stromstärken verbunden werden können. Hierauf kommen wir später zurück. Da die Erzielung hoher Spannungen auch bei größeren Stromstärken im Gleichrichter durch nichts begrenzt ist, sondern da dies ausschließlich eine Aufgabe der wissenschaftlichen und praktischen Forschung der nächsten Zeit sein wird, so kann man annehmen, daß schon bald der Gleichrichter in seiner Leistung die Kurve des Motorgenerators erreichen und sie übersteigen wird.

B. Umformung mit Quecksilbergleichrichtern.

Die Kurven und die Tafel sollen nun zugleich zur Betrachtung der Umformung mit Quecksilbergleichrichtern überleiten. Bei Betrachtung der Tafel findet man, daß hier unter der Rubrik „Gleichrichter" die Reihe derjenigen günstigen Eigenschaften, die durch starken Druck ausgezeichnet sind, besonders groß ist. Der Gleichrichter deckt zunächst alle Eigenschaften des Einankerumformers, die dieser als günstig aufweist, sowie eine Reihe der günstigen Eigenschaften des Motorgenerators, nämlich die beliebige Spannungsgrenze, die große Überlastbarkeit, die sofortige Betriebsbereitschaft nach Spannungsrückgang und den beliebigen Netzzustand. Darüber hinaus besitzt er aber noch eine ganze Reihe von wesentlichen Vorteilen gegenüber allen anderen Umformern, welche in dem niedrigeren Gewicht, in dem Fehlen einer ausgiebigen Fundamentierung, in der Schnelligkeit der Inbetriebsetzung, in der größeren Geräuschlosigkeit, in seinen Eigenschaften hinsichtlich Wartung und Abnützung und in der Eignung für automatische Anlagen zu finden sind. Demgegenüber weist der Gleichrichter vielleicht nur wenige Nachteile auf, zu denen das Fehlen der Stoßdämpfung wohl als der größte gehört. Die anderen Nachteile, wie z. B. die Unmöglichkeit, Blindleistung hervorzubringen oder mit Stromrückgewinnung auf Leitungen und Kraftwerke zurückzuarbeiten, besitzen eine geringere Bedeutung, insbesondere kommt letztere ernstlich fast nur bei Bergbahnen in Frage. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß der Gleichrichter infolge dieser Vereinigung so vieler Vorteile bei wenig Nachteilen im Begriff ist, neben den Maschinen stark an Verbreitung zu gewinnen. Wenn er bis heute die Maschinen nicht verdrängt hat, so liegt dies in der Hauptsache daran, daß die Entwicklung des Gleichrichters, wie nachher zu beschreiben ist, wegen besonderer anfänglich vorhandener innerer Schwierigkeiten langsamer vor sich ging, als ursprünglich anzunehmen war. Trotzdem läßt sich heute schon sagen, daß auch diese Schwierigkeiten teilweise bereits behoben sind oder doch in kurzer Zeit beseitigt sein werden, weil sie nur mit einem einzigen Vorkommnis im Gleichrichterbetrieb zusammenhängen, welches es heute noch zu bekämpfen gilt, das sind die Rückzündungen.

Einer der wesentlichen Vorteile des Gleichrichters ist die geringe Typenzahl. Dieser Vorzug macht sich heute bereits in Hinsicht auf Herstellung bemerkbar und dürfte sich, wenn die Entwicklung der Gleichrichter vorüber ist, wohl auch in Hinsicht auf die Preise fühlbar machen. Die Abb. 13 stellt diejenige Typenreihe dar, welche sich allgemein als zweckmäßig herausgestellt hat. Sie entspricht der bekannten fünfteiligen Modellreihe, deren Steigerungsziffer ungefähr den Wert 1,6 besitzt. Gleichrichter sind bekanntlich ihrem Wesen nach Schaltapparate, weshalb ihre Größe in erster Linie durch die Stromstärke bestimmt ist. Infolgedessen richtet sich die Einteilung der Typen nach der Stromstärke, und infolgedessen steigen ihre Nennstromstärken, mit welchen sie heute auf den Markt gebracht werden, ungefähr mit dem Faktor 1,6, d. h. z. B. auf den Gleichrichter für 1000 A folgt ein solcher für 1600 A usw. Jeder dieser Gleichrichter besitzt — je nach der Höhe der Spannung — einen gewissen Ausdehnungsbereich, bis er zum nächsten überleitet. Ob diese Typenreihe später noch durch Zwischenmodelle ergänzt wird, woraus dann eine sogenannte zehnteilige Reihe (Faktor

1,25) entstehen würde, kann heute noch nicht entschieden werden. Es wird dies davon abhängen, welche Preise die einzelnen Typen endgültig nach Vorübergang der Entwicklung haben werden, wie sich diese Preise abstufen und ob um der Preise willen eine Zwischentype erwünscht ist. Dies hängt natürlich auch wiederum von dem Umsatz, welcher sich später ergeben wird, ab. Technisch ist die Einfügung von Zwischentypen ohne weiteres möglich.

Das Gebiet kleiner Stromstärken decken verschiedene Gleichrichter mit Glühkathoden und neuerdings auch ein

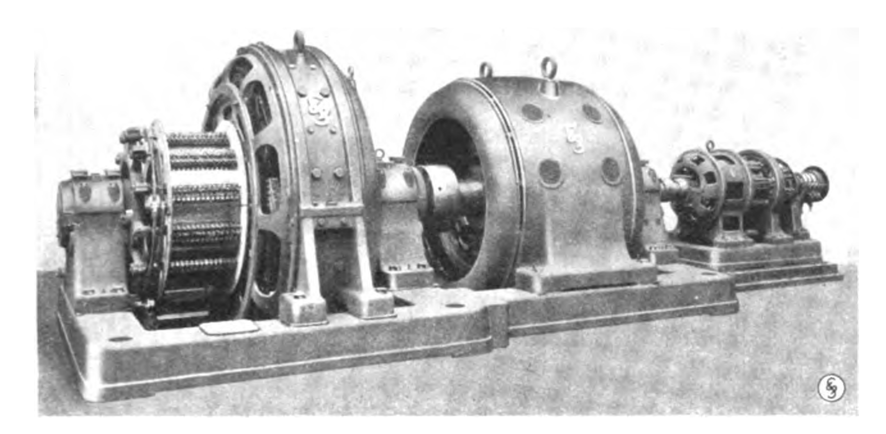


Abb. 11. 2000 kW-Umformersatz. Gleichstromgenerator für 450/580 V, 4450/3450 A, 593 U/min, Typenleistung 2580 kW, 580 V, 4450 A, 593 U/min, Drehstrommotor für 2150 kW, bei $\cos\varphi = 1$.

Trockengleichrichter, der auch als Hilfsapparat für die Erregung von Großgleichrichtern dient.

Das Gebiet mittlerer Stromstärken wird vom Glasgleichrichter versorgt. In e i n z e l n e n Gefäßen ist dieser heute betriebsicher und ohne künstliche Mittel (Wasser- oder Ölkühlung) bis 350 A entwickelt worden und dürfte

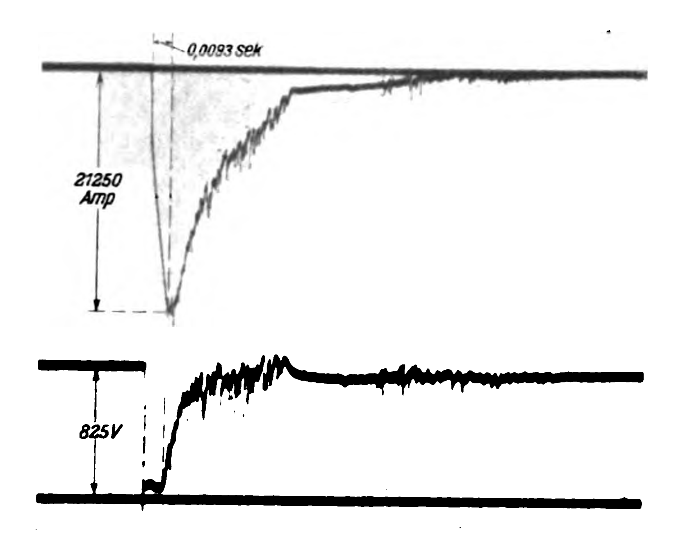


Abb. 12. Klemmen-Kurzschluß eines Generators für 825 V, 1700 kW, 2060 A, 600 U/min, Stromspitze 21 250 A.

wohl bald auf 500 A kommen. Durch Parallelschaltung mehrerer solcher Einheiten, die sehr vielfach ausgeführt wird, kann man also auch schon auf Stromstärken von 1000 ... 2000 A gelangen. Für diese kleineren Stromstärken wird der Glasgleichrichter vielfach wegen seiner besonderen angenehmen Eigenschaften, wie Fehlen einer besonderen Vakuumhaltung, besonders einfache Einrichtungen für Automatik usw., bevorzugt; er läuft bereits mit Erfolg in einer ganzen Reihe Straßenbahnanlagen und sogar auf Reichsbahnfahrzeugen selbst. (Abb. 14.) Bei diesem Fahrzeug für Leitungsprüfungen (Turmwagen) wird Spannung von 15 000 V, 16⅔ Hz mittels Glasgleichrichter in Gleichspannung umgewandelt, zwecks Ladung einer Speicherbatterie und Fahrt auf Strecken mit und ohne Leitung.

Das Gebiet des Großgleichrichters in Metallgefäßen beginnt daher erst etwa bei einer Stromstärke von mindestens 500 A. Allein beherrschend ist der Großgleichrichter für Stromstärken in der Gegend ab 1500 ... 2000 A. Die Durchentwicklung dieser größeren Gleichrichter zeigt, daß die Höchstleistung eines Großgleichrichters etwa mit 20 000 ... 25 000 A erreicht sein dürfte[3].

Diese Grenze ist dadurch gegeben, daß das betreffende Vakuumgefäß noch durch das Eisenbahnprofil befördert werden kann. (Abb. 15.) Da es voraussichtlich nicht angängig ist, solche Vakuumgefäße an Ort und Stelle zusammenzuschweißen und zu behandeln, so dürfte hiermit vorläufig die obere Grenze eines Großgleichrichters gegeben sein.

Schon die mittleren Größen dieser Apparate decken wohl weitaus die Bedürfnisse, welche in der Bahnstromversorgung vorkommen können, bei der es mehr auf Spannungen über 1000 V ankommt. Nebenbei gesagt wird aber auch das Gebiet der Versorgung der elektrochemischen Industrie mit Gleichstrom, bei der wieder die größere Stromstärke (10 000 ... 20 000 A) vorkommt, mit den größeren Typen voraussichtlich weitaus genügend erfaßt.

Es war bereits vorn bemerkt worden, daß der Gleichrichter von der Spannung weniger abhängig ist. Es hat sich in der Tat während der Entwicklung gezeigt, daß mit Zunahme der Rückzündungssicherheit der Gleichrichter auch die Spannung, welche sie zu liefern vermögen, wesentlich gesteigert worden ist, ohne daß besondere äußerliche Änderungen an den Gleichrichtern nötig waren. Vielfach ist eine Spannungssteigerung einfach dadurch möglich, daß dafür die Stromstärke des Apparates heruntergesetzt wird. Wie weit man in dieser Beziehung kommen wird, läßt sich heute noch nicht völlig übersehen. Wir haben versucht, in der Abb. 16 ein Bild zu geben, welches in dieser Beziehung die heutige und voraussichtlich spätere Entwicklung darstellt, und welche Spannung man ungefähr bei konstanter und dann bei fallender Stromstärke den Apparaten in einiger Zeit wird zumuten dürfen. Hierdurch gelangt man fürs erste zu einer Leistungsgrenze, welche in der Gegend von 7000 kW liegt, sich also der Leistung von Motorgeneratoren fast genau angleicht. Zum Vergleich ist die Leistungskurve von Motorgenera-

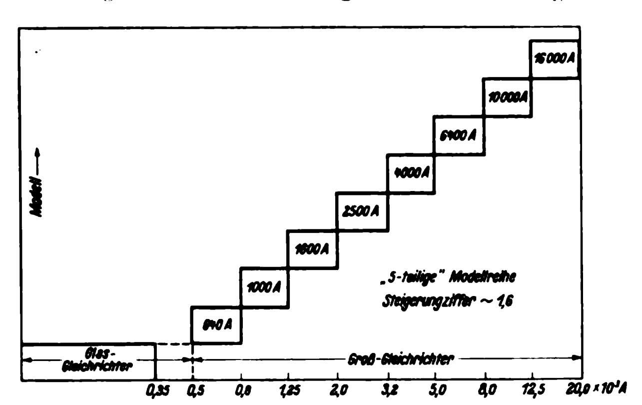


Abb. 13. Aufbau der Großgleichrichter-Modelle der Siemens-Schuckertwerke.

toren nochmals in die Abbildung eingezeichnet. Damit man sieht, wie die heutige Entwicklung demgegenüber steht, sind in die Abbildung zwei Gleichrichter eingetragen, die für wichtige Bahnanlagen mit 850 V geliefert worden sind bzw. sich in Arbeit befinden, nämlich für 2000 A und für 4000 A. Ob die eingezeichnete 7000 kW-Grenze später überschritten wird, muß als möglich hingestellt werden, nur kann man nicht sagen, in welcher Zeit dies geschehen wird.

Gleichrichteranlagen bestehen in ihren Hauptbestandteilen aus dem Raume, in welchem die Vakuumgefäße nebst ihren Pumpeinrichtungen stehen, aus einem Transformatoren- und einem Schaltraum. Die Abb. 17 und 18 geben einen Begriff davon, wie derartige Werke aussehen kön-

[3] Gültig nach dem heutigen Stande der Entwicklung.

nen. Bei der Abb. 17 sind diese Haupträume in zwei Stockwerken, in der Abb. 18 sind sie zu ebener Erde untergebracht. Das äußere Ansehen derartiger Anlagen geben die Abb. 19 und 20 wieder, welche die Einrichtungen für eine größere Straßenbahnanlage und für eine Anlage der Berliner Stadt- und Ringbahn darstellen.

Der konstruktive Aufbau der Großgleichrichter darf wohl im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden.

Bei der Quecksilberdichtung benutzt man zur Abdichtung Quecksilber, welches in Rillen eingeschüttet wird und bei einer gewissen Standhöhe keine Luft von außen mehr durchläßt. Damit es selbst nicht in den Vakuum-

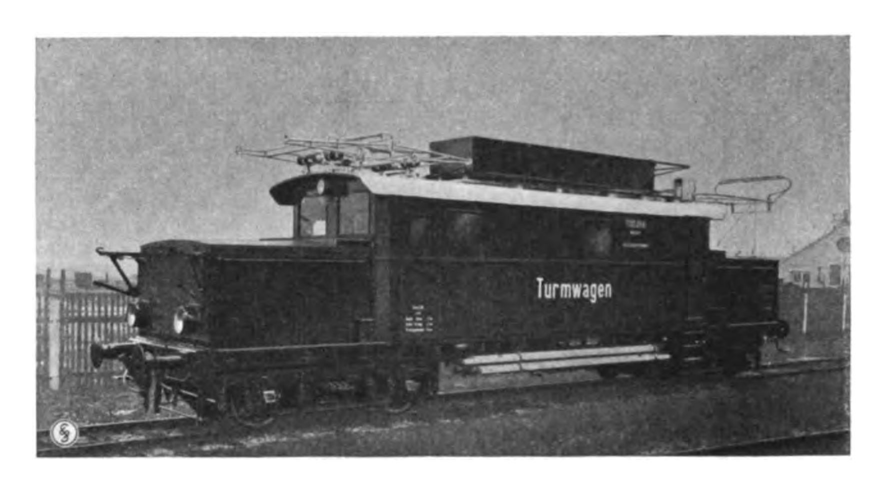


Abb. 14. „Turmwagen" (Leitungs-Untersuchungswagen) der Reichsbahn, installiert von den SSW.

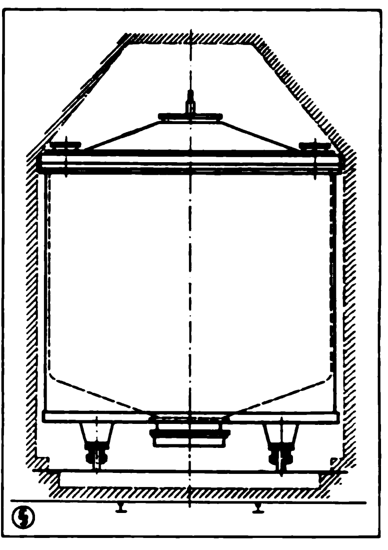


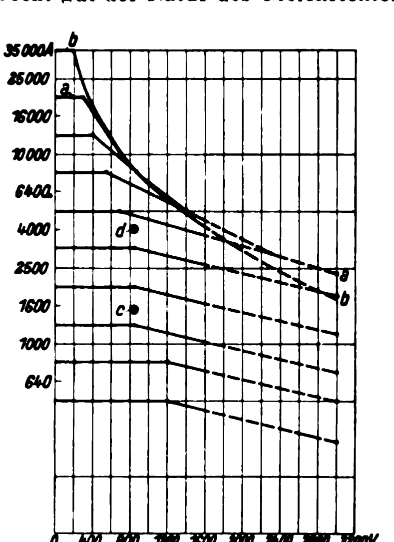
Abb. 15. Großgleichrichter für 20000 A im Bahnprofil.

Der wichtigste Bestandteil ist das Vakuumgefäß, welches einerseits in sich die sogenannten Anoden und Kathoden als wichtigste Teile enthält, andernteils äußerlich mit Kühleinrichtungen versehen ist. Die Konstruktionen, welche in dieser Beziehung herausgekommen sind, sind ziemlich mannigfaltig, beginnen aber sich doch so ähnlich zu werden, daß die Wiedergabe einer Konstruktion der SSW für die Berliner Stadt- und Ringbahn genügt (Abb. 21). Der in dieser Abbildung sichtbare gußeiserne Fuß besitzt unten eine Zugänglichkeit zur Kathode (Gleichstromabnahme) und nimmt in seinem oberen Teile das Vakuumgefäß nebst Wasser zur Kühlung desselben auf. Ganz oben sind die zur Kühlung der Anoden erforderlichen Kühler ersichtlich. Besonders hingewiesen sei bei diesem Apparat auf den sehr zweckmäßigen Anbau der gesamten Vakuumhaltung. Es sind hier Vorpumpen, Feinpumpe, Ventile aller Art und Vakuummeßgerät an den Gleichrichter selbst angebaut. Dies besitzt den großen Vorteil, daß alle Vakuumleitungen und Einrichtungen in der Fabrik fertig montiert werden können, beim Versand bereits in Ordnung sind und nicht erst an Ort und Stelle hergerichtet werden müssen, was mit Rücksicht auf die Feinheit der Vakuumtechnik manchmal Schwierigkeiten machte. Abb. 22 stellt den Vakuumkessel vor, an welchem unten die durch Porzellan isolierte Kathodeneinführung, oben die ebenfalls durch Porzellan isolierten Anodeneinführungen zu sehen sind. Schraubt man den großen Deckel dieses Apparates los und zieht ihn mitsamt den Anodeneinführungen in die Höhe, so erscheinen die Anoden, von denen Abb. 23 eine Vorstellung gibt. Die Anoden sind von Metallschirmen umhüllt und bestehen entweder aus Eisen oder Graphit. An dem Deckel befindet sich zugleich in der Mitte der Anoden die Kühleinrichtung, auf die wir später noch zu sprechen kommen, sowie die Zünd- und Erregungseinrichtung. Abb. 24 stellt die Kathode, d. h. den das Quecksilber enthaltenden Teil des Gleichrichters, dar. Diese Kathode ist ebenfalls mit Wasser gekühlt und kann nach unten abgenommen werden. Ein Porzellanring und ein eingesetzter hoher Quarzring isolieren die Kathode vom Gefäß, was bekanntlich aus physikalischen Gründen notwendig ist.

Es sollen nun noch besonders die Einrichtungen zur Vakuumhaltung des Gleichrichters beschrieben werden, weil diese Einrichtungen zu den lebenswichtigen Bestandteilen des Apparates gehören.

Die Frage der Dichtungen bei Quecksilberdampfgleichrichtern ist zwar wichtig, jedoch sind die Unterschiede der Konstruktionen, welche dafür gefunden worden sind, seit der Entwicklung der stark wirkenden Quecksilberdampfpumpen in den Hintergrund getreten. Damit sind auch die Bemühungen etwas zurückgetreten, ständig neue Formen von Dichtungen zu schaffen. Die wichtigsten Dichtungen (Abb. 25), welche heute im Gebrauch sind, sind die Quecksilberdichtung, die Preßringdichtung und die Gummidichtung.

raum hineingesogen wird, ist zwischen die Preßflächen eine Asbestvorlage eingefügt. Diese Dichtung entspricht recht gut der Natur des Gleichrichters, weil an den Stellen geringerer Dichtigkeit zunächst nur Quecksilber in den Apparat gesogen wird.



a—a Grenze für Großgleichrichter in einem Gefäß (entspr. 7000 kW)
b—b Grenze für Motorgenerator in einer Maschine bei etwa 250 U/min
c Stadtbahn Berlin, Ausführung
d „ Wien, „

Abb. 16. Heutige und zukünftige Leistungen der Großgleichrichter.

Die Preßringdichtung besteht in der Anordnung von plastischen Metallen zwischen den Preßflächen. Diese plastischen Metalle werden in der Regel von Quecksilberdämpfen angegriffen, so daß ein Schutz davor gelegt werden muß, z. B. ein Ring weichen Eisens. Die Dichtung hat den Vorteil, daß sie von allen Dichtungen wohl diejenige ist, welche am wenigsten Fremdgase abgibt, hat aber wiederum infolge der immerhin hohen Kräfte, mit denen selbst plastische Materialien beansprucht werden müssen, den Nachteil, daß sie in der Montage und Demontage schwierig zu handhaben ist. Es hat den Anschein, daß diese Form der Dichtung durch das Aufkommen der sehr leistungsfähigen Dampfpumpen nach und nach verschwinden wird.

Die Gummidichtung besteht aus einem Gummiring zwischen den Preßflächen, der nach besonderem Verfahren so hergestellt wird, daß er an und für sich schon möglichst wenig Fremdgase abgibt. Um einen weiteren Abschluß der geringen Fremdgase zu erzielen, erhält die Gummidichtung einen Vorlagering aus dünnem Eisenblech, der sehr elastisch ist. Diese Dichtung hat Vorteile hinsichtlich Montage, Demontage und Wärmebeständigkeit. Eine eventuelle Gasabgabe ist durch die Hochvakuumpumpen in den Hintergrund gedrängt worden, so daß die Verwendung der Gummidichtung für Gleichrichter keinerlei Schwierigkeiten bietet.



Abb. 25 stellt die genannten Arten der Dichtung gegenüber, links die Quecksilberdichtung, rechts die Gummidichtung.

Wie schon eingangs erwähnt, ist die Bedeutung der konstruktiven Einzelheiten der Dichtungen durch die

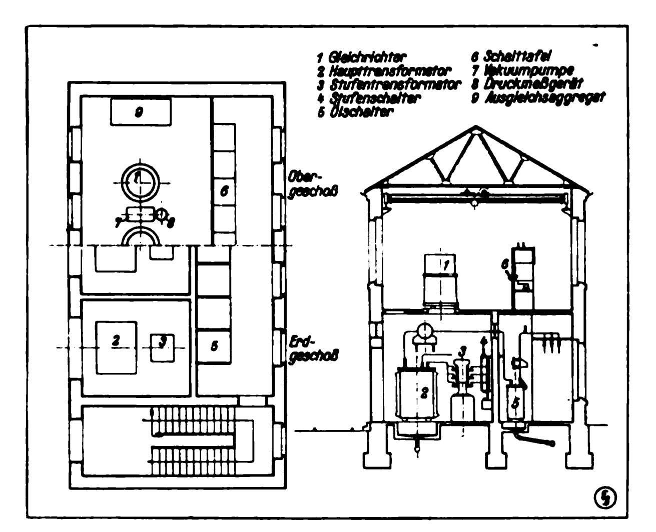
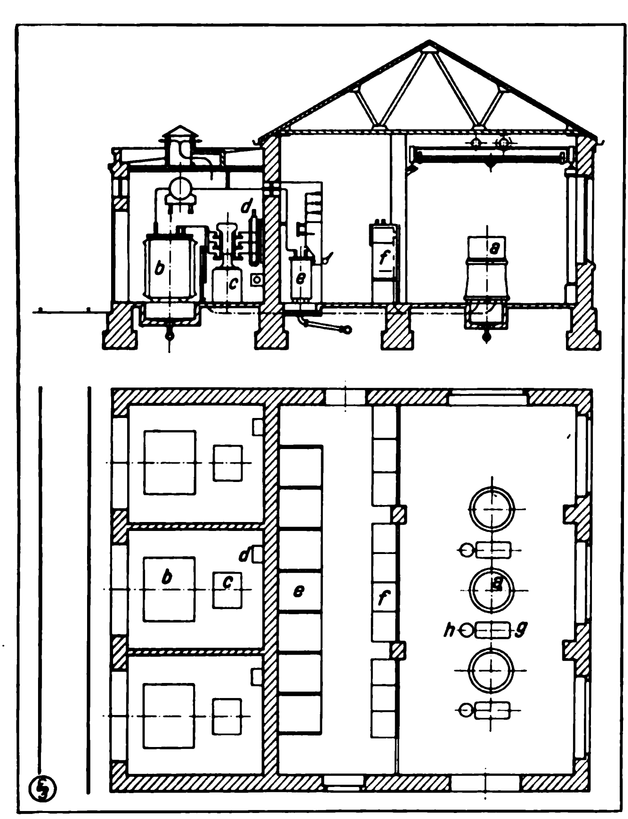


Abb. 17. Zweistöckige Gleichrichteranlage.



a	Gleichrichter	*e*	Ölschalter
b	Haupttransformator	*f*	Schalttafel
c	Stufentransformator	*g*	Vakuumpumpe
d	Stufenschalter	*h*	Druckmeßgerät

Abb. 18. Einstöckige Gleichrichteranlage.

rasche Entwicklung der Quecksilberdampfpumpen in den Hintergrund getreten. Es ist hier nicht am Platze, auf die Einrichtung der in der Literatur viel behandelten Quecksilberdampfpumpen einzugehen, es soll nur erwähnt werden, daß diese Pumpen nach dem Prinzip der Ejektoren gebaut sind und mit Quecksilberdampf arbeiten, welcher zu diesem Zweck in einem besonderen Heizgefäß erzeugt wird (Abb. 26). Dieser Quecksilberdampf strömt durch Düsen in gekühlte Räume, weshalb alle Quecksilberdampfpumpen einen Wasserzufluß besitzen müssen. Die Pumpe hat die Eigenschaft, daß sie durch molekulare Wirkungen alle Fremdgase absaugt, und zwar mit einer außerordentlichen Geschwindigkeit. Bis heute ist es noch nicht gelungen, sie so zu konstruieren, daß sie gegen den atmosphärischen Druck arbeitet, weshalb stets eine Vorpumpe vorgeschaltet werden muß. Jedoch ist es bereits durch Hintereinanderschaltung mehrerer Düsen geglückt, den Druck, welchen sie auf ihrer Kompressionseite ergibt, auf ungefähr 20 mm Quecksilbersäule zu steigern. Die Pumpe pumpt also beim Großgleichrichter von ungefähr $^1/_{10000}$ mm Druck auf 20 mm Druck herauf. Durch diese Drücke von 20 mm wurde es möglich, eine weitere vorteilhafte Einrichtung beim Gleichrichter einzuführen, den barometrischen Abschluß. Dieser beweist seine Vorzüge für den Fall, daß die Hochspannung zum Betrieb des Pumpenmotors ausbleibt. Die dann stehenbleibende Vorvakuumpumpe würde nach kurzer Zeit Luft und Öl hindurchgehen lassen. Dies wird dadurch vermieden, daß zwischen die beiden Pumpen ein Barometerrohr eingeschaltet ist, welches sich in obigem Falle durch den äußeren Luftdruck langsam mit Quecksilber füllt. Dazu ist natürlich eine gewisse Eintauchtiefe des Barometerrohres in den Quecksilberbehälter erforderlich, und diese Eintauchtiefe kann infolge der genannten hohen Drücke der Quecksilberdampfpumpe betriebsicher bemessen werden, nämlich

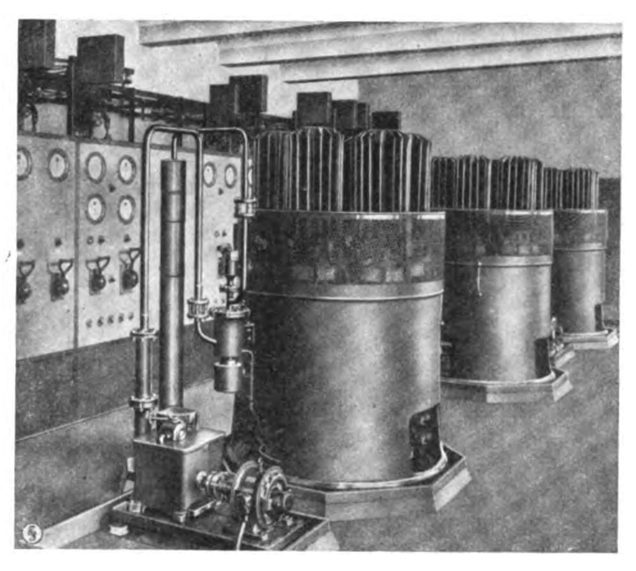


Abb. 19. Straßenbahn Danzig, Gleichrichteranlage der SSW.



Abb. 20. Gleichrichter-Unterwerk Niederschöneweide der Berliner Stadt- und Ringbahn, installiert von den SSW.

10 ... 15 mm. Die Quecksilberdampfpumpe ist alsdann imstande, gegen diesen Druck noch anzuarbeiten. Ein weiterer Vorteil dieses hohen Druckes liegt darin, daß die Entlüftungsröhren auf der Hochdruckseite ziemlich kleine Querschnitte bekommen können, so daß dann auch die Vorpumpe klein gehalten, also bequem am Gleichrichter selbst angebaut werden kann. Alles dies zusammen bedingte und ermöglichte, wie aus der Abb. 26 zu ersehen



ist, den direkten Anbau der gesamten Pumpen und Vakuumeinrichtung an den Gleichrichter selbst, wodurch wesentliche Vorteile besonders bei der Montage der Apparate erreicht worden sind. Die Entgasungseinrichtung

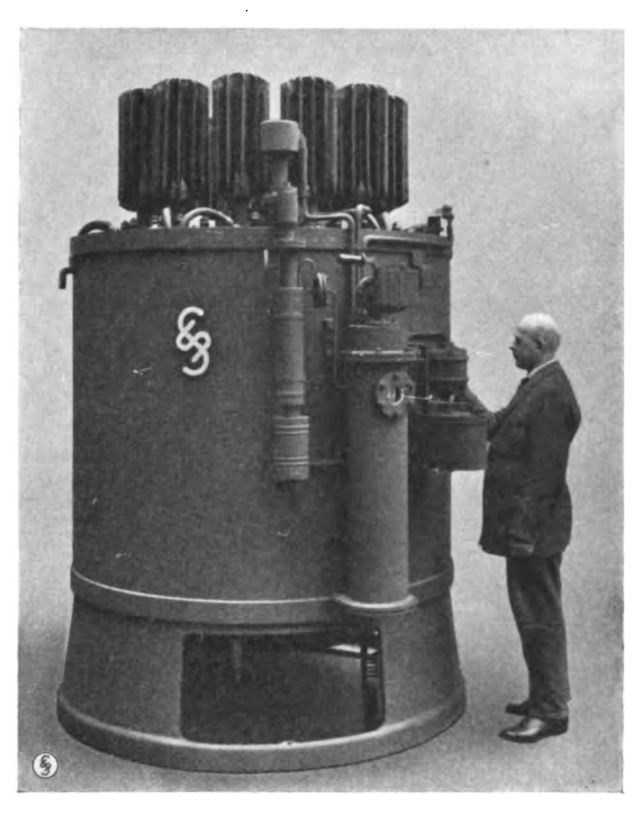


Abb. 21. Ansicht eines Gleichrichters der SSW für 2000 A, 850 V.

kann jetzt vollkommen und einwandfrei montiert direkt mit dem Gleichrichter zusammen aus der Fabrik geliefert werden.

Für die Messung des Vakuums haben sich in neuerer Zeit Methoden eingeführt, welche darauf beruhen, daß glühende Drähte im Vakuum je nach dessen Güte eine verschiedene Wärmeabstrahlungsfähigkeit bzw. Wärmeableitungsfähigkeit besitzen. Hierdurch ändert sich ihr Widerstand, und diese kleine Widerstandsänderung wird benutzt, um in einer Brückenschaltung unmittelbar ein Zeigerinstrument zu betätigen, welches man an der Schalttafel anbringen kann. Diese Meßmethode besitzt also den Vorteil, daß man das Vakuum jederzeit und unmittelbar an der Schalttafel ablesen kann. Die Abb. 27 zeigt dieses Gerät in auseinandergenommenem Zustande (a) und zusammengebaut (b). Man erkennt die unten offene Glasröhre, in welche die Widerstandsdrähte eingebaut sind. Dieses Meßgerät wird in der Regel unmittelbar mit dem Kessel verbunden, so daß man in der Lage ist, das Vakuum auch bei geschlossenem Hahn des Gleichrichters zu jeder Zeit zu übersehen. Die Anordnung ist einerseits gut, weil man alsdann das Vakuum stets vor Augen hat, hat aber wiederum betriebstechnische Nachteile, weil man z. B. die Dichtigkeit der übrigen Apparatur nicht nachprüfen kann, ohne den Gleichrichter selbst mit ihr in Verbindung setzen zu müssen und ihn dadurch unter Umständen mit Fremdgasen zu füllen. Aus diesem Grunde bringen die SSW an ihren Gleichrichtern mindestens noch einen Flansch zum Ansetzen des bekannten mechanischen Meßgerätes an, bei welchem das Vakuum dadurch gemessen wird, daß ein bestimmtes Quantum der im Gleichrichter vorhandenen Gasart komprimiert und daß aus dem Kompressionsdruck das Vakuum rückwärts bestimmt wird. Vielfach wird ein solches Meßgerät gleich dauernd mitangebaut. Die es Gerät dient somit nicht zur eigentlichen Betriebsführung, sondern lediglich zu gelegentlichen Kontrollen. So wird es z. B. verwendet, das Leitungsvakuum zu messen, ehe der Kesselhahn geöffnet wird.

Die Grundschaltungen, Eigenschaften und Strom- und Spannungskurven des Gleichrichters sind in der Literatur schon so oft besprochen worden, daß hier nicht nochmals darauf eingegangen werden soll; hingewiesen sei nur noch darauf, daß sich die eigenartigen Stromformen auch ins Netz fortpflanzen. Diese eigenartigen Stromformen haben etwas ungünstige Einflüsse auf Netz und Generatoren sowie auf Störungsverhältnisse gegenüber Schwachstromanlagen, über welche noch weiter gesprochen werden soll. Jedenfalls muß man sich bewußt sein, daß, wenn eine Gleichrichteranlage ausschließlich von einer Zentrale gespeist wird, sie die Sinuswelle recht störend beeinflußt.

Die Abb. 28 stellt den wichtigen Wirkungsgradvergleich zwischen Gleichrichtern und übrigen Umformern vor, woraus die Überlegenheit des Gleichrichters im Wirkungsgrade gegenüber diesen Maschinenarten hervorgeht, besonders bei Teillasten. Diese Eigenschaft ist es, die den „Betriebswirkungsgrad" von Gleichrichteranlagen um etwa 7 % gegenüber dem von Maschinenanlagen hebt.

Wir kommen nun zur Besprechung der Hauptschwierigkeit des Gleichrichters, zur Rückzündung.

Rückzündungen bestehen darin, daß die sogenannte Ventilwirkung des Gleichrichters dadurch verlorengeht, daß sich auf den Anoden Kathodenflecke ausbilden.

Hierauf haben die Schaltungen ebenfalls einen Einfluß, und ehe wir auf das weitere übergehen, werden wir zunächst diesen Einfluß besprechen.

Zunächst hat sich gezeigt, daß die Gleichrichteranlage mit möglichst großer Reaktanz versehen werden muß, wie alle modernen Anlagen bei der Größe der heute zur Verteilung gelangenden Leistungen. Beim Gleichrichter lag die Versuchung, die Reaktanz klein zu nehmen, besonders nahe, weil infolge seiner Eigentümlichkeit, den Gesamtstrom jeweils nur über eine Anode zu beziehen, schon eine verhältnismäßig kleine Transformatorenreaktanz einen verhältnismäßig großen Spannungsabfall gleichstromseitig ergab. In den Anfängen des Gleichrichterbaues betrug das Verhältnis zwischen gleichstromseitigem Spannungsabfall und Transformatorreaktanz ungefähr 2,5 . . . 3, so daß man z. B. für eine Transformatorreaktanz von 3 % bereits mit einem gleichstromseitigen Spannungsabfall von 7,5 . . . 9 % rechnen mußte. Wenn nun im Gleichrichter durch Rückzündungen Kurzschlüsse auftreten, so sind die Kurzschlußströme in den Transformatoren bei diesen kleinen Reaktanzen im allgemeinen zu hoch. Es gingen deshalb bald die Bestrebungen dahin, einen geringeren gleichstromseitigen Spannungsabfall zu erhalten, trotzdem die Transformatorreaktanz hoch ist. Dieses Mittel wurde, abgesehen von dem üblichen Vorschalten von Reaktanz-Drosselspulen in die Zuleitungen, die ja

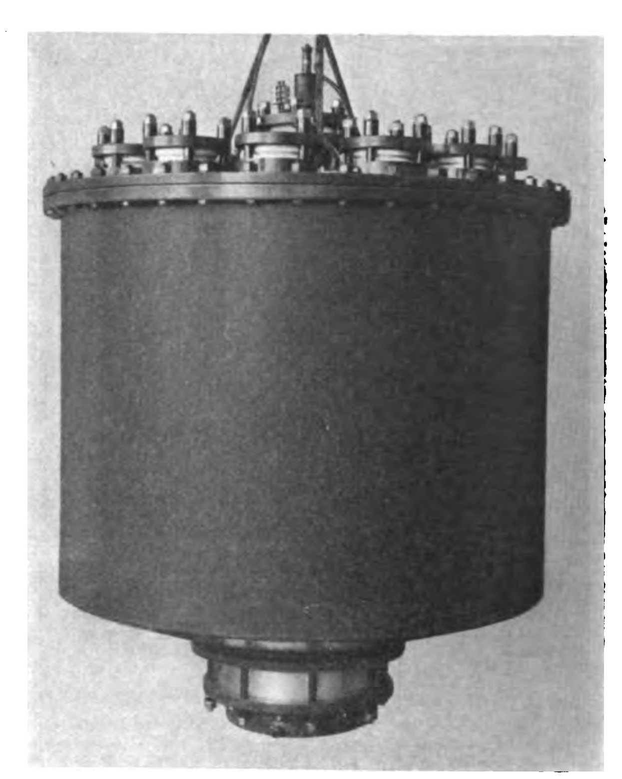


Abb. 22. Vakuumkessel zu Abb. 21.

zur Sicherung dieser Zuleitungen sowieso notwendig sind, in der sogenannten Stromteilung gefunden. Die Stromteilung bewirkt, daß der Strom nicht vorzugsweise aus einer, sondern aus zwei Anoden bezogen wird und daß beim Übergang auf die nächste Anode zeitweilig sogar drei Anoden mitwirken. Hierdurch geht im großen und

ganzen die Belastung der Sekundärphase des Transformators auf die Hälfte herab, und damit war es gestattet, dem Transformator eine größere Reaktanz zu geben. Auf diese Weise ist man von dem vorher genannten Verhältnis 2,5 ... 3 zu dem Verhältnis 1,1 ... 1,4 gekommen, so daß, wenn man heute einen Spannungsabfall von 7,5 % auf der Gleichstromseite zulassen kann, es bereits möglich ist, einen Transformator von mehr als 5 % Reaktanz zu verwenden. Damit ist natürlich die Kurzschlußsicherheit für

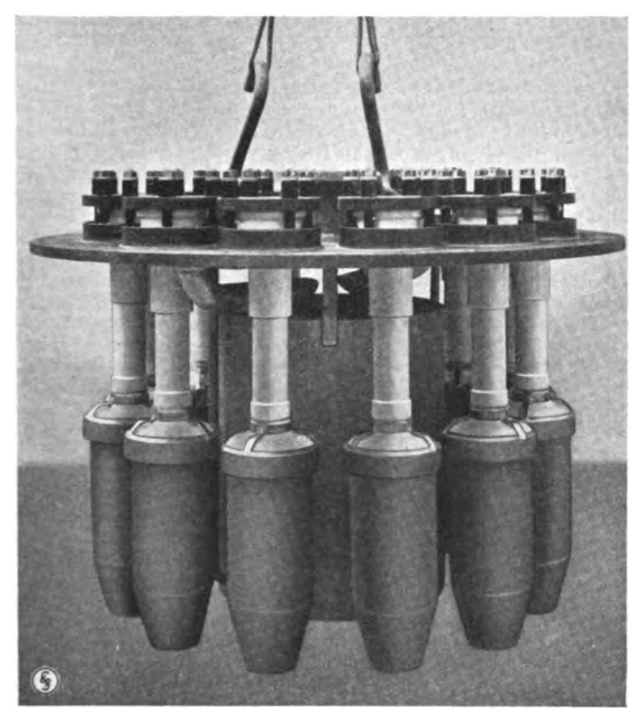


Abb. 23. Anoden zu Abb. 21.

die Anlagen und die Verhütung von Schädigungen, welche eintreten im Falle von Rückzündungen, weitaus verbessert worden.

Einrichtungen, um den Strom auf mehrere Anoden zu verteilen, sind eine ganze Anzahl bekannt geworden. Im Gleichrichtergefäß wenden sich die Elektronen stets derjenigen Anode zu, welche die höchste Spannung besitzt.

in die Spannung eine dritte Harmonische hineingebracht wird. Die weiterhin beschriebenen Schaltungen haben alle die Eigentümlichkeit gemeinsam, daß sie eine dritte Harmonische erzeugen können. Die einfachste Anordnung, mit welcher die zusätzliche Erzeugung einer dritten Harmonischen möglich ist, ist bekanntlich der einfache Manteltransformator mit der Bedingung einer primären Sternschaltung. Dies ist in Abb. 29 unter 1 dargestellt. Speist man einen Gleichrichter aus einem solchen Manteltransformator mit Primär-Sternschaltung, so beteiligen sich größtenteils zwei Anoden an der Stromlieferung, und die gestellte Anforderung ist erfüllt. Diese Schaltung ist vielfach angewendet worden, und wenn sie nicht immer verwendet wird, so geschieht dies aus folgendem Grunde:

Die Ausbildung der dritten Harmonischen erfolgt erst unter dem Einfluß der Belastung. Bei Leerlauf ist sie nicht vorhanden. Da sie eine Änderung der Spannungsform, und zwar vor allem eine Erniedrigung der Amplitude der ursprünglichen Sinusform bewirkt, so wird die vom Transformator gelieferte Spannung um den Betrag, um den sich die Höhe des Trapezes gegenüber der Höhe der Sinuskurve unterscheidet, grundsätzlich kleiner. Diese Spannungsverminderung von 13 ... 15 % kann man selbstverständlich durch die Wahl der Windungszahlen an und für sich ausgleichen, jedoch nicht bei Leerlauf. Geht daher die Belastung des Gleichrichters auf Leerlauf zurück, so findet von einer bestimmten Belastung an nicht mehr die genügende Ausbildung der dritten Harmonischen statt, welcher ja ein magnetischer Fluß im Transformator entsprechen muß und daher ein Anstieg der Spannung, welcher ungefähr 13 ... 15 % beträgt. Dieser Anstieg ist ein gewisser Nachteil aller dieser Stromverteilungschaltungen, der jedoch nicht so schwer wiegt wie ihre Vorteile, weil die Belastung natürlich immerhin selten auf vollkommenen Leerlauf gelangt. Die Annäherung desjenigen Punktes, an welchem der Spannungsabstieg beginnt, möglichst nahe an den Leerlauf zu bringen, ist jedoch das Bestreben, und diese Annäherung hängt davon ab, wieviel Amperewindungen man zur Erzeugung des Flusses, der der dritten Harmonischen entspricht, verbraucht. Erzeugt man nun diesen Fluß im Haupttransformator selbst, wie es beim Manteltransformator geschieht, dann braucht man verhältnismäßig viel Amperewindungen dafür, weil der Transformator groß ist. Es ist daher zweckmäßig, die Erzeugung der dritten Harmonischen in einen für sich hergestellten Apparat zu verlegen. Dieser Weg wurde erstmalig durch die Firma BBC mit der sogenannten Saugdrosselspule begangen, deren Schaltung im zweiten Bilde der Abbildung dargestellt ist. Der Vorteil dieser Schaltung liegt also im wesentlichen darin, daß infolge der viel kleineren Type, welche die Saugdrosselspule gegenüber dem Haupttransformator besitzt, der zu ihrer Magnetisierung erforderliche Amperewindungsbetrag auch heruntergeht. Man erreicht daher mit der Saugdrosselspule schon sehr bald nach dem Leerlauf die gewünschte Spannung. In Fällen, wo nunmehr noch der vollkommene Leerlauf eintritt, kann man jetzt leicht, auch automatisch, irgendeine Hilfsbelastung



Abb. 24. Kathode zu Abb. 21.

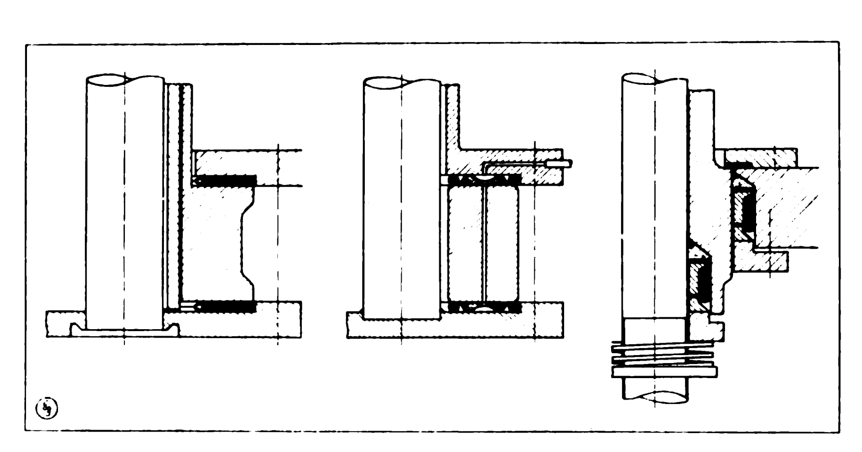


Abb. 25. Wichtigste Dichtungen.

Daher übermittelt bei der Zuführung einer sinusförmigen Spannung immer nur hauptsächlich eine Anode den Gesamtstrom. Sollen also zwei Anoden in Tätigkeit sein, so darf die dem Gleichrichter zugeführte Spannung nicht mehr sinusförmig sein, sondern die Spannung muß mehr trapezförmig aussehen. Bekanntlich verwandelt sich die Sinusform annäherungsweise in eine Trapezform, wenn

einschalten, welche stets diese Mindestbelastung ergibt. Man kann die gleiche Wirkung auch noch durch andere Schaltungen erreichen, welche mit den bisher genannten Schaltungen zwar das gleiche Prinzip zur Erzeugung einer dritten Harmonischen gemeinsam haben, jedoch ganz andersartige Lösungen vorstellen. Eine solche Lösung ist in der Abbildung unter 3 dargestellt, wie sie von den SSW



verwendet wird, die sogenannten Stromteiler. Abb. 30 zeigt nun, wie die Anodenspannung mit (unten) und ohne (oben) Stromteilung aussieht. Man erkennt deutlich die Überführung der anfänglichen Sinusform in eine abgeplattete Form. Abb. 31 zeigt die entsprechenden Ströme der Anoden. Man erkennt wiederum deutlich die bedeutende Abnahme des Anodenstromes durch die Stromteilung und gleichzeitig die Verteilung auf jeweils zwei, zum Teil auch auf drei Anoden. Abb. 32 endlich zeigt die Spannungsabfälle ohne und mit Stromteilung. Hier ist besonders hinzuweisen auf die 15 % Spannungserhöhung ganz in der Nähe des Leerlaufs und die Abnahme des Effektivwertes des Anodenstromes vom Werte 0,41 Jg ohne, auf 0,29 Jg mit Stromteilung. Ferner sei erwähnt, daß die Stromteilung nicht nur gestattet, die Transformatorenreaktanz zu erhöhen, sondern daß gleichzeitig die Transformatortype herabgesetzt werden konnte. Es ist bekannt, daß ein Gleichrichter, welcher die Leistung 100 % abgibt, einen wesentlich größeren Transformator, in kVA gemessen, benötigt, nämlich unter gewöhnlichen Umständen einen Transformator von 170 % kVA, mit Stromteilung jedoch nur von ungefähr 150 %. Endlich verdient erwähnt zu werden, daß die Verteilung des Stromes auf jeweils zwei Anoden auch für die Anoden des Gleichrichters selbst günstig ist, indem die Erhitzung der Dampfstrecken und die spezifische Belastung der Anoden heruntergeht und damit auch in dieser Beziehung die Rückzündungsicherheit des Gleichrichters steigt.

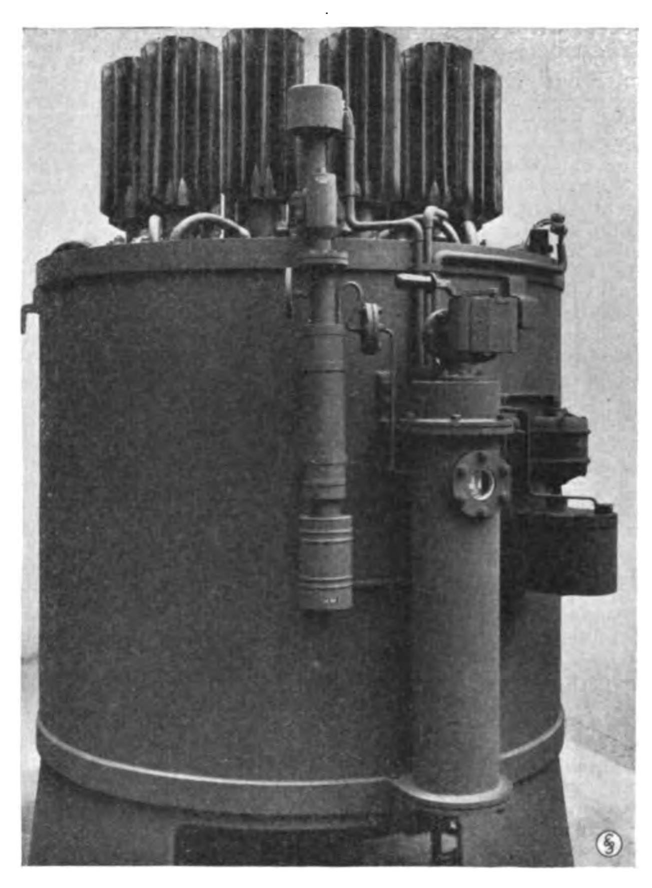
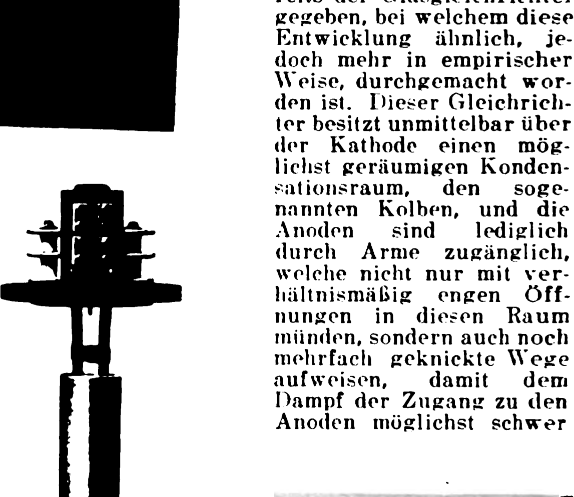


Abb. 26. Anbau der Dampfpumpe und Vakuumhaltung bei Gleichrichtern der SSW.

Wir kommen nunmehr auf diejenigen Verhältnisse zu sprechen, welche innerhalb des Gleichrichters die Eindämmung der Rückzündungen gestatten. Es sei vorausgeschickt, daß zahlreiche Einflüsse bereits in den Anfängen der Gleichrichterentwicklung zur Abwehr der Rückzündungen bekanntgeworden sind. Wir nennen hier den möglichst niedrigen Hg-Druck, die Freiheit des Hg-Dampfes von Restgasen, die Verhütung von Quecksilberbespritzung der Anoden aus der Kathode, von Bestrahlung mit ultraviolettem Licht, Einflüsse, die bereits längst beachtet werden. Dahin zählt auch die Kühlung zur Herabsetzung des Quecksilberdampfdruckes. Die Erhöhung der Gleichrichterleistung verdankt man nun insbesondere der Weiterbildung der richtigen Dampfführung und Kühlung. Es hat sich herausgestellt, daß es **unbedingt notwendig** ist, daß nicht nur der **mittlere** Quecksilberdampfdruck ein genügend tiefes Maß erreichen muß, sondern daß auch der **örtliche** Druck niedrig sein muß, daß also eine bestimmte Art der Führung des Dampfes notwendig ist, in dem Sinne, daß der Dampf möglichst rasch von den Anodenräumen weggeführt wird, und daß keinerlei Dampfwirbelungen oder Dampfdruckstöße entstehen können. Berechnungen, welche von der physikalischen Seite aus über die Dampfströmungsgeschwindigkeiten aufgestellt worden sind, haben ergeben, daß die Quecksilberdämpfe in diesem hohen Vakuum mit ungefähr 200 m/s zu strömen in der Lage sind. Man kann sich infolgedessen vorstellen, daß das Innere eines derartigen Gleichrichters von heftigen turbulenten Strömungen ausgefüllt ist. Wenn der Dampf dabei auf Widerstände stößt, dringt er leicht in die Anodenräume ein, trotzdem diese durch Umhüllungszylinder geschützt sind, und erhöht so den örtlichen Druck gerade vor den Anoden. Die Aufgabe des Gleichrichterbaues besteht nun darin, den Dampf möglichst sofort über der Kathode zu erfassen und ihn möglichst widerstandsfrei wegzuführen, und zwar ist dies deshalb notwendig, weil, wie ebenfalls bekannt ist, in der Quecksilberdampfentladung ungefähr 20mal so viel Dampf erzeugt wird, als wie für elektrische Überführung des Stromes an elektrisiertem Dampf erforderlich ist. Infolgedessen haben sich beim modernen Gleichrichterbau als wichtige Gesichtspunkte ergeben: Die Verminderung der Dampferzeugung auf ein Minimum durch Kathodenkühlung, die richtige Dampfführung und die beste Kondensation. Ein gewisses Vorbild für diese Art der Dampfführung hat bereits der Glasgleichrichter gegeben, bei welchem diese Entwicklung ähnlich, jedoch mehr in empirischer Weise, durchgemacht worden ist. Dieser Gleichrichter besitzt unmittelbar über der Kathode einen möglichst geräumigen Kondensationsraum, den sogenannten Kolben, und die Anoden sind lediglich durch Arme zugänglich, welche nicht nur mit verhältnismäßig engen Öffnungen in diesen Raum münden, sondern auch noch mehrfach geknickte Wege aufweisen, damit dem Dampf der Zugang zu den Anoden möglichst schwer gemacht wird. Diese Grundsätze muß man im Groß-Gleichrichterbau befolgen. Es weichen in dieser Beziehung die Bauweisen der einzelnen Firmen beim Großgleichrichter noch heute erheblich voneinander ab. Während die Glasgleichrichter bekanntlich von allen Firmen heute bereits in







a *b*

Abb. 27 a u. b. Vakuum-Meßgerät der SSW

fast gleicher Form gebaut werden, so dürfte es noch längerer Entwicklungsarbeit bedürfen, bis sich die Form des Großgleichrichters endgültig so herausgebildet hat, daß in der Dampfführung und der Kondensation das beste geleistet wird. Deshalb soll im folgenden die Ausführungsform der SSW besprochen werden. Der Kolbenraum des Glasgleichrichters ist hier ersetzt durch ein System von hier unmittelbar über der Kathode eingebauten ringförmigen Kühlern, welche den aus der Kathode geschossenen Dampf

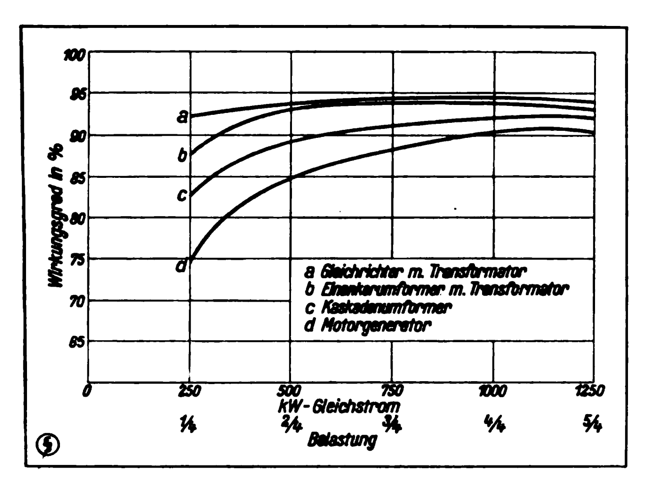


Abb. 28. Wirkungsgradvergleich der verschiedenen Drehstrom-Gleichstrom-Umformer.

möglichst schnell auffangen und gleichzeitig abkühlen. Die Kühler sind bereits derartig angeordnet, daß sie dem Dampf schon möglichst den Zugang zu den Anodenräumen versperren. An diesen Kühlern erfolgt noch keine Kondensation, sondern nur eine Rückkühlung. Damit nun diese Kühler nicht etwa den Dampf wieder zurückprallen lassen, nachdem die zwischen ihnen befindlichen Räume gefüllt sind, schließen diese Kühler nicht an den Deckel des Apparates an, sondern lassen dort einen Raum frei,

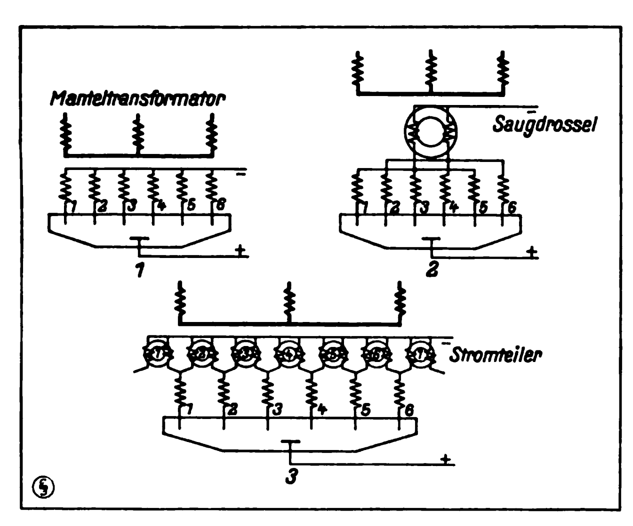


Abb. 29. Transformator-Schaltungen mit Stromteilung.

durch welchen sich der Dampf seitlich ausbreiten und nunmehr zu den eigentlichen Kondensflächen gelangen kann. Erst hier findet die eigentliche Kondensation statt. Da der Dampf hier nun in weitere Räume von größerem Volumen, wo noch dazu Kondensation stattfindet, expandieren kann, so ist eine Rückstauung des Dampfes nicht mehr möglich. Versuche haben ergeben, daß diese Konstruktion das wesentliche zur Erhöhung der Gleichrichterleistung ist, und es steht zu hoffen, daß man durch Verfeinerung der Konstruktion in dieser Richtung noch weitere Fortschritte machen wird. Die Konstruktion ist gleichzeitig so geartet, daß das Herabfallen von Quecksilbertropfen vermieden wird, eine Notwendigkeit, die übrigens auch eine der ältesten Anforderungen ist. Abb. 33 stellt ein Bild der Dampfströmung dar. Der aus der Kathode geschossene Dampf begibt sich in seiner Hauptmasse in die ringförmigen Kühler und breitet sich oberhalb dieser zur Kondensation aus. Ein gewisser Teil erreicht die in der Nähe der Kathode befindlichen, mit Wasser gekühlten Bodenflächen des Apparates, welche sich als bestwirksam herausgestellt haben, und nur ein kleinerer Teil des Dampfes tritt in die Anodenräume ein.

Ein weiteres Mittel zur Bekämpfung der Rückzündungen hat sich durch den Einbau metallener Flächen in die Anodenräume ergeben. Die Vorschläge, derartige Flächen in die Anodenräume einzubauen, sind schon sehr alt, und in einer ganzen Anzahl sowohl deutscher wie amerikanischer Patentschriften niedergelegt. Die Erkenntnis, wieso derartige Einbauten wirken, ist jedoch erst der neueren Zeit vorbehalten gewesen, obwohl die Tatsache, daß sie günstig wirken, in einigen jener Patentschriften bereits als empirisch gefunden ausgesprochen worden ist. Die Wirkungsweise[4] ist folgende:

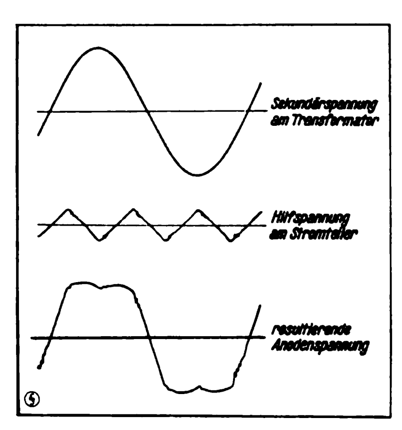


Abb. 30. Anodenspannungen mit und ohne Stromteilung.

Nachdem der Hauptstrom ein Anodenrohr passiert hat, findet man, daß damit die Vorgänge in diesem Anodenrohre noch nicht beendet sind, trotzdem der Betriebstrom dort tatsächlich schon längere Zeit Null geworden ist. Es befindet sich in dem Rohr eine schwach nachleuchtende Dampfwolke, und man bemerkt, daß diese Dampfwolke allmählich verschwindet. Ist ein Gleichrichter wenig belastet, so ist die Dampfwolke in dem Anodenrohr noch nicht zu sehen. In der Regel treten dann auch im Gleichrichter bekanntlich Rückzündungen gar nicht auf, außer wenn Fehler in der Konstruktion vorliegen. Mit zunehmender Belastung beobachtet man, daß die Dampfwolke allmählich bis zur Anode vorrückt. Wenn sie schließlich zu stark geworden und in zu nahe Berührung mit der Anode gekommen ist, dann beobachtet man das Auftreten von Rückzündungen. Es kommt nun darauf an, diese offenbar schädliche Dampfwolke, die nach dem Durchgang des Hauptbogens im Gleichrichterarme oder in den Anodenräumen noch vorhanden ist, un-

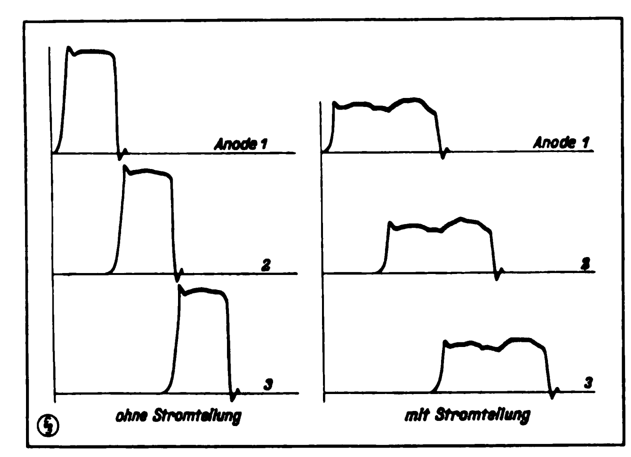


Abb. 31. Anodenströme mit und ohne Stromteilung.

schädlich zu machen. Hierzu haben sich zwei Mittel gefunden. Einesteils kann diese Dampfwolke durch die Kondensation und Dampfführung mechanisch beeinflußt und abgesaugt werden. Dadurch steigt die Rückzündungsicherheit des Apparates. Man kann sie ferner, da sie sich auch in elektrischem Zustande befindet, durch metallene Flächen zerteilen und neutralisieren. Sie

[4] Der Vortragende erläuterte diese Vorgänge durch einen an Glasgleichrichtern mit und ohne Kühlung sowie mit und ohne eingebauten Flächen aufgenommenen Film.



ist überhaupt durch benachbarte Wände bereits beeinflußbar. Man kann beobachten, daß diese Dampfwolke den Arm nicht vollständig ausfüllt und ebenso einen gewissen Abstand von der Anode hat, deshalb, weil bereits dort Neutralisationen der Wolke stattfinden. Diese kann man nun unterstützen durch den Einbau von metallenen Flächen, welche nicht einmal von außen her an Spannungen angeschlossen zu sein brauchen. Man kann dann sehen, daß die Dampfwolke vor der Anode bald nicht mehr vorhanden ist. Es zeigt sich eine bemerkenswerte Steigerung der Rückzündungssicherheit durch diese Einrichtung.

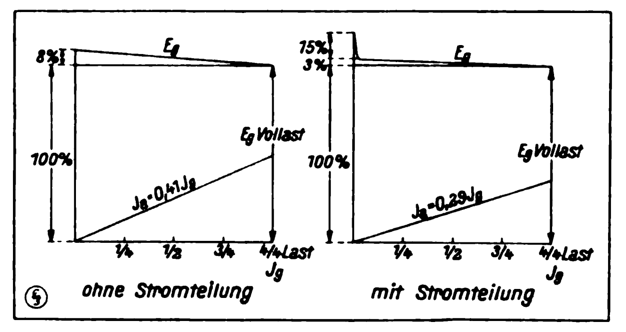


Abb. 32. Spannungsabfall mit und ohne Stromteilung.

Wir kommen endlich noch zu der Bekämpfung der Folgen der Rückzündungen durch äußere Mittel.

Durch Unvorsichtigkeiten in der Bedienung des Gleichrichters wird es an sich immer möglich sein, eine Rückzündung hervorzurufen, z. B. durch Eindringen der äußeren Luft. Für solche Fälle muß die Anlage außer durch die Reaktanz des Transformators noch durch geeignete Schaltmittel gegen die Wirkung der Kurzschlüsse, die dann eintreten, gesichert sein. Wir erwähnten bereits vorhin die Einbringung von Schutzdrosselspulen. Ein ferner wirksames Mittel zur Erweiterung der Rückzündungsicherheit sind Schnellschalter, insbesondere Rückstromschnellschalter, welche in dem Gleichrichter-Stromkreis

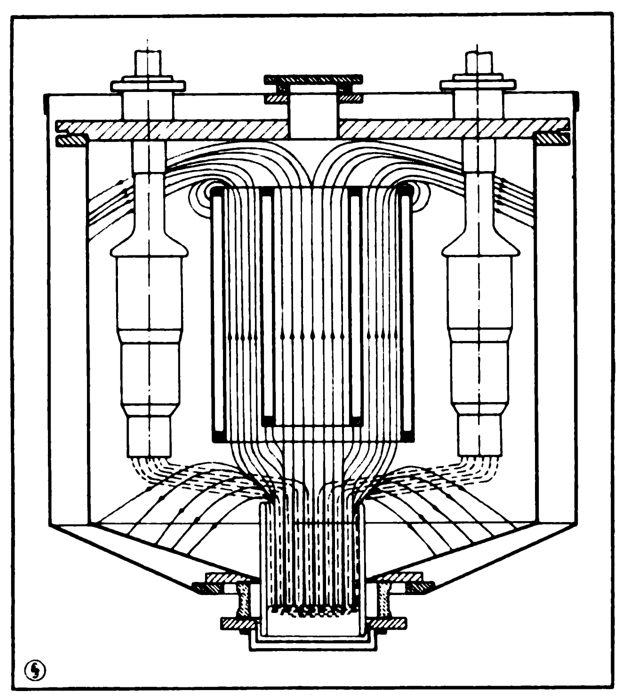


Abb. 33. Dampfströmung im Großgleichrichter der SSW.

angebracht werden. Gerade der Gleichrichter hat den Anstoß dazu gegeben, daß derartige Apparate mit den außerordentlich kurzen Schaltzeiten von etwa 5 Millisek. entwickelt wurden und sich recht gut bewährt haben. Sie sind zwar nicht so sehr zum Schutze der Gleichrichter nötig, weil es kaum im Gleichrichter noch Teile gibt, die durch eine Rückzündung verletzt werden können, und weil auch die Transformatoren bei möglichst hoher Reaktanz kurzschlußsicher gebaut werden können. Aber sie vermeiden, daß bei Eintreten von Kurzschlüssen andere Maschinen oder Gleichrichter, welche mit ihnen zusammen arbeiten, außer Betrieb gerissen werden. Dieses ist der Hauptvorteil der Schalter, und infolgedessen sind sie überall, wo Parallelarbeit stattfindet, von großer Bedeutung.

Zum Schlusse möge noch auf eine Eigentümlichkeit des Gleichrichterbetriebes eingegangen werden, welche jetzt besonders häufig Gegenstand lebhafter Erörterungen ist, das ist die Beeinflussung von Schwachstrom- und Fernmeldeleitungen, also auch Fernsprechleitungen. Wie schon eingangs erwähnt, ähnelt der Gleichrichter einer Maschine mit sehr wenig Kollektorsegmenten, indem er keine absolut gleichmäßige, sondern eine wellenförmige Spannung abgibt. Es war schon erwähnt worden, daß bei der Speisung von Reihenschlußmotoren in den Fahrzeugen deren Selbstinduktion hinreicht, um den Strom im wesentlichen zu glätten. Dies verhindert aber nicht, daß die Spannung noch außerordentlich große Zacken aufweist. Meist tritt deutlich die aus der Frequenz 50 und der sechsphasigen Anordnung herstammende Oberwelle 300 hervor, die vorherrscht, während bei Belastung noch andere Wellen dazukommen. Die Untersuchung der durch den Gleichrichter verursachten Störungen in Schwachstromleitungen hat nun ergeben, daß es in den meisten Fällen nicht der bereits geglättete Strom ist, welcher die Störung verursacht, sondern es ist die Spannung. Die in der Spannung enthaltenen Oberwellen der Frequenz verursachen zusammen mit der Kapazität des Gleichstromnetzes gewisse Ladungsströme, welche sich induktiv zum Beispiel auf Fernsprechleitungen übertragen können und hierdurch die Störgeräusche verursachen. Gegenüber einer früheren Annahme, die Glättung des S t r o m e s hinreichend zu machen, um einen

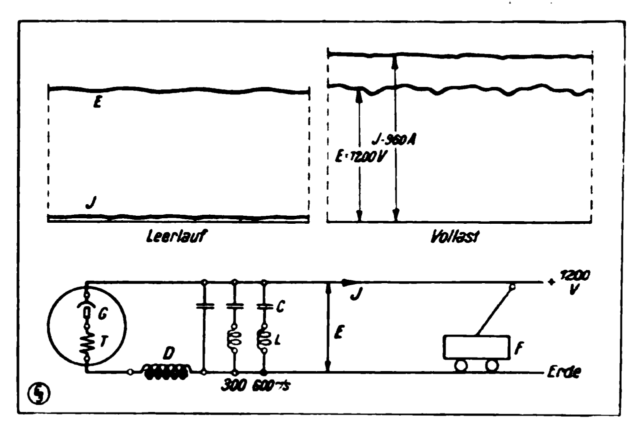


Abb. 34. Beseitigung von Obertönen nach Schaltung der SSW.

störungsfreien Betrieb zu sichern, war es eine wichtige Erkenntnis, daß man viel besser die S p a n n u n g glätten müßte. Dies ist klar, und es hat sich nun gezeigt, daß dies in einfacher Weise dadurch bewirkt werden kann, daß man durch Schwingungskreise, die auf die vorkommenden schädlichen Obertöne abgestimmt sind, Stromstärken der entsprechenden Frequenz herausziehen und durch eine Drosselspule *D* führen kann (Abb. 34), in welcher alsdann der Spannungsanteil der höheren Harmonischen aufgebraucht wird, so daß die Spannung geglättet erscheint. In der Abbildung ist die Schaltung und der Erfolg der Glättung links bei Leerlauf, rechts bei Vollast dargestellt.

Trotzdem auf diese Weise eine technische Lösung zur Beseitigung der Störungen ermöglicht war, ist doch zur Zeit ein lebhafter Kampf darüber entbrannt. Es sind nämlich die Einrichtungen, welche auf der Gleichrichterseite dazu erforderlich sind, keineswegs ganz einfach und billig. Zwar sind die Schwingungskreise, die man benötigt, noch verhältnismäßig billig, aber die Drosselspule, welche zur Aufzehrung der Spannung der höheren Harmonischen notwendig ist, ist deshalb teuer, weil gleichzeitig der gesamte Gleichstrom durch sie hindurchtreten muß. In Abb. 35 ist das Größenverhältnis zwischen einem 1000 A-Gleichrichter und der dazugehörigen Drosselspule bildlich dargestellt. Ganz allgemein kann man sagen, daß die Einrichtung einer Glättungsanlage ungefähr 15 % bis 25 % der Gleichrichteranlage selbst kostet. Diese schwerwiegende Belastung zu tragen, liegt natürlich nicht im Interesse derjenigen Konsumenten, welche Gleichrichteranlagen brauchen, und es ist deshalb der Kampf nach der Richtung entbrannt, daß man bemüht ist, diese Kosten entweder auf beide Parteien zu verteilen oder sie auf

diejenige Partei abzuwälzen, bei der sie ein Minimum erreichen. Es ist im Prinzip sehr leicht möglich, eine Schwachstromleitung so anzulegen, daß sie vom Gleichrichter nicht mehr auf induktivem Wege, und dies ist der meist vorkommende, beeinflußt werden kann. Da die Bahnanlagen die Geleise als Rückleitung benutzen, so ist natürlich in erster Linie notwendig, daß Schwachstromleitungen sich nicht der Erde als Hilfsmittel bedienen. Nach dieser Richtung gehen die Bestrebungen, bei der Post die Erdleitungen in solchen Fällen zu vermeiden. Dem steht gegenüber, daß auf Seite der Post die Anzahl der umzuändernden Leitungen meistens so groß ist, daß auch dort erhöhte Kosten entstehen. Bei der Bedeutung des Gleichrichters ist es notwendig, daß in dieser Frage zwischen beiden Parteien eine Einigung gefunden wird, denn es ist ausgeschlossen, daß lediglich aus dem Grunde heraus, weil die Schwachstromleitungen früher vorhanden waren, eine so wichtige neue technische Errungenschaft wie der Gleichrichter unmöglich gemacht wird, und ebenso ist es ausgeschlossen, daß für Bahnanlagen die Benutzung der Schienenrückleitungen in der Erde verhindert wird. In welcher Richtung diese Lösung gefunden wird, kann heute noch nicht bestimmt gesagt werden.

Schließlich sind noch einige Worte zur Wirtschaftlichkeit der Umformer oder Gleichrichteranlagen zu sagen. Bei

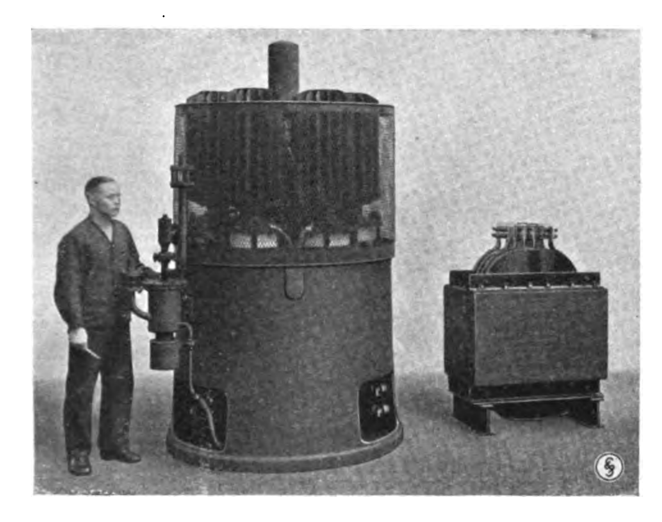


Abb. 35. Gleichrichter mit Drosselspule der SSW zur Beseitigung von Obertönen.

verschiedenen Gelegenheiten, so auch bei Bearbeitung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen (**Abb. 36 und 37**), sind Untersuchungen darüber angestellt worden, ob eine Speisung irgendeiner Bahn mit Umformern oder mit Gleichrichtern in den Kosten für Anlage und Betrieb sich billiger stellt. Meist ist dabei herausgekommen, daß die Anlagekosten die gleichen waren, wenn man von der Phasenverbesserung, Belastung der Leitungen und Kraftwerke und den Mitteln zur Beseitigung der Telephonstörungen absieht. Hinsichtlich der Betriebskosten, abgesehen vom Wirkungsgrad, konnte endgültiges noch nicht gesagt werden, da die Gleichrichteranlagen noch nicht lange genug bestehen, um einen Anhalt zu geben und etwaige Wiederherstellungsarbeiten meist vom Lieferer selbst besorgt wurden. Obwohl es Gleichrichter gibt, die zehn Jahre und mehr anstandslos gelaufen sind, so muß doch damit gerechnet werden, daß auch die Gleichrichter Kosten für Unterhaltung verursachen und man sich auf letztere wird einzustellen haben. Man geht aber wohl kaum fehl, wenn man annimmt, daß die Gesamtkosten wahrscheinlich in beiden Fällen, Umformer oder Gleichrichter, die gleichen sein dürften, ja vielleicht ein Minus zugunsten letzterer eintreten dürfte. Auch bei der Elektrisierung der Stadtbahn haben sich ähnliche Verhältnisse bei Aufstellung der Anlagekosten ergeben, dagegen muß vorläufig offenbleiben, wie es mit den Betriebskosten stehen wird.

Als Schlußergebnis der Betrachtung wird man im großen und ganzen schließlich folgendes sagen müssen:

1. Es ist noch nicht völlig entschieden, ob Umformer oder Gleichrichteranlagen für Bau und Betrieb in den Kosten vorteilhafter sind.
2. Es scheint, als ob die Anwendung der Gleichrichter bequemer und vorteilhafter ist als die der Umformer, weil erstere ruhende Apparate sind wie die Transformatoren, ihre Verteilung leichter bewirkt werden kann und ihr Wirkungsgrad besser ist. Sie sind gewissermaßen die Gleichstromtransformatoren. Rückarbeiten aber ist mit Gleichrichtern nicht möglich.

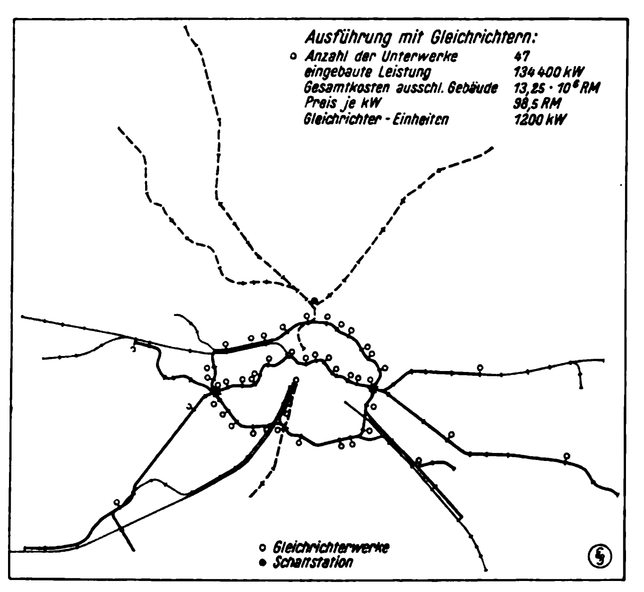


Abb. 36. Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen; Ausführung der Unterwerke mit Gleichrichtern.

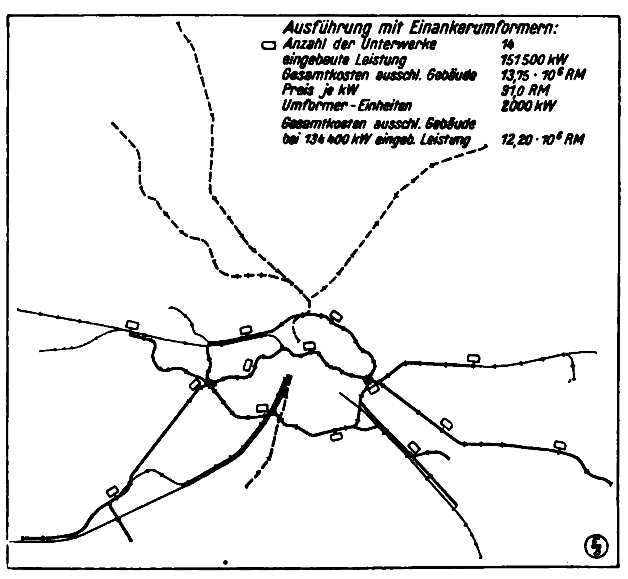


Abb. 37. Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen; Ausführung der Unterwerke mit Einankerumformern.

3. Die Entwicklung bei den Maschinen erscheint als abgeschlossen, während die Gleichrichter noch entwicklungsfähig sind. Die Grenze der Entwicklung der Gleichrichter liegt höher als die der Umformer. Jedenfalls können zur Zeit mit beiden Mitteln alle Bedürfnisse sowohl der Deutschen Reichsbahn für ihre Vorortbahnen als auch ganz allgemein von Vollbahnen befriedigt werden.
4. Welche Bedeutung andre Arten von Gleichrichtern, die ohne Gase arbeiten (Glühkathodenröhren, Trockengleichrichter), für Bau und Betrieb von Bahnen erlangen und bis zu welcher Größe sie anwachsen werden, ist noch nicht zu übersehen.



Neue Wechselstrom-Triebwagen für Schnellverkehr.

Von Reichsbahnrat **H. Matthies** und Reichsbahnbauführer **W. Gernß,** Berlin.

Übersicht. **Es wird eine neue Bauart von elektrischen Triebwagen für Wechselstrom von 15 000 V und 16⅔ Hz beschrieben, die in erster Linie für einen Schnellverkehr zwischen Halle und Leipzig bei 100 km/h größter Fahrgeschwindigkeit, zugleich jedoch als eine für die sonst für Triebwagen in Betracht kommenden Verwendungszwecke im Nah- und Fernverkehr gleichmäßig geeignete Einheitsbauart entwickelt ist.**

Um dringenden Wünschen zur Verbesserung der Fahrgelegenheiten auf den mitteldeutschen elektrisierten Strecken, namentlich zwischen den benachbarten Großstädten Halle und Leipzig, abzuhelfen, hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft einen neuen Triebwagen für 100 km/h größte Fahrgeschwindigkeit entwickelt, der insofern bemerkenswert ist, als der Wagen sowohl den Anforderungen des Nahverkehrs zwischen benachbarten Städten, der etwa einem Vorortverkehr gleichkommt, als auch denen des Fernverkehrs voll gerecht wird, und bei dem sämtliche, bisher mit Wechselstromtriebwagen gemachten Erfahrungen nach Möglichkeit verwertet worden sind. Zunächst wurden 6 Triebwagen beschafft. Mit diesen wird ein Schnellverkehr zwischen Leipzig und Halle — der Regel nach durch Züge aus 2 Triebwagen — bedient; daneben wird durch Personenzugfahrten mit anderer, auch durch Beiwagen verstärkter Zusammenstellung auch der Verkehr auf der Strecke Leipzig—Bitterfeld—Dessau verbessert. Verstärkung der Züge auch für die Schnellfahrten ist ebenfalls möglich und anläßlich der Leipziger Frühjahrsmesse bereits durchgeführt worden.

In der Ausbildung des Wagenkastens ähnelt der Triebwagen stark einem D-Zug-Wagen. Er ruht auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, deren Drehzapfenabstand 16 000 mm beträgt. Den Grundsätzen des neuzeitlichen Personenwagenbaus entsprechend ist der Wagenkasten mit Tonnendach, ganz in Eisenkonstruktion ausgeführt und zugleich als Tragwerk benutzt. Er ist hierbei so durchgebildet, daß er ohne Ab- und Ausbau irgendwelcher Teile von den Drehgestellen abgehoben werden kann.

Beim Entwurf wurde besonderer Wert darauf gelegt, und es ist einwandfrei gelungen, die gesamte maschinelle Ausrüstung unter dem Wagenfußboden unterzubringen, so daß der Innenraum ungeschmälert für die Bedürfnisse des Verkehrs zur Verfügung steht. Seine Einteilung zu diesem Zweck wird durch die Prinzipskizzen in Abb. 1 veranschaulicht. Das Wageninnere umfaßt 3 Abteilungen, die jeweils wieder in 2 bzw. 4 Abteile aufgeteilt sind und 16 Sitzplätze 2. sowie 50 Sitzplätze 3. Klasse enthalten. In der Wagenmitte ist ein Abort mit Wascheinrichtung eingebaut. Doppelte Einstiegflure an beiden Wagenenden mit entsprechend angeordneten Klapptüren machen den Wagen sowohl für Massenbeförderung im Nahverkehr wie auch für Fernverkehr mit Beförderung von Reisegepäck geeignet, wofür je nach Benutzung der vorhandenen Abschlußtüren ein kleinerer oder größerer Raum neben dem Führerstand abgetrennt und eine 1 m weite, zweiflüglige Tür als Ladeöffnung benutzt werden kann. Der neben dem Führerstand an den Wagenenden liegende Raum dient zugleich für den Zugbegleiter. Eine Stirnwandtür, die auch über ein Trittbrett von außen erreichbar ist, ermöglicht dem Personal sowohl den unmittelbaren Zugang zu den vorerwähnten Räumen als auch den Übergang zum nächsten Wagen. Der Führerstand (Abb. 2 und 3) enthält alle nötigen Apparate in übersichtlicher, handlicher Anordnung; er ist für seine Zwecke geräumig, mit Sitzgelegenheit und mit Kocheinrichtung versehen. Den Fahrgästen ist der Führerstand keinesfalls zugänglich. Der Begleiterraum ist mit Klappsitzen und einem umklappbaren Schreibtischchen für den Zugbegleiter ausgerüstet und, wenn er nicht für diesen oder als Gepäckraum in Anspruch genommen wird, den Fahrgästen freigegeben.

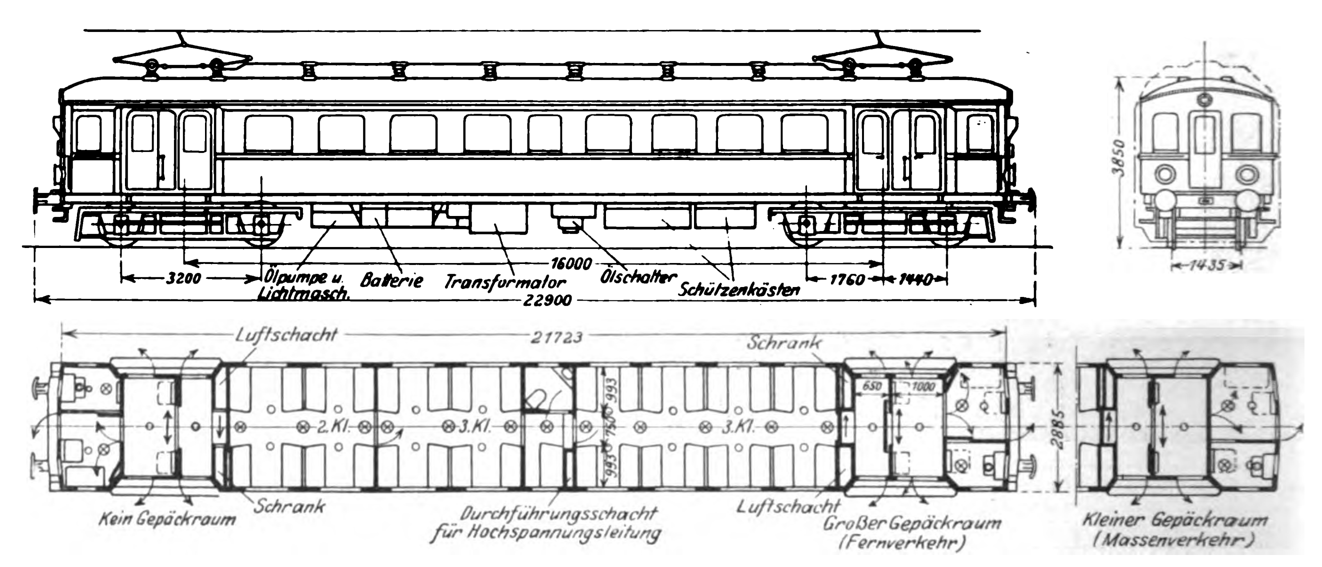


Abb. 1. Gesamtanordnung.

Auf geschmackvolle Innenausstattung ist sowohl für die 2. wie für die 3. Klasse Wert gelegt (vgl. Abb. 4 u. 5). In beiden Klassen ist im mittleren Teil des Tonnendaches eine kassettenartig gegliederte Scheindecke eingezogen, in deren Feldern die Beleuchtungskörper und Luftsauger verteilt sind. Die Rückenlehnen der Bänke sind nur bis Kopfhöhe geführt und nicht gegen das Dach abgestützt, um die Raumwirkung nicht zu beeinträchtigen. Die Gepäcknetze sind an den Längswänden angeordnet. Die 2. Klasse ist ähnlich wie in den neuen Wagen für die Berliner Stadtbahn in Mahagoni mit blaugrauem Plüschpolster ausgeführt.

Um dem Wagen gleich gute Laufeigenschaften in beiden Fahrrichtungen zu sichern, wurde für die Hauptteile der elektrischen Ausrüstung eine möglichst symmetrische Verteilung gewählt, weshalb der Transformator etwa in Wagenmitte und je einer der beiden Fahrmotoren in jedem Drehgestell untergebracht ist. Bei der Bauart der Drehgestelle war auf die große Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h und auf die bedeutenden Seitenkräfte Rücksicht zu nehmen, welche die schweren Massen der Motoren erfahrungsgemäß auf die Drehgestellrahmen ausüben. Die Drehgestelle sind hiernach mit einer Wiege ausgerüstet, die im wesentlichen einer bei D-Zug-Wagen bewährten Bauart entspricht. Sie hängt an ziemlich steil stehenden

Pendeln im Drehgestellrahmen. Die Längsträger des Drehgestells sind in Profileisen doppelwandig ausgeführt. Zwischen beiden Wandungen liegt über jeder Achsbuchse ein Ausgleichbalken, der über starke Wickelfedern den Achsdruck auf den Drehgestellrahmen überträgt.

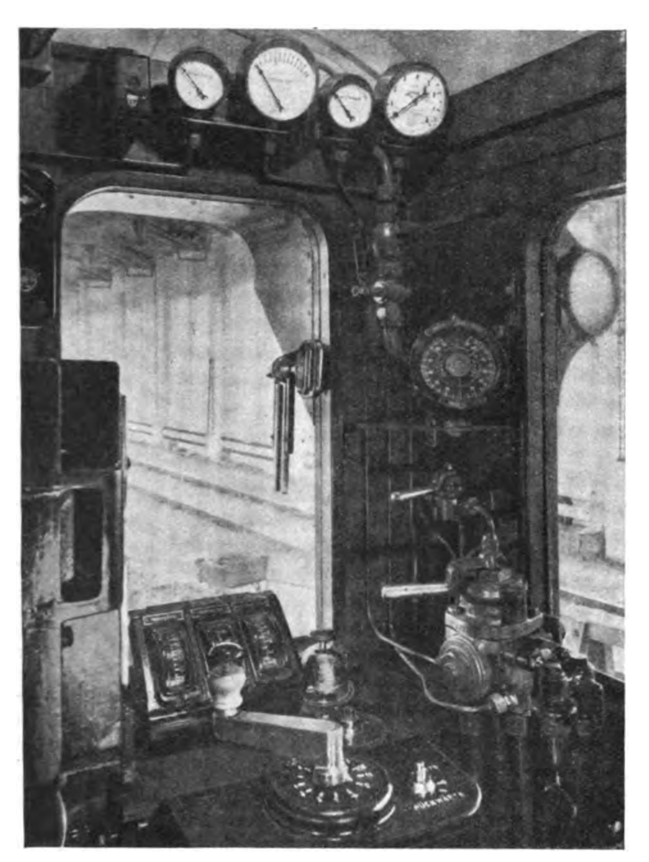


Abb. 2. Führerstand.

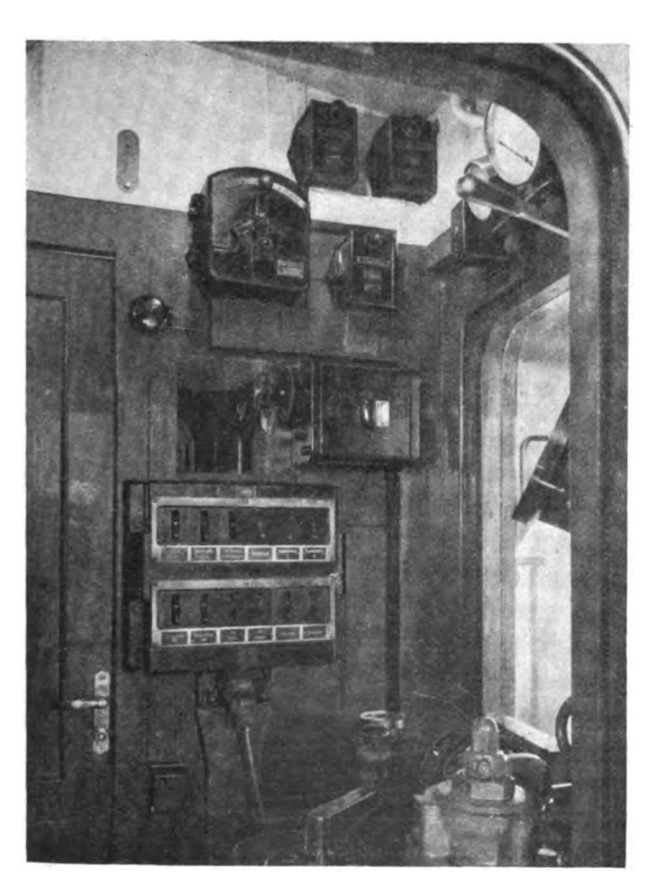


Abb. 3. Führerstand.

Die Übertragung der Motorleistung auf die Achse erfolgt durch beiderseitig angeordnete Zahnradgetriebe mit gefedertem großem Zahnrad. Als Achslager sind Rollenlager der S. K. F. Norma verwendet, die mit beiderseitigen Backen an den Achslagergleitplatten geführt sind. Um die Rollenlager gegen Stromdurchgang zu schützen, ist eine Kupferverbindung von der Erdklemme des Transformators zu den Motorgehäusen geführt, von wo der Strom über die Tatzenlager unmittelbare Ableitung zur Treibachse findet.

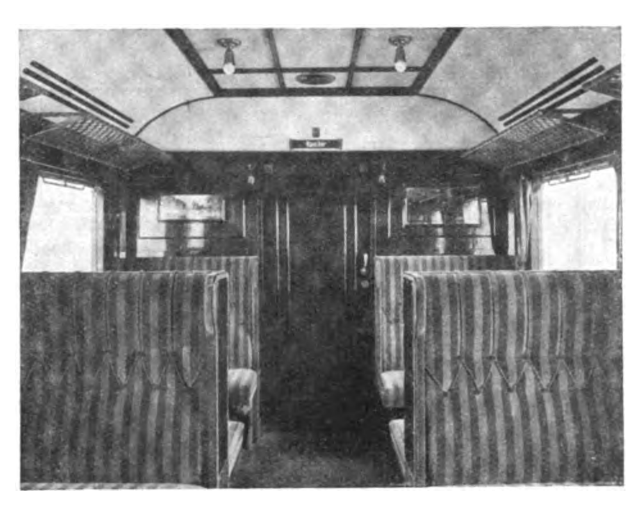


Abb. 4. Innenansicht, 2. Klasse.

Die Triebwagen sind mit einer für beschränkte Raumverhältnisse geeigneten Sonderbauart der Kunze-Knorr-Bremse mit Zusatzbremse ausgerüstet. Die Bremszylinder sind in den Drehgestellen untergebracht, die je für sich gebremst werden. Als Handbremse ist hierbei eine Spindelbremse mit senkrechtem Handrad vorgesehen. Sämtliche Achsen werden beiderseitig gebremst. Die Druckluft für die Bremse, sowie die Bügel- und Ölschalterbetätigung liefert eine unmittelbar mit ihrem Antriebsmotor gekuppelte zweistufige Kolbenluftpumpe, die 42 m³/h gegen 8 at liefert.

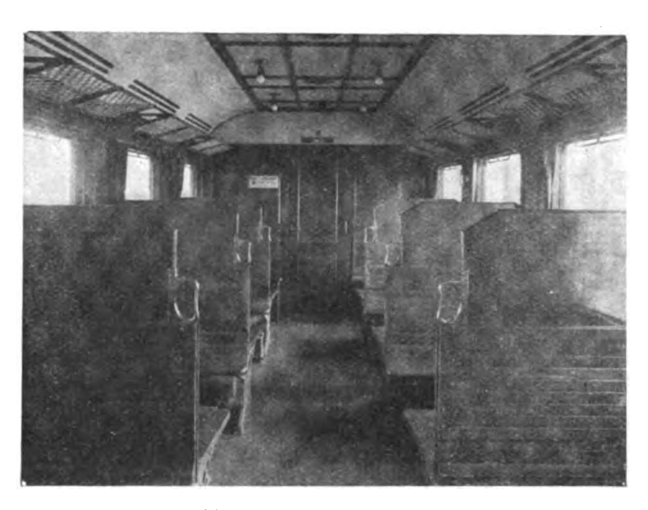


Abb. 5. Innenansicht, 3. Klasse.

Trotz ihrer Unterbringung unter dem Wagenfußboden sind alle Teile der elektrischen Ausrüstung hinreichend zugänglich; sie können leicht mittels Kran oder Achssenke ausgebaut werden. Die Gesamtanordnung der Einphasen-Wechselstrom-Ausrüstung für 15 kV und 16⅔ Hz veranschaulicht umstehendes Schaltbild (Abb. 6) der Hauptstromkreise.

Zwei einzeln abschaltbare Scherenstromabnehmer der Reichsbahn-Einheitsbauart führen den Strom über die Hochspannungsleitungen auf dem Dach durch einen etwa in Wagenmitte herabgeführten Hochspannungsschacht zu dem unter dem Wagenkasten sitzenden Ölschalter. Der von den SSW entwickelte Ölschalter ohne Vorschaltwiderstand hat Höchststrom- und Nullspannungsauslösung und kann durch Druckluft von jedem Führerstand des eigenen Wagens oder mittels Gleichstrom von jedem Führerstand

eines an die Zugsteuerung angeschlossenen Trieb- oder Steuerwagens ein- oder ausgelegt werden. Der Ölschalter mit seinem Antrieb ist oben mit starkem Blech umkleidet, der Kessel verhältnismäßig schwach gehalten und im untersten Teil unverkleidet.

Der Transformator ist als Öltransformator mit Ölumlaufkühlung in Sparschaltung ausgeführt und am Wagenuntergestell angehängt. Abb. 7 zeigt den Transformator ohne Ölkessel. Die Kühlung des Öles erfolgt durch den natürlichen Luftstrom in den seitlich angebrachten Kühltaschen. Die Dauerleistung des Transformators be-

Abb. 6. Schaltbild.

trägt 400 kVA und kann im Winter um 55 kVA für Heizung gesteigert werden.

Für die Steuerung der Fahrmotoren sind 12 Spannungstufen von 126 ... 544,5 V vorgesehen. Für Heizung sind Anzapfungen von 600, 800 und 1000 V vorhanden. Die

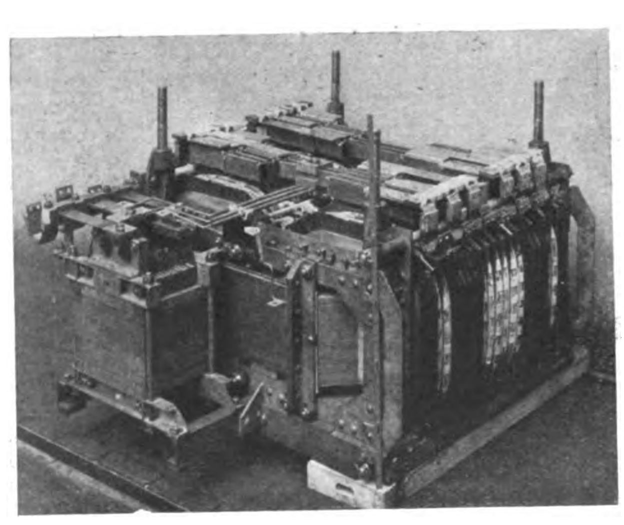


Abb. 7. Transformator (ohne Ölkessel).

Hilfstromkreise für die Steuerung, den Ölpumpen- und den Luftpumpenmotor sind an eine besondere 200 V-Klemme angeschlossen. Die für die Steuerung der Fahrmotoren vorgesehenen elektro-magnetischen Schütze, 12 Stufen- und 8 Fahrtwendeschütze sind unter dem Wagen in Schützkästen üblicher Bauart so angebracht, daß sie von außen zugänglich sind und im Betriebswerk von einer neben dem Gleis angebrachten Grube bequem untersucht und leicht ausgebessert werden können.

Mit Hilfe von 19 durchgehenden Steuerleitungen und einer neben der Bremsleitung vorgesehenen zweiten Druckluftleitung können bis zu 4 Triebwagen gemeinsam gesteuert werden. Hierbei ist durch eine Verriegelung Vorsorge getroffen, daß der gesamte Steuerstrom nur dem Transformator des führenden Triebwagens entnommen werden kann, damit sich nicht über den Steuerstromkreis ein Ausgleichstrom zwischen mehreren Transformatoren schließen kann.

Die zwei Fahrmotoren sind, wie bereits erwähnt, in je einem Drehgestell eingebaut. Die Kennlinien des mit Rollenlagern ausgerüsteten sechspoligen kompensierten Reihenschlußmotors mit geshuntetem Wendefeld veranschaulicht untenstehendes Kurvenblatt (Abb. 8). Die Motoren beschleunigen den Wagen äußerst kräftig bis zur Höchstgeschwindigkeit. Die Übersetzung der Zahnrädervorgelege beträgt 1 : 3,285, der Treibraddurchmesser ebenso wie der Laufraddurchmesser 1000 mm. Bei 100 km/h Fahrgeschwindigkeit hat der Motor bei Eigenlüftung eine Dauerleistung von 140 kW und bei Fremdlüftung eine solche von 184 kW, bei 60 km/h und Eigenlüftung eine solche von 125, bei Fremdlüftung ebenfalls 184 kW. Die Motoren sind vorläufig nur mit Eigenlüftung ausgerüstet, doch sind alle Vorkehrungen getroffen, den Motor durch ein besonderes Gebläse zu kühlen, um die Leistung zu steigern. Die Kühlluft tritt über den Einstiegnischen am Wagenkasten von außen ein und wird unter dem Dach zu einem zwischen Einstiegflur und Sitzraum neben der Eingangstür angeordneten Schacht und von diesem zu je einem Motor geführt. Der Luftkanal tritt auf diese Weise nirgends häßlich in Erscheinung. Ein Faltenbalg ist zwischen den festen Teilen des Luftkanals am Wagenkasten und dem Motor eingefügt. Die größte Motordrehzahl beträgt etwa 1800 U/min. Trotz dieses hohen Wertes läßt sich die Übersetzung unter Beibehaltung des Treibraddurchmessers von 1000 mm und der Zahnteilung 10π so weit ändern, daß die Motoren auch bei einer größten Fahrgeschwindigkeit von 70 km/h noch voll ausgenutzt werden können, wenn die Triebwagen einmal für entsprechend schwereren Dienst verwendet werden sollen.

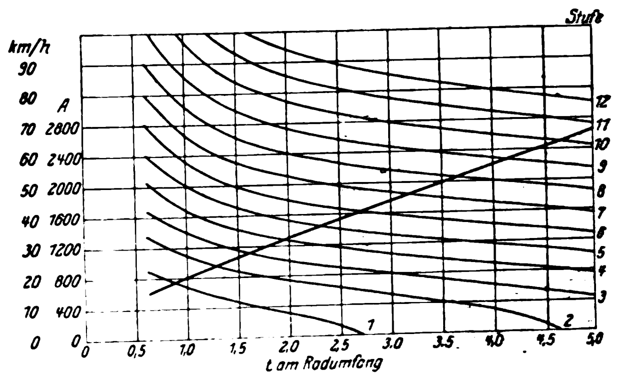


Abb. 8. Kennlinien der Fahrmotoren (Anfahrzugkraft eines Wagens).

Zur Heizung des Wagens sind, wie erwähnt, die vereinheitlichten 3 Spannungstufen von 600, 800 und 1000 V vorgesehen, die mittels eines Heizkontrollers für jeden Triebwagen und die angeschlossenen Beiwagen eingeschaltet werden. Die Heizung des Triebwagens ist in zwei getrennte Stromkreise mit besonderen Heizschaltern und Sicherungen unterteilt und im ganzen nochmals durch eine auf den Ölschalter wirkende Höchststromauslösung gesichert. Als Heizöfen sind Gitterrippenheizöfen der Firma Isotherm verwendet, die einen guten Luftumlauf bei geringer Temperatur ihrer Heizoberfläche ergeben und damit eine angenehme gleichmäßige Heizwirkung ohne Geruchbelästigung liefern.

Für die Beleuchtung des Wagens wird Gleichstrom von 24 V Spannung benutzt. Der Gleichstromerzeuger wird durch den Ölpumpenmotor angetrieben. Die Leistung beträgt etwa 0,9 kW. Als Batterie wird eine auch bei D-Zug-Wagen übliche Type verwendet.

Erstmalig für zuschlagfreie Züge ist bei diesen Wagen eine Einstiegstufen-Beleuchtung vorgesehen worden, die, an die Wagenbeleuchtungstromkreise angeschlossen, sich beim Öffnen der Einstiegtüren selbsttätig einschaltet und beim Schließen wieder ausschaltet. Sämtliche Lichtstromkreise sind mit Selbstschaltern gesichert, die im Führerstand übersichtlich und bequem erreichbar angeordnet sind.

Die ersten Triebwagen, deren wagenbaulicher Teil von der Waggonfabrik Wegmann & Co., Kassel, und deren elektrische Ausrüstung gemeinsam von den Firmen SSW und AEG geliefert wurde, sind seit Mitte Februar auf den Strecken Halle—Leipzig—Dessau ohne Störungen in ununterbrochenem regelmäßigen Betrieb. Um die Wagen besser ausnutzen zu können, sind mit einem Führerstand ausgerüstete vierachsige Beiwagen ähnlicher Bauart beschafft, deren Inbetriebsetzung bevorsteht, desgleichen werden mit durchgehenden Steuerleitungen versehene 4. Klasse-Durchgangswagen als Beiwagen verwendet.

Zusammenfassend seien noch einige Hauptdaten des Triebwagens genannt:

Länge über Puffer	22 900 mm
Gesamtachsstand	18 800 mm
Drehzapfenabstand	16 000 mm
Achsstand jedes Drehgestelles	3 200 mm
Gesamtleergewicht des Wagens	62,4 t
Gewicht des Fahrzeugteiles	44,9 t
Gesamtgewicht der elektrischen Ausrüstung	17,5 t
Gewicht eines Motors mit beiderseitigem Vorgelege	3 600 kg
Dauerleistung eines Motors:	
125 kW bei Eigenlüftung } bei 60 km/h Fahrgeschwindigkeit	
184 kW bei Fremdlüftung } bei 60 km/h Fahrgeschwindigkeit	
Größte Fahrgeschwindigkeit	100 km/h
Drehzahl des Motors bei Höchstgeschwindigkeit	1800 U/min
Übersetzungsverhältnis	1 : 3,285
Zahl der Sitzplätze (ohne Notsitze)	66
Zahl der Stehplätze	30

Das selbsttätige Signalsystem der Berliner Stadtbahn.

Übersicht. Nachfolgend wird über die für die Berliner Stadtbahn vorgesehene selbsttätige Zugsicherung berichtet und dabei insbesondere auf die in Aussicht genommenen **dreistelligen Tag-Lichtsignale** und die besondere Form der **mechanischen** Fahrsperre eingegangen. An zwei Zugfolgeplänen wird die Durchführbarkeit der angestrebten 1½ min-Zugfolge nachgewiesen.

Mit Einführung des elektrischen Betriebes auf der Berliner Stadtbahn wird auf ihr für die Stunden stärksten Verkehrs eine Zugfolge von 90 s angestrebt. Eine

Signalbild	Betriebszustand:	Bedeutet für den Führer:
○ ○	die erste und zweite Blockstrecke hinter dem Signal sind frei	Fahrt frei, nächstes Signal auch frei
○ ●	die erste Blockstrecke hinter dem Signal ist frei, die zweite noch besetzt	Fahrt frei, am nächsten Signal ist Halt zu erwarten
● ●	die erste Blockstrecke hinter dem Signal ist besetzt	Halt! danach ohne besonderen Auftrag vorsichtig vorrücken

● gelb ○ grün

Abb. 1. Signalordnung auf der Berliner Stadtbahn.

so dichte Zugfolge — stündlich 40 Züge in jeder Fahrrichtung — ist nur mit Hilfe des selbsttätigen Signalsystems durchführbar, das seine Feuerprobe im Auslande und Inlande längst bestanden hat; zu erinnern ist u. a. an die Stadtschnellbahnen in New York, London, Paris, Berlin (Hoch- und Untergrundbahnnetz), Hamburg und Wien. Das selbsttätige Signalsystem nach Deutschland verpflanzt zu haben, ist das Verdienst des technischen Beraters der Berliner Hochbahngesellschaft, Geheimen Baurats Dr. Kemmann, auf dessen grundlegende Arbeiten[1] an dieser Stelle besonders hingewiesen sei. Seine Veröffentlichungen sind neuerdings durch eine treffliche Arbeit des Oberingenieurs Bothe[2] ergänzt worden, der das selbsttätige Signalsystem der Berliner Hochbahn nach dem allerneuesten Stande und weitere Sicherungseinrichtungen für den Betrieb eingehend beschrieben hat. In den Grundgedanken stimmt das für die Berliner Stadtbahn gewählte selbsttätige Signalsystem mit dem der Berliner Hochbahn überein, worüber in dieser Zeitschrift des öfteren berichtet ist[3]. Während aber auf der Berliner Hochbahn das **zweistellige** Signal beibehalten ist, wird auf der Stadtbahn — aus noch zu erläuternden Gründen — das **dreistellige** Signal zur Einführung gelangen.

Hierüber und über einige sonst noch erwähnenswerte Zugsicherungseinrichtungen der Berliner Stadtbahn ist in „Glasers Annalen" vom 1. VII. 1927 und in den „VDI-Nachrichten" vom 28. IX. 1927 berichtet worden. Danach hielt es die Reichsbahn für geboten, vorerst auf der elektrisch betriebenen Vorortbahn Berlin—Lichterfelde Ost probeweise die selbsttätige Zugsicherung einzuführen, einerseits um eigene Erfahrungen zu sammeln und anderseits um ihr Personal mit der Neuerung gründlich vertraut zu machen. Nach den guten Erfahrungen, die u. a. die Berliner und Hamburger Hochbahn und schließlich auch die Reichsbahn auf eigenen Versuchstrecken mit dem Tag-Lichtsignal gemacht hat, war an der Einführung solcher Signale auf der Stadtbahn nicht zu zweifeln. Man gelangte jedoch zu der Erkenntnis — wie Reichsbahndirektor Stäckel in „Glasers Annalen" berichtet —, daß es mit Rücksicht auf die für die Stadtbahn geplante erhebliche Höchstgeschwindigkeit und die daraus entspringenden langen Bremswege nicht vertretbar erscheine, einen wesentlichen Bestandteil der Sicherungsanlagen aufzugeben, der in Form des **Vorsignals** jetzt schon bei dem weniger schnellen Fahren vorhanden sei; es wäre auch zu berücksichtigen, daß vorübergehende Sichtbehinderungen durch die Dampfwolken der Fernzüge gelegentlich die Aussicht auf die Hauptsignale beeinträchtigen. Um jedoch eine Signalhäufung zu vermeiden, sollte die Vorankündigung der Hauptsignale nicht durch besondere Vorsignale, wie bisher, sondern durch Verwendung **dreistelliger** Hauptsignale erfolgen. Hierbei seien die drei Signalanzeigen: 1. Fahrt frei, nächstes Signal auch frei, 2. Fahrt frei, nächstes Signal Halt, 3. Halt vorzusehen. Um ein dreistelliges Tag-Lichtsignal zu schaffen, hätte man bei einer in sich abgeschlossenen Bahn die drei

[1] Dr. G. Kemmann: „Vorstudien zur Einführung des selbsttätigen Signalsystems auf der Berliner Hoch- und Untergrundbahn". 1914. Verlag Julius Springer, Berlin. — „Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn nebst einigen Vorläufern". 1921 Verlag Julius Springer, Berlin.

[2] Alfred Bothe: „Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn". 1928. Verlag Julius Springer, Berlin.

[3] ETZ 1913, S. 815, 1070/71, 1130; 1914, S. 141, 181, 207, 238, 296, 334 und 353; 1916, S. 166; 1917 S. 513 und 523; 1926, S. 1021.

Signalzeichen Rot, Gelb, Grün verwenden können. Für die Stadtbahn käme jedoch Einfachgelb und Einfachgrün nicht in Frage, weil die Züge auch auf die Außenstrecken durchfahren, wo diese Zeichen andere Begriffe übermitteln. Schließlich entschloß man sich zu der in Abb. 1 veranschaulichten Signalordnung, wozu zu bemerken ist, daß die beiden Lichter jedes Signals in gleicher Höhe stehen. Abb. 2 zeigt die Anordnung eines Tag-Lichtsignals (Blocksignal). In Abb. 3 ist die Probeausführung eines solchen Signals veranschaulicht. Das Doppellicht böte — immer nach der angegebenen Quelle — für die Stadtbahn noch den besonderen Vorteil, daß einer Verwechslung zwischen den Signalen der Stadtbahngleise und der Ferngleise vorgebeugt sei. Außer diesen in der nebenstehenden Zusammenstellung gekennzeichneten und erläuterten Signalanzeigen grün-grün, grün-gelb und gelb-gelb wird es aber in Zukunft nur in einem einzigen Falle ein absolutes Signal geben, das die Farbe rot für „Unbedingt Halt" zeigt. Dies Signal soll an den wichtigsten Punkten, nämlich unmittelbar vor der Einfahrt in den Bahnhof, also in nächster Nähe des Bahnsteigs, stehen. Es darf bei Signalstörungen nur nach besonderer Genehmigung seitens des Bahnsteigbeamten (etwa durch Blinkzeichen) überfahren werden. Stäckel äußert sich über dies Signal etwa wie folgt: Eine Ausnahme ist für das am Einfahrende der Bahnhöfe angeordnete Signal vorgesehen, weil es bei diesem möglich ist, das Freisein des Gleises zu überprüfen und in Störungsfällen die Einfahrerlaubnis vom Bahnsteig aus seitens des Fahrdienstleiters durch Einschaltung des sogenannten Ad-Signals — wie auf der Lichterfelder Strecke — zu erteilen. Das Ad-Signalzeichen besteht aus drei weiß leuchtenden Lampen, die im Linienzug eines A angeordnet und unterhalb des roten Haltsignals angebracht sind.

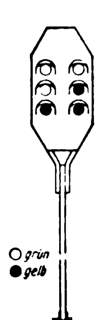


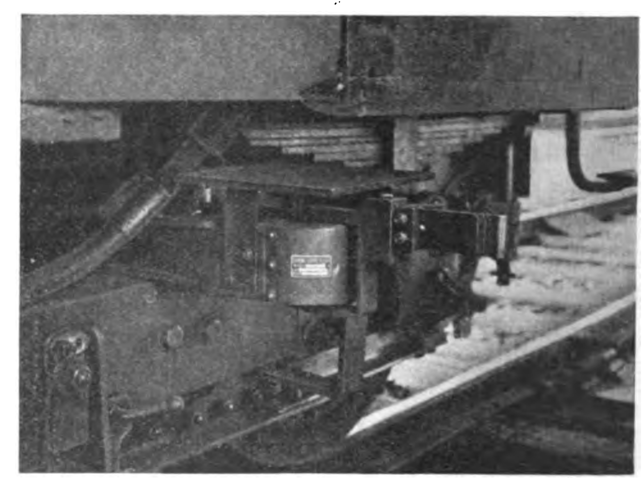
Abb. 2. Anordnung eines Tag-Lichtsignals.

Alle Signale der Stadtbahn sind in der Fahrrichtung links vom Gleis aufgestellt worden. Gefahrsignale sind nach dem Muster der Berliner Hochbahn für alle Stationen vorgesehen. Halbselbsttätige Signale erhalten die Stellbezirke Charlottenburg und Schlesischer Bahnhof. Die dort vorgesehenen Stellwerke sind mit Fahrschautafeln ausgerüstet.

In der angezogenen Abhandlung der „VDI-Nachrichten" wird die Einführung des dreistelligen Signals auf der Stadtbahn in folgender Weise vertreten: Bei einem derartigen Hochleistungsbetrieb muß man notwendigerweise mit den uns überlieferten Vorstellungen von der Bedeutung eines Signals vollständig brechen und nach amerikanischem Vorbilde vom absoluten Signal, das unbedingt Halt gebietet, auf ein Haltsignal übergehen, das unter Umständen langsames Weiterfahren gestattet. Nach amerikanischem Beispiel mußte man denn auch den beiden schon bestehenden Signalbildern „Halt" und „Freie Fahrt" ein drittes Bild hinzufügen: „Halt, danach unter Vorsicht in dem besetzten Abschnitt weiterfahren" (Warnsignal). Der Befehl zum vorsichtigen Weiterfahren — d. h. zum Überfahren des Haltsignals (gelb-gelb) — wird vom Zugbegleiter gegeben, um auf diese Weise zwei Beamte für den Vorgang verantwortlich zu machen. Der Berichterstatter ist sich nach seinen Darlegungen klar darüber, daß eine gewisse Erschwerung für den Zugfahrer zweifellos in Zukunft darin liegen wird, daß sich ihm noch ein drittes Signalbild bietet und daß die Schwierigkeit dadurch erhöht wird, daß die Züge mit großer Geschwindigkeit fahren und die Signale sich vor den Bahnhöfen sehr stark zusammendrängen werden, so daß der Zugfahrer stets mehrere Signale mit kurz vor ihm wechselnder Bedeutung zugleich wird beobachten müssen. Zwei Maßnahmen sollen ihm deshalb seinen Dienst erleichtern und Unfälle verhüten, nämlich die Einführung der Tag-Lichtsignale und die selbsttätige Zugbeeinflussung (Fahrsperre).

Hierzu ist zu bemerken, daß die Berliner Hochbahn mit der Leistungsfähigkeit und Betriebsicherheit des selbsttätigen Signalsystems unter Beibehaltung des zweistelligen Signals sehr zufrieden ist. Die Betriebserfahrungen lehren, daß damit die angestrebte 1½ min-Zugfolge mit Sicherheit durchführbar ist, wie auch Kemmann und Bothe dies in ihren bereits erwähnten Abhandlungen an Hand größerer graphischer Darstellungen und entsprechender Textabbildungen überzeugend nachgewiesen haben. Dies wird auch durch Äußerungen anderer Fachleute bestätigt. So führt z. B. Dr.-Ing. Arndt in einer die selbsttätigen Signalanlagen der Stadt- und Vorortbahnen allgemein behandelnden, im 4. Heft des Jahrgangs 1927 der „Siemens-Zeitschrift" veröffentlichten Abhandlung aus, daß „mit den üblichen zweistelligen Signalen für „Fahrt" und „Halt" im praktischen Betrieb der Zugverkehr auf der freien Strecke für jede Zugfolge gesichert werden kann".

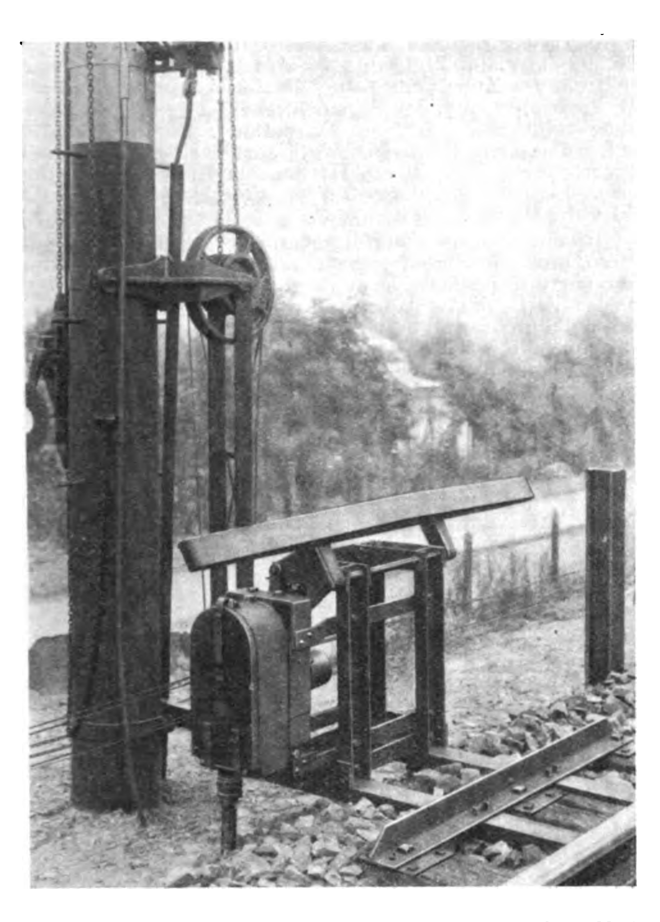

Abb. 3. Probeausführung eines Tag-Lichtsignals (am Ausleger unter dem Mast des rechten Flügelsignals).


Abb. 4. Bremsauslöser (Tasthebel).

Da sich im Stadtschnellbahnbetrieb, so z. B. bei der Berliner und Hamburger Hochbahn, die selbsttätigen mechanischen Fahrsperren in ihren verschie-



denen Ausführungsformen durchaus bewährt haben, konnte man bedenkenlos diese Art der selbsttätigen Zugbeeinflussung auch für die Berliner Stadtbahn wählen. Die mechanische Fahrsperre erscheint hier allerdings in einer Form, die von den Firmen Siemens & Halske und den Siemens-Schuckertwerken gemeinsam durchgebildet wurde. Auch hierüber berichtet Stäckel in der angezogenen Quelle; danach ragt seitlich — wie Abb. 4 erkennen läßt — aus dem vordersten Triebwagen ein um eine senkrechte Achse drehbarer, wagerechter Tasthebel (Bremsauslöser) heraus. Am Standort des Hauptsignals befindet sich ein sogenannter Streckenanschlag (Abb. 5 a u. b) in Form einer senkrechten Anlauffläche, die im Grundriß leicht schräg zur Gleisachse gestellt ist und bei Haltstellung des Signals (Abb. 5 b) in das Profil des lichten Raumes der Bahn hineingreift. Überfährt der Zug das auf „Halt" stehende Signal, so stößt der Tasthebel des Triebwagens gegen die Anlauffläche des Streckenanschlags. Die hierdurch hervorgerufene Drehung des Tasthebels bewirkt die Öffnung eines auf seiner Achse angebrachten, mit der Bremsleitung in Verbindung stehenden Druckluftventils und damit die Notbremsung des Zuges. Dieser Vorgang wird durch einen elektrischen Zähler registriert. Bei Fahrtstellung des Signals ist die Anlauffläche des Streckenanschlags aus dem Lichtraumprofil entfernt, so daß der Tasthebel des Zuges unbeeinflußt daran vorbeigleiten kann (Abb. 5 a). Die Anlauffläche muß deshalb bei jeder Signalumstellung ebenfalls verstellt werden; dies geschieht durch einen vom Signalantrieb gesteuerten elektrischen Fahrsperrenantrieb.



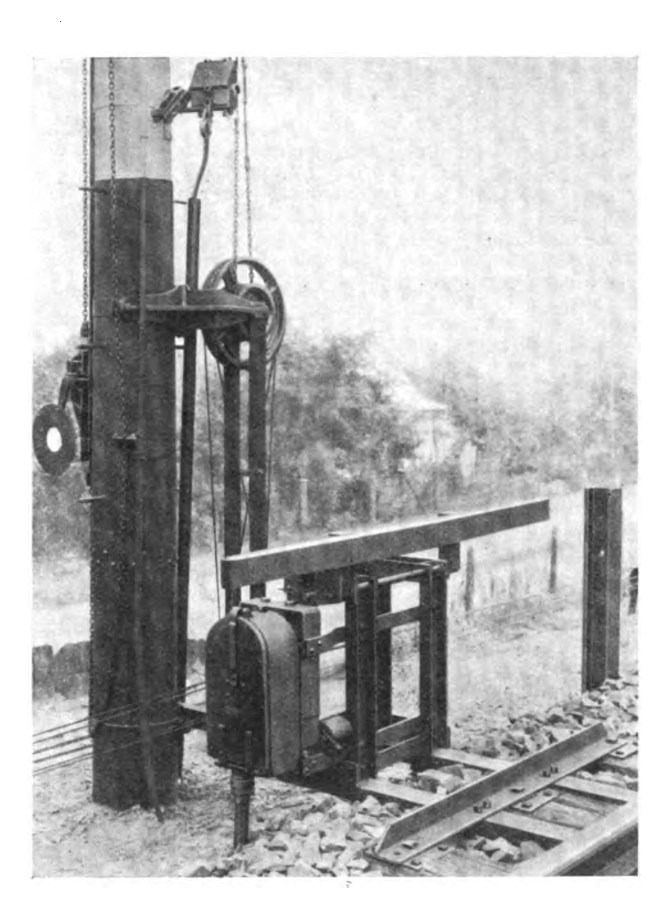


Abb. 5. Mechanische Fahrsperre.

a. Bei „Freie Fahrt" läuft der Auslösehebel des ersten Wagens an der hochgeklappten Schiene vorbei.

b. Bei „Halt" stößt der Auslösehebel gegen die Schiene. Die Bremslösung tritt ein. Die abgebildeten Signale (Flügelsignale) stehen auf der Strecke Berlin (Stett. Bf.)=Bernau.

Die Besonderheit der Bauart gegenüber ähnlichen auf städtischen Schnellbahnen angewendeten Fahrsperren beruht in der wagerechten Lage des Tasthebels. Sie gestattet, die Berührungsfläche zwischen Tasthebel und Anlauffläche des Streckenanschlags in eine Höhenstufe zu legen, in der ungewollte Auslösungen der Fahrsperre durch Ablagerungen auf dem Bahnkörper, ferner Behinderungen bei der Umstellung der Anlauffläche infolge von Schnee und Eis nicht zu befürchten seien.

Die guten Erfolge der mit Fahrgeschwindigkeiten bis zu 70 km/h vorgenommenen Versuchsfahrten haben — nach Stäckel — Veranlassung gegeben, die Einführung der Fahrsperre auf allen bisher elektrisierten Berliner Vorortbahnen und auch auf der Hamburger elektrischen Stadtbahn Blankenese—Ohlsdorf in die Wege zu leiten. Später hofft man auf die die magnetische Induktion verwendenden Verfahren übergehen zu können; hierbei sind keine beweglichen Teile am Wagen und Gleis mehr erforderlich.

Die in vorstehendem beschriebene mechanische Fahrsperre ist an jedem einzelnen Signal angebracht. Sie tritt nur in Tätigkeit, wenn Rotlicht oder zwei gelbe Lichter erscheinen, wenn also „Halt" geboten ist. Im Falle von zwei gelben Lichtern darf nur der Zugbegleiter die Fahrsperre durch einen Handgriff aufheben; es wird dann vorschriftsgemäß unter äußerster Vorsicht mit höchstens 15 km Stundengeschwindigkeit weitergefahren. Daß man genügend lange Schutzstrecken vorsehen muß, damit der etwa durch die Fahrsperre des Haltsignals gebremste Zug nicht in gefahrdrohende Nähe des Vorzuges gelangt oder gar aufläuft, ist eine Selbstverständlichkeit. Diese nach den ausführlichen Darlegungen Kemmanns und Bothes von Fall zu Fall aufs gewissenhafteste zu berechnenden Bremswege betragen auf dem Berliner Hochbahnnetz 80...250 m.

Zur Betätigung aller Signale wird bei den Anlagen der Berliner Stadtbahn ein besonderer Blockstrom (Wechselstrom) von geringer Spannung und einer Frequenz von 50 Hz verwendet werden. Der mit einer Spannung von 3000 V gelieferte Blockstrom wird in den Speisepunkten auf 125/70 V umgespannt. Den Signallampen wird nämlich bei Tageslicht eine Spannung von 125 V und nachts eine Spannung von 70 V zugeführt. Wie an dieser Stelle des öfteren ausgeführt, muß jeder Blockabschnitt von dem andern elektrisch isoliert werden. Auf der Stadtbahn wird die Stromzuführung durch eine dritte Schiene und die Stromrückleitung durch die Fahrschienen besorgt. Zur Verstärkung der Rückleitung werden die Fahrschienen der neben den Stadtbahngleisen liegenden Ferngleise mitbenutzt. Werden die Fahrschienen durch darüber fahrende Zugachsen kurzgeschlossen, so erhält das von dem betreffenden Gleisabschnitt gesteuerte Signal, das diesen Abschnitt deckt, keinen Strom; es geht

somit auf „Halt". Das zurückliegende Signal geht dann auf „Warnung" und das nächstzurückliegende auf „Frei" usw., wie dies auch aus dem in Abb. 6 dargestellten Zugfolgeplan hervorgeht, auf den in nachstehendem näher einzugehen ist.

Der Untersuchung ist die Fahrrichtung vom Bahnhof Jannowitzbrücke nach Bahnhof Alexanderplatz zugrunde gelegt. Der Zug ist als Flächenstreifen dargestellt, um

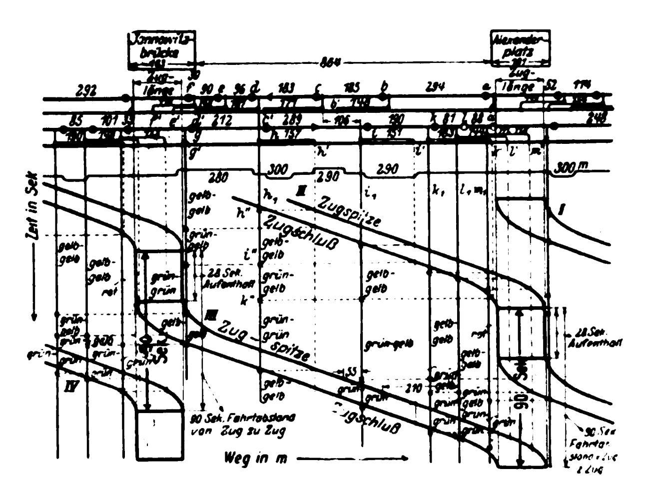


Abb. 6. Dichteste Zugfolge auf der Berliner Stadtbahn bei Einbau zweier Vorrücksignale.

die Zugspitze und den Zugschluß — erste und letzte Zugachse — zu kennzeichnen. Als Stationsaufenthaltszeit sind durchweg 28 s eingesetzt. Außer den üblichen Ausfahrsignalen am Ausfahrende der Bahnhöfe sind vor jedem Bahnhof d r e i Signale, nämlich das dicht am Bahnsteig stehende „Einfahrsignal" und zwei sogenannte „Vorrücksignale", außerdem noch zwei Zwischensignale vorgesehen. Diese V o r - r ü c k s i g n a l e sind nicht zu verwechseln mit den N a c h r ü c k s i g n a l e n der Berliner Hochbahn. Die Vorrücksignale der Stadtbahn gestatten nämlich ein langsames Vorrücken des Zuges bis zu dem dicht am Bahnsteig stehenden Signal — das hier mit „Einfahrsignal" bezeichnet sei — auch für den Fall, daß das Bahnsteiggleis durch einen h a l t e n d e n Vorzug besetzt ist. Danach darf der Folgezug — wenn man die Bahnsteiglänge mit 160 m und die Länge des Vorzuges mit 140 m einsetzt — in nächste Nähe des haltenden Vorzuges gelangen. Es ist dies ein für Deutschland ganz neuartiges Verfahren. Demgegenüber gestatten die Nachrücksignale der Berliner Hochbahn dem Folgezug nur die Annäherung an den Vorzug in dem gleichen Maße wie letzterer das Bahnhofgleis räumt. Beim Nachrücken befindet sich dann stets zwischen beiden Zügen eine Schutzstreckenlänge, d. i. eine reichliche Bremslänge.

Die Signale *a* bis *e* für die Fahrrichtung Alexanderplatz—Jannowitzbrücke zeigen bei „Halt" zwei gelbe Lichter, Signal *f* ein rotes Licht. Das dicht vor dem Bahnsteig stehende Signal *f* ist — wie bereits erwähnt — a b - s o l u t e s Haltsignal; es darf nur überfahren werden, wenn es grünes Licht zeigt. Dagegen dürfen die Signale *a* bis *e* auch bei Haltstellung (zwei gelbe Lichter) unter äußerster Vorsicht überfahren werden. Bei *a'* bis *f'* sind die Trennungen zwischen den einzelnen, zu jedem Signal gehörenden Blockstrecken durch Isolierstöße (Schienentrennstöße) vorgesehen; und zwar gehört der Isolierstoß *a'* zum Signal *a*, *b'* zum Signal *b* usw. Die Entfernungen zwischen *b* und *b'*, *c* und *c'* usw. bilden die Schutzstrecken; ihre Abmessungen sind im Gleisplan der Abb. 6 vermerkt.

Ein Zug, der mit seiner ersten Achse in einen Blockabschnitt einfährt, stellt nach vorstehendem auf elektrischem Wege selbsttätig das von diesem Abschnitt gesteuerte Signal auf „Halt". Fährt z. B. ein Zug auf der Fahrt von Jannowitzbrücke nach Alexanderplatz an dem grün-grün, d. h. „Frei", zeigenden Zwischensignal *h* vorbei bis an die Trennungstelle *h'*, so bewirkt die erste Zugachse, weil der Gleisabschnitt *h'*—*i'* besetzt wird, durch Kurzschließen der rechten und linken Fahrschiene in dem Abschnitt *h'*—*i'* die Haltstellung des Signals *h*, das von diesem Abschnitt gesteuert wird. Das Signal *h* zeigt also nach Überwindung der Signalstellzeit gelb-gelb. Der nächste Zug könnte nicht ohne weiteres in den Abschnitt *h*—*i* einfahren, weil auch die Fahrsperre des Signals *h* „Halt" gebietet. Die „Halt"-Stellung von *h* wird erst wieder aufgehoben, sobald die letzte Achse den Isolierstoß *i'* überfahren hat; *h* zeigt sodann grün-gelb (Warnstellung). Auf grün-grün „Frei" geht das Signal *h* erst wieder, wenn die letzte Zugachse über den Isolierstoß *k'* hinweggerollt ist. Alle diese Vorgänge gehen ohne weiteres aus dem Zugfolgeplan bei Betrachtung der Zuggruppen I bis IV an Hand von entsprechenden Hilfslinien und Beischriften hervor. Neben den senkrechten Signalzeitlinien h_1, i_1, k_1, l_1, m_1 sind die jeweiligen Signalanzeigen vermerkt. Sowie z. B. beim Schienentrennstoß *h'* die erste Achse des Zuges II in den nächsten Gleisabschnitt eingetreten ist, zeigt das Zwischensignal *h* im Zeitpunkt *h"* die Haltstellung gelb-gelb; dies dauert bis zum Zeitpunkt *i"*, d. h. bis Zug II den Schienentrennstoß *i'* mit seiner letzten Achse passiert hat. Jetzt beginnt für Signal *h* die Warnstellung grün-gelb, die bis zum Zeitpunkt *k"* dauert. In diesem Zeitpunkt hat der Zug II mit seiner letzten Achse den Isolierstoß *k'* passiert, und das Signal *h* leuchtet grün-grün; das bedeutet für Zug III freie Durchfahrt. Signal *h* bleibt nach früherem solange in der „Fahrt frei"-Stellung, bis die erste Achse des Zuges III den am Ende der Schutzstrecke liegenden Isolierstoß *h'* passiert hat; das Signal *h* geht auf gelb-gelb „Halt".

Offenbar um den Zugfolgeplan übersichtlicher zu gestalten, sind die Signalstellzeiten und die Stellzeiten der Fahrsperren nicht zur Darstellung gebracht. Es handelt sich im Falle der Abb. 6 durchweg um r e i n s e l b s t - t ä t i g e Signale, deren Stellzeit mit höchstens 1 s in Rechnung gestellt werden kann. Abb. 6 ist den „VDI-Nachrichten" entnommen; ob z. B. die vermerkten Längen der Schutzstrecken, die Lage der Isolierstöße, Anzahl und Standorte der Signale endgültig sind, entzieht sich unserer Kenntnis. Man darf jedoch mit dem Berichterstatter der angezogenen Quelle annehmen, daß sich die Anzahl der

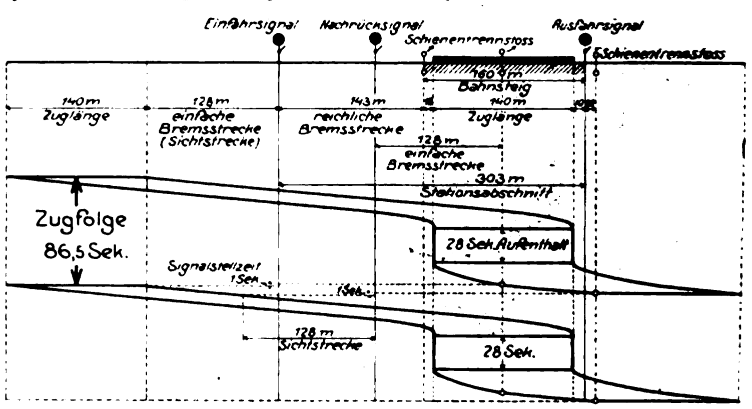


Abb. 7. Dichteste Zugfolge auf der Berliner Stadtbahn bei Einbau eines Nachrücksignals (nach Jänecke).

Signale gegenüber dem heutigen Zustand bei Dampfbetrieb stark vermehren wird, insbesondere vor den Bahnhöfen. Nach den Veröffentlichungen von Kemmann und Bothe bringt der Einbau e i n e s Nachrücksignals eine Verkürzung der Zugwechselzeit von 9 s, das zweite Nachrücksignal bringt nur noch einen Gewinn von 3 s und das dritte nur von 1 s. Man hat den Bahnhof Potsdamer Platz der Berliner Untergrundbahn vor langer Zeit probeweise an jedem Ende mit zwei Nachrücksignalen versehen[4], wird aber voraussichtlich für die Folge überhaupt davon absehen, mehr als ein Nachrücksignal einzubauen. Daß dies richtig ist, kann man auch aus Darlegungen von A r n d t in dem bereits angezogenen vierten Heft des Jahrgangs 1927 der „Siemens-Zeitschrift" schließen. Der Genannte führt dort aus: „Je mehr solcher Nachrücksignale verwendet werden, desto geringer ist verhältnismäßig der erreichte Nutzen. Eine r e c h n e r i s c h e Nachprüfung bei der günstigen Fahrgeschwindigkeit von 36 km/h zeigt nämlich, daß das erste Nachrücksignal nur eine Verbesserung der Zugwechselzeit von 7 s, das zweite von rd. 2 s, das dritte von 1 s, das vierte nur einem Bruchteil einer Sekunde erbringt. E s h a t a l s o e i g e n t l i c h p r a k - t i s c h n u r d a s e r s t e , a l l e n f a l l s a u c h n o c h d a s z w e i t e N a c h r ü c k s i g n a l e i n e n W e r t."

[4] ETZ 1916, S. 166.



Sollte demgegenüber für alle Bahnhöfe der Stadtbahn der Einbau von zwei Nachrücksignalen geplant sein, so ist anzunehmen, daß besondere Gründe hierzu die Veranlassung geben. Dieser Entschluß stände allerdings im Widerspruch mit den Darlegungen des Prof. Dr. Jänecke in der Zg. V. Dt. Eisenb.-Verw. Bd. 65, Nr. 40, wo an Hand des in Abb. 7 wiedergegebenen graphischen Zugfolgeplans nachgewiesen ist, daß bei Einführung des selbsttätigen Signalsystems unter Verwendung von Tag-Lichtsignalen und unter Zugrundelegung von 160 m langen Bahnsteigen bei einem Verkehr mit 140 m langen Zügen und einer Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h trotz mäßiger Anfahrbeschleunigung von 0,5 m/s² und mäßiger Bremsverzögerung von 0,75 m/s² bei Stationsaufenthalten von 28 s unter Einsetzung angemessener Schutz- und Sichtstrecken die dichteste Zugfolge bei einem einzigen Nachrücksignal 86,5 s beträgt; d. s. sogar 41 Züge/h gegenüber der programmäßigen Zahl von stündlich 40 Zügen.

Vermerkt sei noch, daß mit der Ausführung der selbsttätigen Signalanlagen für die Berliner Stadtbahn die Siemens & Halske A. G. betraut ist. Steiner.

Das Gesetz über Fernmeldeanlagen.

Von Postrat **Münch**, Berlin.

Durch das am 1. I. 1928 in Kraft getretene Gesetz zur Änderung des Telegraphengesetzes vom 3. XII. 1927 (RGBl I, S. 331) ist das bis dahin geltende Recht, das auf dem Gesetz über das Telegraphenwesen des Deutschen Reichs (TG) vom $\frac{\text{6. IV. 1892 (RGBl S. 467)}}{\text{7. III. 1908 (RGBl S. 79)}}$ und der Verordnung zum Schutze des Funkverkehrs (FunkVO) vom 8. III. 1924 (RGBl I, S. 273) beruhte, organisch zusammengefaßt und daneben in einigen Punkten abgeändert und ergänzt worden. Aus Zweckmäßigkeitsgründen ist der Wortlaut des Gesetzes über das Telegraphenwesen des Deutschen Reiches in der vom 1. I. 1928 ab geltenden Fassung unter der Überschrift „Gesetz über Fernmeldeanlagen" (FAG) unterm 14. I. 1928 (RGBl I, S. 8) bekanntgemacht worden.

Bevor die Abweichungen des FAG in Vergleich zu dem vordem geltenden Recht gestellt werden, sei ein kurzer Rückblick gestattet. Beim Aufkommen der Funktelegraphie unterlag es keinem Zweifel, daß das neue Verkehrsmittel unter das TG von 1892 fiel, weil es sich bei der Funktelegraphie nur um eine andere Art elektrischer Telegraphie handelt. Es zeigte sich aber — bestimmt durch Rücksichten auf die Sicherung des funktelegraphischen Verkehrs, auf die Reichsverteidigung und auf die international übernommenen Verpflichtungen Deutschlands — bald das Bedürfnis, die sich gerade daraus ergebenden gesetzlichen Ausnahmen vom Funkhoheitsrecht zu beseitigen. Durch das Gesetz zur Abänderung des TG vom 7. III. 1908 (RGBl S. 79) wurden daher die Ausnahmerechte, welche Landes- und Kommunalbehörden, Deichkorporationen, Siel- und Entwässerungsverbänden, Transportanstalten und schließlich Grundstücksbesitzern in gewissem Umfange gesetzlich zuerkannt waren, auf Drahtanlagen beschränkt. Aber auch diese Regelung konnte auf die Dauer bei der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung des Funkwesens nicht genügen. Die Rücksichten des Staates und der Allgemeinheit, die Verpflichtung des Reiches zur Gewährung eines Rechtsschutzes des Funkverkehrs gegen Ausbeutung der Nachrichten und schließlich die mit dem Rundfunk zusammenhängenden Fragen verlangten eine schärfere Umschreibung des Begriffs „Funkanlagen" sowie weitgehendere Strafbestimmungen und erweiterte Befugnisse im Verfahren des Telegraphenstrafrechts. Aus diesen Erwägungen heraus ist die Verordnung des Reichspräsidenten zum Schutze des Funkverkehrs vom 8. III. 1924 (RGBl I, S. 273) erlassen worden. Ihrer Natur nach mußte diese Verordnung in absehbarer Zeit durch ein Reichsgesetz abgelöst werden. Sie ist nach der vorliegenden gesetzlichen Regelung durch Verordnung des Reichspräsidenten vom 28. XII. 1927 (RGBl I, S. 513) aufgehoben worden.

Der Aufbau des FAG entspricht im allgemeinen dem früheren TG. In sechs Paragraphen werden die Fragen des Fernmeldehoheitsrechts behandelt. Zwei Paragraphen legen die Rechte der Benutzer der öffentlichen Fernmeldeanlagen fest. Dann folgen Bestimmungen über die Beitreibung der Gebühren. Fünf Paragraphen regeln die Fragen des Telegraphengeheimnisses, sechs Paragraphen das materielle Telegraphenstrafrecht, während zwei Paragraphen Vorschriften über Straf- und Polizeiverfahren enthalten. Die Schlußbestimmungen sind gekürzt worden.

Träger des Fernmeldehoheitsrechts ist ebenso wie im alten TG das Reich. Entsprechend der FunkVO ist aber bestimmt, daß dieses Recht allgemein für alle Fernmeldeanlagen, nämlich Telegraphenanlagen für die Vermittlung von Nachrichten, Fernsprechanlagen und Funkanlagen der Reichspostminister ausübt. Maßgebend hierfür war die Tatsache, daß die Deutsche Reichspost Trägerin des Post-, Telegraphen- und Fernsprechwesens und von jeher auch Zentralbehörde für das gesamte Funkwesen ist. Nur für Anlagen, die zur Verteidigung des Reichs bestimmt sind, übt das Recht der Reichswehrminister aus. Die Begriffsbestimmung für Funkanlagen ist sinngemäß der FunkVO entnommen und berücksichtigt auch die leitungsgerichtete Funktelegraphie. Um zu vermeiden, daß auch Apparate oder Einrichtungen, die zwar elektrische Schwingungen aussenden können (z. B. Heilgeräte, Taschenfeuerzeuge, Motoren usw.), aber nicht zur Übermittlung von Nachrichten, Zeichen, Bildern oder Tönen dienen oder dazu bestimmt sind, zu den Funkanlagen gerechnet werden, ist die Begriffsbestimmung neu gefaßt worden. Zum Begriff der Funkanlagen gehört es allerdings nach der Begründung zum FAG nicht, daß sie gerade Nachrichten vermitteln oder ihr bestimmungsmäßiger Zweck die Vermittlung von Nachrichten im engeren Sinne ist; es genügt vielmehr, daß es sich um Einrichtungen für die Übermittlung oder den Empfang von Nachrichten, Zeichen, Bildern oder Tönen handelt[1]. Die Begriffe des „Errichtens" und „Betreibens" einer Anlage sind die gleichen wie bisher. Neu ist die Bestimmung, daß für Fernmeldeanlagen, die von Elektrizitätsunternehmungen zur öffentlichen Versorgung mit Licht und Kraft, die der allgemeinen Versorgung von Gemeinden oder größerer Gebietsteile zu dienen bestimmt sind, zum Zwecke ihres Betriebs verwendet werden sollen, die Verleihung durch den Reichspostminister erteilt werden muß, soweit nicht Betriebsinteressen der Deutschen Reichspost entgegenstehen, während sonst ein Anspruch auf Erteilung einer Verleihung nicht besteht. Diese Bestimmung gilt aber nicht für Funkanlagen. Auch bei den genehmigungsfreien Fernmeldeanlagen (siehe vorstehend Absatz 2) sind Funkanlagen nach wie vor ausgenommen. Der Grundsatz, daß es keine gesetzliche Ausnahme vom Funkhoheitsrecht gibt, ist mithin wegen der besonderen Verhältnisse des Funkwesens auch im FAG erhalten worden. Während bisher den Landeszentralbehörden (vorbehaltlich allerdings der Reichsaufsicht) die Kontrolle darüber zustand, daß die Errichtung und der Betrieb von genehmigungsfreien Fernmeldeanlagen sich innerhalb der gesetzlichen Grenzen halten, und für mit besonderer Verleihung errichtete und betriebene Anlagen eine Kontrolle im Gesetz nicht besonders erwähnt war, ist im FAG eine Überwachung aller Fernmeldeanlagen vorgesehen. Die Vorschriften dazu, die nach dem FAG der Reichspostminister im Einvernehmen mit dem Reichsrat erlassen soll, sind noch in Vorbereitung.

Durch die veränderte Fassung der Rechte der Benutzer der öffentlichen Fernmeldeanlagen im FAG sollte klargestellt werden, daß die Pflicht zur Beförderung von Telegrammen und zur Zulassung zu einem

---

[1] Wenn auch als unter das Hoheitsrecht der Deutschen Reichspost fallend allgemein nur „Telegraphenanlagen für die Vermittlung von Nachrichten" angegeben sind, so unterliegt es keinem Zweifel, daß auch die Bildtelegraphie auf Drahtleitungen gefaßt ist, weil die ausschließliche Übertragung von Bildern, ohne daß jemals eine gedankliche Mitteilung damit verbunden wäre, nicht vorkommen wird (s. Archiv für Post und Telegraphie Nr. 3 von 1928 „Zur Entstehungsgeschichte des Gesetzes über Fernmeldeanlagen" von Ministerialrat Dr. Neugebauer).



Gespräch auch dann besteht, wenn für deren Beförderung der Funkweg in Frage kommt. Anderseits beschränkt sich die Vorschrift auf die Beförderungsformen des „Telegramms" (vgl. § 3 und § 4 der Telegraphenordnung vom 30. VI. 1926) und auf den Gesprächsverkehr zwischen zwei Personen (vgl. Fernsprechordnung vom 15. II. 1927).

Da für die Beitreibung von Telegraphen- und Fernsprechgebühren, ebenso wie von Postgebühren seit jeher ein von den Vorschriften über die Beitreibung bürgerlich-rechtlicher Geldforderungen abweichendes, vereinfachtes Verfahren besteht, sind die Vorschriften hierüber in das FAG aufgenommen worden. Gleichzeitig sind, um Zweifeln zu begegnen und um den Rechtsgang zu vereinfachen, die Verleihungsgebühren, die für die genehmigungspflichtigen Fernmeldeanlagen erhoben werden, in Ansehung der Einziehungsmöglichkeit den Benutzungsgebühren gleichgestellt worden.

Während im alten TG über das Telegraphengeheimnis nur ein allgemein gehaltener Paragraph bestand, erschien es notwendig, auch mit Rücksicht auf Artikel 117 der Reichsverfassung, worin die Unverletzlichkeit des Telegraphen- und Fernsprechgeheimnisses besonders betont ist, die Frage im FAG ausführlicher zu behandeln. Die geltenden reichsgesetzlichen Ausnahmen vom Telegraphen- und Fernsprechgeheimnis werden dabei nicht berührt. Neben den im Dienst der Deutschen Reichspost stehenden Personen sind demnach auch Personen, die eine für den öffentlichen Verkehr bestimmte, nicht der Deutschen Reichspost gehörende Fernmeldeanlage bedienen oder beaufsichtigen, zur Wahrung des Telegraphengeheimnisses und des Fernsprechgeheimnisses verpflichtet. Unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse der Seefahrt und der Luftfahrt ist dagegen besonders bestimmt, daß für das Personal einer Fernmeldeanlage an Bord eines Fahrzeuges für Seefahrt oder Luftfahrt die Pflicht zur Wahrung des Geheimnisses nicht gegenüber dem Führer des Fahrzeuges oder seinem Stellvertreter besteht. Neu ist, veranlaßt durch die besonderen Verhältnisse des Funkwesens, die Bestimmung, daß, wenn durch eine Funkanlage, die von anderen als Behörden betrieben wird, Nachrichten empfangen werden, die von einer öffentlichen Zwecken dienenden Fernmeldeanlage übermittelt werden und für die Funkanlage nicht bestimmt sind, der Inhalt der Nachrichten sowie die Tatsache ihres Empfangs auch von Personen, für die eine Pflicht zur Geheimhaltung an sich nicht besteht, anderen nicht mitgeteilt werden dürfen. Für Seefahrt und Luftfahrt gelten dieselben Ausnahmen wie vorstehend angegeben. Neben Vorschriften über die Auskunfterteilung in strafgerichtlichen Untersuchungen, die in der Strafprozeßordnung nicht vorgesehen ist, und einer Bestimmung, daß eine unterschiedliche Behandlung zwischen den im Gewahrsam der Deutschen Reichspost und den im Gewahrsam einer nicht der Deutschen Reichspost gehörenden deutschen Telegraphenanstalt befindlichen Telegrammen nicht besteht, ist Vorsorge getroffen, daß durch die Vorschriften über das Telegraphengeheimnis das zur Sicherheit des See- und Luftverkehrs unentbehrliche Mittel der Funktelegraphie nicht gerade in den wichtigsten Fällen versagt. Der Führer eines deutschen Fahrzeugs für Seefahrt und Luftfahrt kann aus wichtigen Gründen der Führung des Fahrzeugs von den Personen, die eine auf dem Fahrzeug befindliche Funkanlage bedienen oder beaufsichtigen, verlangen, daß Nachrichten aufgenommen und ihm mitgeteilt werden, die nicht für die Funkanlage bestimmt sind, ohne daß diesen eine Prüfung der Berechtigung zusteht. Der Führer des Fahrzeugs darf Nachrichten, die von einer auf dem Fahrzeug befindlichen Funkanlage empfangen oder abgesandt sind, auch Dritten mitteilen, soweit die Nachrichten erkennen lassen, daß einem Fahrzeug oder Menschenleben Gefahr droht, und soweit die Mitteilung geschieht, um die Gefahr abzuwenden.

Im FAG sind die Strafbestimmungen geändert und erweitert. Nach dem alten TG wurde mit Geldstrafe oder mit Haft oder mit Gefängnis bestraft, wer vorsätzlich gegenüber den gesetzlichen Bestimmungen eine Telegraphenanlage errichtet oder betrieben hat. Die FunkVO sah für Funkanlagen nur Gefängnis vor und stellte auch den Versuch unter Strafe. In FAG ist allgemein für alle Fernmeldeanlagen Gefängnis oder Geldstrafe vorgesehen und die Straffälligkeit beim Versuch eingeführt worden. Neu ist, daß auch eine fahrlässige Verletzung des Fernmeldehoheitsrechts — allerdings nur auf Antrag der Deutschen Reichspost — mit Geldstrafe bestraft wird. Dies erschien nach den Erfahrungen namentlich bei unerlaubten Funkanlagen nötig. Die Antragspflicht der Deutschen Reichspost soll ermöglichen, daß leichte Fälle nicht verfolgt werden. Neu ist ferner, daß die Verletzung von Verleihungsbedingungen sowie die Nichtbeseitigung der Anlagen nach Fortfall der Verleihung in festgesetzter Frist — auch hier nur auf Antrag der Deutschen Reichspost — unter Strafe gestellt wird (Gefängnis oder Geldstrafe bei Vorsatz, bei Fahrlässigkeit nur Geldstrafe). In Erweiterung der Vorschrift des alten TG, wonach mit Geldstrafe bestraft wurde, wer den Überwachungsvorschriften zuwiderhandelte, sind die Verhinderung und Störung der Überwachung sowie die Verweigerung oder unrichtige Erteilung von Auskünften bei Vorsatz (Gefängnis oder Geldstrafe) und bei Fahrlässigkeit (nur Geldstrafe) strafbar, jedoch nur auf Antrag der Deutschen Reichspost oder der mit der Überwachung beauftragten Behörde. Während die Strafvorschriften zum Schutze des Telegraphengeheimnisses im Strafgesetzbuch (§ 355) enthalten sind, stellt das FAG zum wirksamen Schutz des Funkgeheimnisses die Verletzung der Geheimnispflicht in privaten Funkanlagen unter Strafe (Gefängnis oder Geldstrafe). Neu ist ferner, daß der vorsätzliche Mißbrauch eines Notzeichens, das für Funkanlagen bei Not oder Gefahr in der Seefahrt, Binnenschiffahrt, Luftfahrt oder bei Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs vorgesehen ist, mit Gefängnis bestraft wird. Die Sicherheit der genannten Verkehrsmittel bedingt nach vorliegenden Erfahrungen diese scharfe Bestimmung. Neu ist schließlich der Schutz des Betriebes einer Funkanlage gegen absichtliche Verhinderung oder Störung geregelt. Dabei muß die vorsätzliche Verhinderung oder Störung durch Verwendung elektrischer Energie oder durch Entziehung einer für die andere Anlage bestimmten Energiemenge geschehen. Diese Bestimmung ergänzt — der Eigenart des Funkverkehrs Rechnung tragend — den schon bestehenden strafrechtlichen Schutz, den § 317 des Strafgesetzbuches aber nur dann gewährt, wenn Teile oder Zubehör der gestörten Anlage beschädigt oder verändert werden. Als Strafe ist, wenn die Verhinderung oder Störung eingetreten ist, Gefängnis oder Geldstrafe vorgesehen. Dient die Funkanlage nicht öffentlichen Zwecken, so wird die Tat nur auf Antrag verfolgt. Der Antrag kann zurückgenommen werden. Da Rechtswidrigkeit und Absicht vorliegen müssen, ist die Bestimmung für die Fälle von bloßen Rundfunkstörungen durch Starkstromanlagen nicht anwendbar. Als Schlußbestimmung der Strafbestimmungen ist im FAG, im allgemeinen entsprechend der FunkVO, die Einziehung der Geräte usw. in unerlaubten Anlagen für Fernmeldeanlagen jeder Art vorgesehen.

Im alten TG waren eingehendere Vorschriften über Straf- und Polizeiverfahren nicht enthalten. Es war nur der Grundsatz aufgestellt, daß verbotene Anlagen außer Betrieb zu setzen und zu beseitigen sind. Alles andere war der Landesgesetzgebung überlassen. Dem Grundgedanken der für Funkanlagen gegebenen Bestimmungen der FunkVO folgend, ist zunächst im FAG die Durchsuchung von Wohnungen, Geschäftsräumen und befriedetem Besitztum geregelt, wobei bestimmt ist, daß die Durchsuchung, da es als gegeben anzunehmen ist, daß Gefahr im Verzuge vorliegt, zur Nachtzeit stets zulässig ist, wenn sich in den Räumen oder auf dem Besitztum eine Funkanlage befindet oder der begründete Verdacht besteht, daß eine strafbare Handlung begangen wird oder begangen ist. Die Beteiligung von Beauftragten der Deutschen Reichspost, die im Interesse der Sache zweckmäßig ist, ist besonders als zulässig bezeichnet worden, um Einsprüche der Betroffenen auszuschließen. Das polizeiliche Zwangsverfahren ist anschließend im einzelnen geregelt.

Auch nach dem FAG gehören die auf Grund der Bestimmungen des Gesetzes entstehenden Streitigkeiten vor die ordentlichen Gerichte.



RUNDSCHAU.

Bahnen und Fahrzeuge.

Selbsttätige Zugsteuerung mit Druckluftklinkwerk. — Die großen Vorteile, welche eine völlig selbsttätige Zugsteuerung für den Betrieb von städtischen Schnell- und Vorortbahnen bietet, sind allgemein bekannt und haben

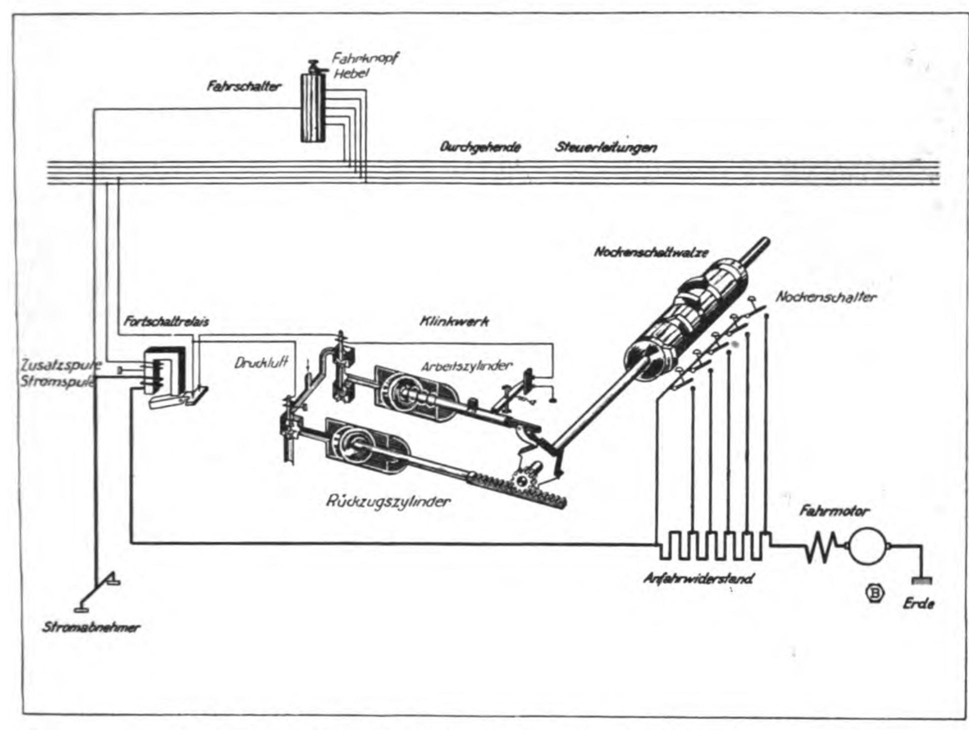


Abb. 1. Vereinfachtes Schaltbild der selbsttätigen Klinkwerksteuerung.

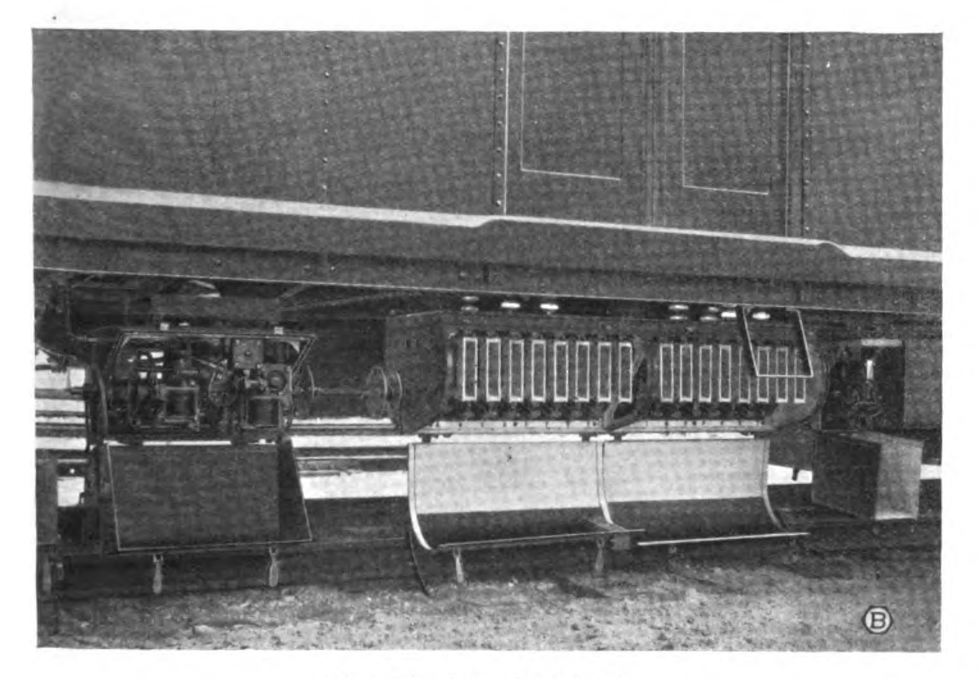


Abb. 2. Klinkwerk mit Schaltwalze.

zur Ausbildung verschiedener derartiger Steuerungssysteme geführt. Die dichte Zugfolge derartiger Bahnen stellt hohe Anforderungen an die Betriebsicherheit der Fahrzeuge. Nur ein Steuerungsystem, das mechanisch so einfach wie möglich ausgebildet ist, eine möglichst geringe Anzahl von Verriegelungskontakten enthält und nur wenige, den ganzen Zug durchlaufende Steuerleitungen benutzt, ist einfach genug, um die für derartige Betriebe notwendige Zuverlässigkeit zu gewährleisten.

Entscheidend für den Aufbau jeder selbsttätigen Steuerung ist der Antrieb der Schaltwalze. Wie vom Straßenbahnbetrieb her bekannt, muß die Schaltwalze ruckweise von Stufe zu Stufe vorwärtsgedreht, dagegen beim Ausschalten möglichst schnell auf die Nullstellung zurückgezogen werden. Die gleiche Bewegung muß auch eine selbsttätige Steuerung besitzen, wenn die Schalteinrichtungen und die Motoren keinen unnötigen Beanspruchungen ausgesetzt werden sollen. Die Bergmann-Elektricitäts-Werke entwickelten daher ein elektropneumatisches Klinkwerk zum Antrieb der Schaltwalze, welches im Gegensatz zu gewöhnlichen Elektro- oder Druckluftmotoren von vornherein die hier verlangte Bewegungsart ausführt, ohne dabei zusätzlicher Einrichtungen, wie ausrückbarer Kuppelungen oder elektrischer Verriegelungskontakte zu bedürfen. In gemeinsamer Arbeit mit den Maffei-Schwartzkopff-Werken, Berlin, entstand daraufhin ein Steuerungsystem, das sich in jahrelangem Betrieb bei den Berliner nördlichen Vorortbahnen derart bewährte, daß es von der Reichsbahn-Gesellschaft auch für sämtliche Züge der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen gewählt und in Auftrag gegeben wurde.

Der Strom fließt entsprechend der stark ausgezogenen Linie (Abb. 1) vom Stromabnehmer über Anfahrwiderstände und die Fahrmotoren zur Erde. Der Einfachheit halber sind Fahrtwender, Serie-Parallelschaltung usw. hier nicht angedeutet. Es sind vielmehr nur die Anfahrwiderstände gezeichnet, die gruppenweise durch die zu einer Nockenschaltwalze zusammengebauten Steuerschalter kurzgeschlossen werden. Die Nockenschaltwalze wird durch das Klinkwerk gedreht: Auf ihr ist ein Zahnrad aufgekeilt, in das eine Klinke eingreift, die durch den im Arbeitszylinder befindlichen Kolben bewegt wird, und das bei jedem Hube des Klinkwerkes um genau eine Zahnteilung, d. h. um eine Fahrstufe vorwärtsbewegt wird. Ferner enthält das Klinkwerk noch einen Rückzugzylinder, der durch Zahnstange und Ritzel die Nockenschaltwalze ohne Stufung unmittelbar auf die Nullstellung zurückzieht.

An jedem Zylinder befindet sich ein elektrisch gesteuertes Druckluftventil. Gelangt Strom in die Ventil-

spule des Arbeitszylinders, so öffnet sich das Ventil, die Druckluft tritt in den Zylinder und stößt das Zahnrad um einen Zahn weiter. Unmittelbar vor Beendigung seines Hubes öffnet der Kolben des Arbeitszylinders durch Anschlag einen Kontakt und macht dadurch seine Ventilspule stromlos. Damit wird die Zufuhr neuer Druckluft in den Arbeitskolben gesperrt, die im Zylinder befindliche Luft kann nach außen entweichen, und der Kolben wird durch eine Feder, die in Abb. 1 nicht dargestellt ist, wieder in die Anfangstellung zurückgeworfen, ist also für einen weiteren Hub bereit. Umgekehrt läßt das Ventil des Rückzugzylinders nur dann Druckluft eintreten, wenn seine Ventilspule stromlos ist. Abb. 2 zeigt das Klinkwerk mit dazugehöriger Schaltwalze.

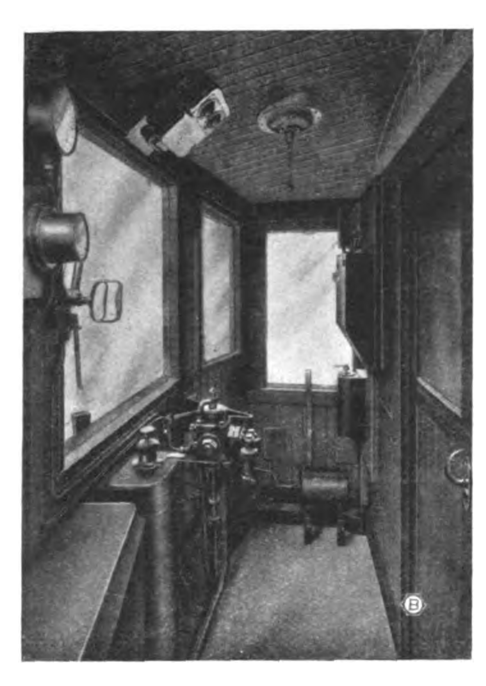


Abb. 3. Innenansicht des Führerstandes eines Triebwagens mit selbsttätiger Steuerung.

Die Arbeit des Klinkwerkes wird von einem Fortschaltrelais überwacht. Dieses veranlaßt das Klinkwerk zum Einschalten der nächsten Fahrstufe, sobald der Motorstrom infolge der zunehmenden Fahrgeschwindigkeit kleiner als ein bestimmter Grenzstrom geworden ist, bzw. zum Stehenbleiben auf der erreichten Fahrstufe, solange der Motorstrom noch zu groß ist. Überschreitet der Motorstrom einen Grenzwert, so zieht das Fortschaltrelais den Anker an und öffnet damit einen Hilfskontakt, über den der Strom zum Arbeitsventil des Klinkwerkes fließt, so daß der Arbeitszylinder nicht weiterschalten kann. Ist der Motorstrom dagegen kleiner als der eingestellte Grenzwert, so fällt der Relaisanker ab und schließt den Hilfskontakt, so daß das Klinkwerk weiterschaltet. Außerdem liegt auf dem Kern des Fortschaltrelais noch eine Zusatzspule, die in entgegengesetzter Richtung wie die Starkstromspule vom Strom durchflossen wird. Erhält diese Spule Strom, so fällt der Relaisanker schon früher, d. h. bei größerem Motorstrom, ab, und das Fahrzeug erhält eine höhere Anfahrbeschleunigung.

Durch alle Wagen des ganzen Zuges geht eine Reihe Steuerleitungen, von denen die eine sämtliche Ventilspulen aller im Zuge vorhandenen Klinkwerke und eine zweite die Zusatzspulen sämtlicher Fortschaltrelais speist. Die übrigen Steuerleitungen dienen zur Betätigung der Fahrtwender, Pumpen, Heizstromkreise usw. Zum Anfahren muß der Führer die gewünschten Steuerleitungen des Zuges unter Spannung setzen. Dies geschieht durch Drehen eines kleinen am Fahrschalter angebrachten Hebels (vgl. Abb. 3) auf die entsprechend bezeichnete Stellung. Ist dies geschehen, so setzt sich der Zug in der gewünschten Weise in Bewegung, sobald der Führer den auf dem Fahrschalter angebrachten Knopf herabdrückt. Erst dann erhalten nämlich die Ventilspulen Strom, so daß die Klinkwerke zu arbeiten beginnen. Ist die gewünschte Fahrgeschwindigkeit erreicht, so läßt der Führer den Knopf los, die Ventilspulen werden stromlos, und infolgedessen ziehen alle Rückzugzylinder die Nockenschaltwalzen in die Nullstellung zurück, so daß die Motoren abgeschaltet werden.

Bei der für die Berliner Stadt- und Ringbahn ausgeführten Steuerung sind vier Anfahrarten möglich:

rückwärts langsam } für Rangierbewegungen,
vorwärts langsam }
vorwärts mit 0,3 m/s² Beschleunigung,
vorwärts mit 0,5 m/s² Beschleunigung.

Selbstverständlich läßt sich die Steuerung auch für andere Anfahrarten in entsprechender Weise durchbilden. Man kann sie auch ohne weiteres für selbsttätiges elektrisches Bremsen entwickeln, falls die Betriebsverhältnisse dies wünschenswert erscheinen lassen. Die Druckluftzylinder lassen sich ferner durch Zugmagnete oder dergleichen ersetzen, so daß Druckluft gänzlich vermieden wird. So besteht eine Fülle von verschiedenen Entwicklungsmöglichkeiten; indessen ist schon jetzt die Entwicklung so weit fortgeschritten, daß die selbsttätige Steuerung dieser Bauart wesentlich einfacher ist als die zur Zeit noch üblichen nicht selbsttätigen Schützen-Vielfachsteuerungen; denn sie enthält wesentlich weniger Hilfskontakte, Einzelteile und Steuerleitungen. *Sb.*

Die Bayerische Zahnradbahn Garmisch-Partenkirchen—Zugspitze. — Das Projekt einer Zugspitzbahn, das vor einigen Tagen durch die bayerischen Behörden konzessioniert wurde, hat als Urheber Dr.-Ing. R. Zehnder, Direktor der Montreux-Berner Oberland-Bahn und Mitglied der Direktion der Berner Alpenbahn-Gesellschaft Bern—Lötschberg—Simplon in Montreux (Schweiz) sowie dessen Mitarbeiter, die bekannte Baufirma J. Frutiger's Söhne in Oberhofen (Thunersee) und Ing. W. Siegfried in Bern.

Das Projekt sieht eine gemischte Reibungs-Zahnrad-Bahn von Garmisch-Partenkirchen (707 m ü. M.) bis zur Station Zugspitze-Platt (2550 m ü. M.) vor. Von hier bis zur Endstation Zugspitzgipfel (2901 m ü. M.) werden die Reisenden durch eine 516 m (schief 624 m) lange Drahtseilbahn, System von Roll (mit Keilkopfschiene und Zangenbremsen), befördert. Die ganze Länge der Bahn beträgt, horizontal gemessen, 17 819 m.

Hiervon entfallen auf die

Reibungstrecke Garmisch-Obergrainau mit Höchststeigung von 40 ‰ . . . . 7,32 km
Zahnstangenstrecke Obergrainau-Platt, mit Höchststeigung von 250 ‰ . . . . 9,983 km
Seilbahnstrecke Platt-Zugspitze mit Höchststeigung von 680 ‰ . . . . 0,516 km.

Die Linie wird meterspurig und mit elektrischem Betrieb (Gleichstrom, 1500 V) erstellt werden. Der Bau soll in 3 Etappen unterteilt werden, denen die folgenden Sektionen entsprechen.

	Wagrechte Baulänge	Höhenunterschied	Mittlere Steigung
Garmisch—Eibsee . .	10 383 m	292,60 m	28 ‰
Eibsee—Platt	6 920 m	1 550 m	224 ‰
Platt—Zugspitze . . .	516 m	351 m	680 ‰
Zusammen	17 819 m	2 193,60 m	123,5 ‰

Um den infolge der topographischen Bodengestaltung nicht unerheblichen Schwierigkeiten in der Linienführung dieser Bergbahn aus dem Wege zu gehen und den Gefahren des Winters für diese das ganze Jahr hindurch zu betreibende Linie auszuweichen, ist der ganze obere Teil der Bahn, von 14,2 km an (d. h. von einer Höhe von etwa 1790 m ü. M.) in das Berginnere verlegt. Aber schon unterhalb dieses Punktes wird ein rd. 280 m langer Tunnel notwendig (Abb. 4). Die gesamte wagrechte Länge der Tunnels beträgt 3726 m.

Als Zahnstange ist die verbesserte Riggenbachsche Zahnstange, die an der Wengernalp-Bahn eingebaut ist, in Aussicht genommen.

Es ist vorgesehen, daß auf der ersten Teilstrecke Garmisch—Eibsee Triebwagenzüge von etwa 167 t Gesamtgewicht, die 500 Reisende zu fassen vermögen und eine größte Zugkraft von 22 400 kg am Rad erfordern, auf der Teilstrecke Eibsee—Platt Züge von 114 t, entsprechend einem Fassungsraum für 372 Reisende und einer größten Zugkraft von 28 600 kg, verkehren werden. Die Züge fahren auf der Höchststeigung von 250 ‰ mit einer Geschwindigkeit von 7,5 km/h. Dies erfordert am Rad eine Leistung von 840 PS. Es werden aber zur Zeit auch noch Studien über die Verwendung von Lokomotiven gemacht.

Die Wagen der Seilbahnstrecke fassen bequem 80 Personen. Da diese Strecke schief gemessen nur 624 m lang ist, werden sich hier die Züge (Fahrgeschwindigkeit 2,5 m/s) in kurzen Abständen (etwa alle 5 . . . 7 min ein Doppelzug) folgen können. Der höchste am Seil auftretende Zug ergibt sich zu etwa 10 500 kg.

Das Umformwerk wird in Eibsee erbaut werden. Es sind für den ersten Ausbau drei Einankerumformer von je 1000 kW Gleichstromleistung und außerdem ein Dieselsatz von 2000 PS vorgesehen.

Die Fahrzeit ab Garmisch stellt sich bis Eibsee auf 26 min und für die gesamte Strecke bis Zugspitze auf rd. 1½ h. Man wird also von München aus mit dem Schnellzug den Zugspitzgipfel in 3¼ ... 3¾ h erreichen können.

Die Baukosten sind, alles in allem, auf rd. 10 Mill. RM veranschlagt. Die Berechnung derselben erfolgte in eingehender Weise auf Grund der durch die Projektverfasser ausgearbeiteten baureifen und vom Ministerium und der Gruppenverwaltung Bayern der Reichsbahn genau überprüften Pläne.

An der Spitze der Finanzgruppe, welche die Mittel zum Bau dieser auf den höchsten und zugleich populärsten Berg Deutschlands führenden Bahn zur Verfügung stellt, stehen die Berliner Lokalbahn- und Kraftwerke A. G., die der AEG nahestehende Bank für elektr. Werte A. G. in Berlin und die Süddeutsche Treuhand-Gesellschaft in München. *Z. Sp.*

Abb. 4. Lageplan der bayerischen elektrischen Zugspitzbahn.

Die Stromversorgung der Schweizerischen Bundesbahnen. — Die Erzeugung der für den elektrischen Betrieb der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) erforderlichen Energie erfolgt fast ausschließlich in eigenen Bahnkraftwerken, da es als geboten erschien, ein von der Privatindustrie unabhängiges Bahnnetz zu schaffen. Für den Betrieb der bis zu dieser Zeit mit Einphasenstrom 16⅔ Hz elektrisierten Linien von 1546 km Gesamtlänge, auf welchen sich nahezu drei Viertel des Gesamtverkehrs abwickelt, werden rd. 350 Mill. kWh ab Werk benötigt. Zwei Kraftwerkgruppen, Amsteg-Ritom und Vernayaz-Barberine, unterstützt durch kleinere Energielieferungen des Kraftwerkes Massaboden sowie der Bernischen und der Bündner Kraftwerke sind imstande, diesen Kraftbedarf bei hinreichender Reserve zu decken. Beide genannten Kraftwerkgruppen bestehen aus je einem Flußwerk Amsteg und Vernayaz, je einem Speicherwerk Ritom und Barberine und je einem Nebenwerk Göschenen und Trient, wovon letzteres sich noch im Bau befindet.

Die Kraftwerkgruppe Amsteg-Ritom[1] zusammen mit dem Nebenkraftwerk Göschenen, welches mit einem selbsttätig gesteuerten Asynchrongenerator ausgerüstet ist, weist eine installierte Maschinenleistung von 151 900 PS auf. Im Jahre 1927 leistete diese Gruppe rd. 45 000 PS dauernd, entsprechend einer nutzbaren Jahresarbeit von 270 Mill. kWh ab Werk. Ein Teil dieser Arbeit wurde in Form von Drehstrom, 50 Hz, vom Kraftwerk Amsteg für Industriezwecke abgegeben.

Die Kraftwerkgruppe Vernayaz-Barberine[2] mit dem Nebenkraftwerk Trient wird bei Vollausbau eine gesamte Maschinenleistung von 185 100 PS aufweisen. Die von ihr erzeugte nutzbare Jahresarbeit ab Werk wird in der Größenordnung gleich der der ersten Gruppe sein. Beim jetzigen Ausbau mit 145 700 PS installierter Leistung und nicht voller Ausnutzung wurde im Jahre 1927 eine Arbeit von rd. 131 Mill. kWh geleistet.

Für die Speisung des Fahrdrahtnetzes wurden 23 Transformatorenstationen errichtet. Die zuerst gebauten Unterwerke der Gotthardstrecke: Melide, Giubiasco, Giornico, Göschenen und Steinen sowie das Unterwerk Thun sind Gebäudestationen; die übrigen wurden als Freiluftanlagen erbaut, und zwar vierzehn nach der Bauart mit Eisenfachwerk und die letzten: Biel, Sargans und Grüze, nach der Flachbauart. Die Freiluftunterwerke, bei welchen nur Schaltstand, Eigenbedarfsanlage, Batterie und Werkstätte in einem Gebäude untergebracht sind, weisen kürzere Montagedauer, größere Übersichtlichkeit und leichte Möglichkeit für unvorhergesehene Erweiterung gegenüber Gebäudestationen auf. Die erzielten Ersparnisse der Baukosten belaufen sich auf 25 ... 30 %.

Sämtliche Unterwerke, bei welchen die Transformierung von 66 auf 15 kV vorgenommen wird, haben annähernd denselben Schaltungsplan. Die zwei ankommenden, mit Überspannungsableitern geschützten Oberspannungsleitungen können je nach Wahl und Betriebsverhältnissen auf das eine oder andere der zwei Sammelschienensysteme geschaltet werden. Die Transformatoren, die auf der Oberspannungseite durch zweipolige Ölschalter für eine Abschaltleistung von 400 000 kVA geschützt sind, werden auf die 15 kV-Speisesammelschiene mittels einpoliger Ölschalter für eine Abschaltleistung von 250 000 kVA geschaltet, indem ein Pol direkt an Erde und an das Geleise gelegt wurde. Eine Anzahl Speiseschalter gleicher Ausführung wie die 15 kV-Transformatorenschalter verbinden die unterteilte Fahrleitungssammelschiene mit der Speisesammelschiene und dienen zur unabhängigen Speisung der einzelnen Strecken. Parallel zu jedem Speiseschalter ist ein Prüfwiderstand von 2000 Ω mit einem Stromwandler eingebaut, an welchen ein Strommesser angeschlossen ist zwecks Prüfung des Isolationszustandes der betreffenden Fahrleitung, bevor ihre Zuschaltung an die Sammelschiene vorgenommen wird. Von den Fahrleitungsammelschienen zweigen über Streckenschalter die Leitungen zur Speisung der Fahrleitungen ab. Diese Leitungen können mit Trennschaltern einzeln geerdet werden. An dieselben sind auch die Überspannungsableiter mit selbsttätiger Funkenlöschung angeschlossen. An die 15 kV-Sammelschienen sind die Transformatoren für den Eigenbedarf angeschlossen.

Bei den drei Unterwerken Puidoux, Kerzers und Rupperswil, wo die Transformierung von 132 auf 66 kV vorgenommen wird, sind ebenfalls zwei Sammelschienensysteme, sowohl oberspannung- als unterspannungseitig vorhanden. Die zweipoligen 132 kV Ölschalter sind für eine Abschaltleistung von 500 000 kVA bemessen.

Insgesamt sind in den verschiedenen Unterwerken 77 Transformatoren aufgestellt. Davon sind 16 für Innenmontage gebaut, welche, mit Ausnahme der 5 Transformatoren des Unterwerkes Thun, die nur 2000 kVA leisten, eine Einzelleistung von 5000 kVA aufweisen. Die übrigen 61 Transformatoren sind im Freien aufgestellt. Die 66/15 kV-Transformatoren sind mit Radiatoren für natür-

[1] ETZ 1925, S. 777; 1922, S. 1 u. 50.

[2] ETZ 1927, S. 789.

liche Ölkühlung ausgerüstet; ihre Dauerleistung beträgt 3000 kVA, mit Ausnahme der 3 Transformatoren des Unterwerkes Puidoux, die 5000 kVA dauernd leisten. Acht Transformatoren sind für eine Übersetzung von 132 auf 66 kV und für eine Dauerleistung von 9000 kVA gebaut. Sie haben natürliche Ölkühlung durch Ölumlauf in getrennt aufgestellten Kühlbatterien. Bei sämtlichen Transformatoren ist ein Pol der 15 kV-Wicklung an das Gleis bzw. an Erde gelegt; der Mittelpunkt der 66 kV-Wicklung ist über einen hochohmigen Widerstand und einen Stromwandler und der Mittelpunkt der 132 kV-Wicklung bloß über einen Stromwandler an Erde gelegt. Der Stromwandler hat die Ölschalter der Transformatoren bei Erdschluß zur Auslösung zu bringen.

Verteilung der jeweiligen Belastungen können dann beim Zusammentreffen zweier solcher Abschnitte Spannungsdifferenzen von höchstens 10 % auftreten. Der Betrieb hat gezeigt, daß die Überbrückung dieser Streckentrenner von den Stromabnehmern vorgenommen werden kann, ohne daß dabei die Lokomotive Schaden nimmt.

Sämtliche Fahrdrahtabschnitte können bei Störungsfall durch Öffnen von Streckenschaltern, die nichts anderes sind als fernbetätigte Trennschalter unter Öl, weitgehend unterteilt werden. Diese Streckenschalter sind in einem besonderen Schaltposten bei jedem Hauptbahnhof aufge-

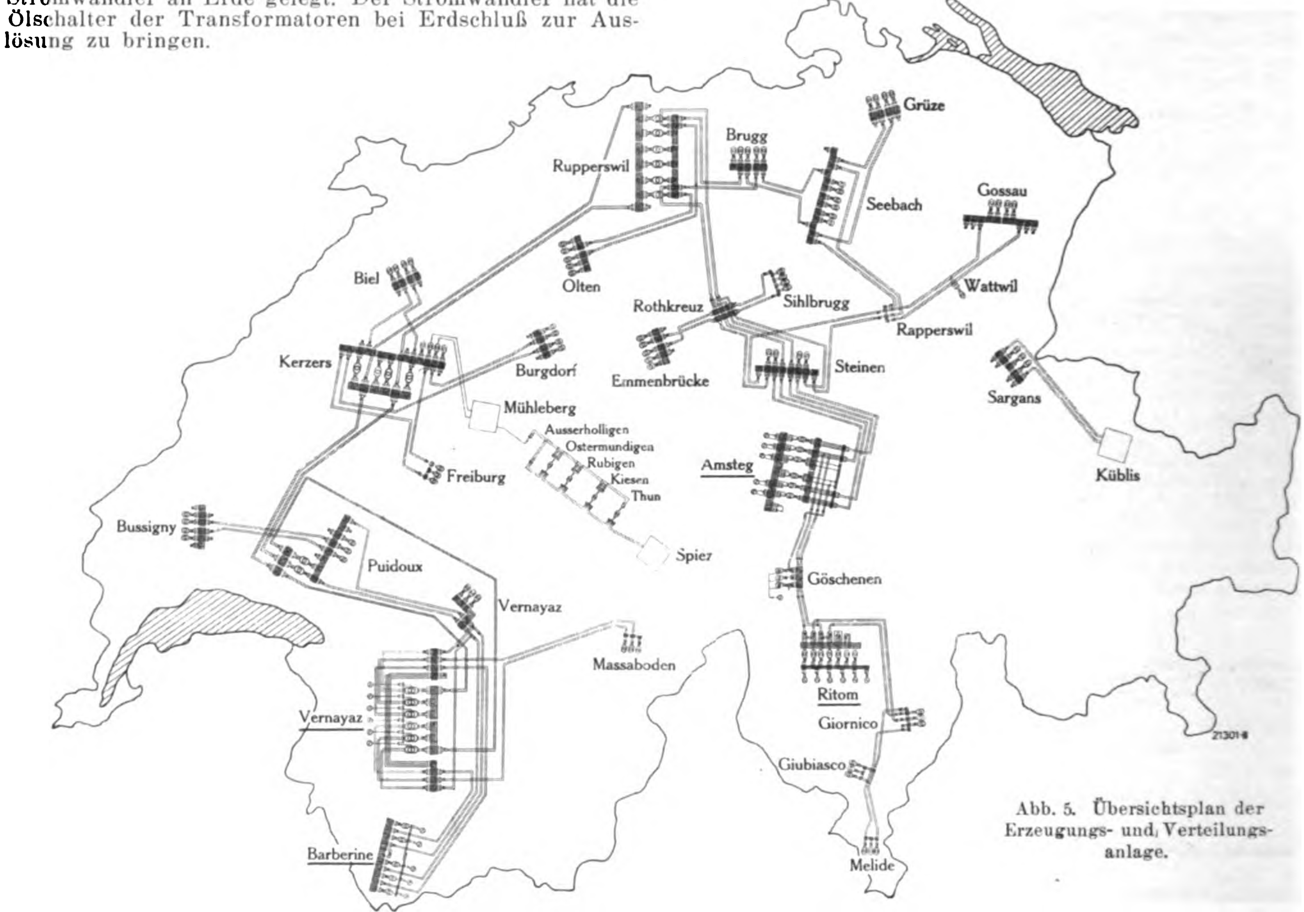


Abb. 5. Übersichtsplan der Erzeugungs- und Verteilungsanlage.

Das gesamte Verteilungsnetz der Schweizerischen Bundesbahnen geht aus dem Übersichtsplan (Abb. 5) hervor. Zur Zeit stehen im Betrieb: Eine 214 km lange 132 kV-Doppelfreileitung, bestehend aus vier Aluminiumleitern, die, vom Kraftwerk Vernayaz ausgehend, die Unterwerke Puidoux, Kerzers und Rupperswil verbindet; eine 644 km lange 66 kV-Freileitung, ebenfalls doppelt ausgeführt, welche die nähere Verbindung der Unterwerke bezweckt; ferner eine doppelte Kabelleitung von 59 km Länge zur Verbindung der Kraftwerke Amsteg und Ritom.

Es besteht die Möglichkeit des Parallelbetriebes sämtlicher Speisekraftwerke. Immerhin wird mit Rücksicht auf möglichste Begrenzung der bei den unvermeidlichen Kurzschlüssen auftretenden Kurzschlußströme der Betrieb normalerweise für die West- und Ostschweiz getrennt durchgeführt. Einzelne Generatoren einer Kraftwerkgruppe werden trotzdem im Bedarfsfall denjenigen der andern Kraftwerkgruppe parallel geschaltet. Die Kupplung erfolgt vom Kraftwerk Vernayaz bis zum Unterwerk Rupperswil auf der 132 kV-Übertragungsleitung, dann nach Herabsetzung auf 66 kV über das Unterwerk Steinen zum Kraftwerk Amsteg.

Infolge des getrennten Betriebes der zwei Hauptkraftwerkgruppen müssen Schutzstrecken an den Stoßpunkten der nicht synchron gespeisten Fahrleitungen eingebaut werden, damit beim Durchfahren der mit zwei Stromabnehmern ausgerüsteten Lokomotive kein Ausgleichstrom zwischen den zwei Kraftwerkgruppen hervorgerufen wird. Diese Schutzstrecke wird von den Zügen in Schwung stromlos befahren.

Die Unterteilung der Fahrdrahtspeisung wird zwecks Lokalisierung der Kurzschlüsse durchgeführt, so daß die einzelnen Abschnitte nur an einen bestimmten Speisepunktschalter eines Unterwerks angeschlossen sind. Je nach der

stellt und werden vom Bahnhofgebäude aus betätigt. Die Betätigung erfolgt nur im Einverständnis mit dem betreffenden Speiseunterwerk und im Störungsfalle nur nachdem der Kurzschlußstrom von dem Speisepunktschalter unterbrochen wurde.

Da das Auffinden des infolge Defekt geerdeten Fahrdrahtstranges durch sukzessive Zuschaltung der einzelnen Stränge und Messung des Prüfstromes unter Umständen eine längere Zeit in Anspruch nimmt, wurde die Strecke Bern—Romont versuchsweise mit einer selbsttätigen Vorrichtung zur selektiven Abtrennung fehlerhafter Fahrdrahtabschnitte ausgerüstet. Das Unterwerk Freiburg, welchem die Speisung der gesamten Strecke zukommt, ist ebenfalls für selbsttätigen Betrieb eingerichtet, obwohl dauernd überwacht. Die seit rund einem Jahr in Betrieb stehenden Einrichtungen bewirken in der kurzen Zeitspanne von etwa 40 s die Wiederinbetriebsetzung der Anlage nach erfolgter Abtrennung der beschädigten Strecken, so daß die Betriebsunterbrechung von den fahrenden Zügen kaum wahrgenommen wird.

Die neu gebauten Unterwerke Biel, Sargans und Grüze wurden ebenfalls für selbsttätigen Betrieb eingerichtet. Dadurch konnten wichtige Personalersparnisse erzielt werden.

Die erste große Etappe der Elektrisierung der Schweizerischen Bundesbahnen geht mit diesem Jahre ihrem Ende entgegen. Das große Werk, das unter Mitwirkung der schweizerischen Industrie von den Bundesbahnen geschaffen wurde, hat sich bereits für den strengen Betrieb als bestgeeignet erwiesen. F. Balestra.

Die 1926 elektrisch betriebenen Eisenbahnen Europas und Nordamerikas. — Das Statistische Reichsamt[1] gibt eine im wesentlichen das Jahr 1926 umfassende Übersicht

[1] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8, 1928. S. 95.

über die in Europa, den V. S. Amerika und Kanada elektrisch betriebenen Eisenbahnen, die, mit Ausnahme von Spanien, durchweg den überwiegenden Teil des Gesamtnetzes der einzelnen Länder berücksichtigt. Der prozentuale Anteil der elektrisierten an der hier überhaupt in Betracht gezogenen Streckenlänge (Spalte 6) zeigt deutlich den Einfluß von Bodengestaltung, Reichtum an Wasserkräften und z. T. auch des Kohlenmangels auf die Einführung des elektrischen Betriebes. Aus dem

Elektrische Eisenbahnen Europas und Nordamerikas[1].

Länder	Gesamtlänge des Schienennetzes (Streckenlänge) Ende 1925	Länge der Strecken, für welche die nebenstehenden Angaben gemacht sind	% der Gesamtstreckenlänge werden mithin durch die vorliegenden Angaben über den elektrischen Betrieb erfaßt	Ende 1926: Von der in Sp. 2 angeführten Streckenlänge werden elektrisch betrieben			Ende 1926	Ende 1926: davon elektrisch		Ende 1926	Im Jahre 1926	Im Jahre 1926: davon im elektrischen Betrieb		Im Jahre 1926
				insgesamt Streckenlänge	davon zwei- oder mehrgleisig	% der Streckenlänge	Bestand an Lokomotiven	insgesamt	% des in Sp. 7 erfaßten Bestandes	Bestand an elektrischen Triebwagen	Geleistete Lokomotivkilometer	insgesamt	% der Gesamtlokomotivleistung	Stromverbrauch
	km	km		km	km						1000 km	1000 km		1000kWh
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Deutschland[2])	57 751	53 416	92	1 006	587	1,88	25 921	301	1,16	343	607 875	10 986	1,81	193 390
Belgien	11 093	4 978	45	12	12	0,24	4 788	—	—	26	94 982	—	—	766
England	39 262	31 117	79	640	618	2,06	23 698	13	0,05	970	531 623	.	.	.
Estland	1 433	1 175	82	12	—	1,02	204	—	—	3	3 720	—	—	885
Frankreich	53 561	39 939	75	913	671	2,29	19 099	218	1,14	469	447 957	6 233	1,39	87 672
Italien	21 100	16 569	79	1 093	605	6,60	6 988	546	7,81	52	166 529	16 202	9,73	228 178
Niederlande	3 645	3 627	100	43	37	1,19	1 360	—	—	4	47 299	—	—	9 392
Norwegen	[3] 3 603	3 603	100	165	.	4,60	623	39	6,26	3	13 103	1 347	10,28	18 502
Österreich	7 038	5 808	83	503	.	8,66	2 666	112	4,20	29	[4] 54 468	[4] 3 933	[4] 7,22	[4] 35 972
Schweden	[3] 15 793	15 793	100	1 186	.	7,52	2 179	118	5,45	31	.	.	.	.
Schweiz 1925	5 261	5 261	100	2 287	.	43,71	1 402	386	27,53	.	45 934	13 058	28,43	.
Spanien	15 572	5 320	34	31	—	0,58	1 362	7	0,51	—	39 857	164	0,41	617
Tschechoslowakei	14 030	13 119	94	53	—	0,40	4 266	1	0,02	12	111 473	—	—	586
Ungarn 1925/26	9 529	7 668	80	66	15	0,86	2 069	4	0,19	11	35 841	342	0 95	969
V. S. Amerika 1925	403 785	378 022	94	2 693	.	0,71	63 974	362	0,57	.	.	.	.	.
Kanada 1925	64 926	64 926	100	3 640	.	5,61	5 752	29	0,50	.	.	.	.	.

[1] Für die europäischen Länder sind die Angaben zumeist dem „Bulletin de l'Union internationale des chemins de fer" entnommen. Die Angaben umfassen das Kalenderjahr 1926, soweit nicht in der Vorspalte abweichend angegeben. — [2] Ohne Saargebiet; am 31. XII. 1927 betrug das Schienennetz (Streckenlänge) der Deutschen Reichsbahn 53 623 km, davon elektrisch betrieben 1223 km = 2,28% (vorläufige Zahlen). Am 31. X. 1927 waren vorhanden: 25 146 Lokomotiven (davon elektrisch 312 = 1,24%) und 329 elektrische Triebwagen. — [3] Ende 1926. — [4] 1925.

Anteil der elektrischen Lokomotiven an dem gesamten Lokomotivbestand und der von ersteren gefahrenen Kilometer an der ganzen Lokomotivleistung ergibt sich ferner eine größere durchschnittliche Betriebsleistung der elektrischen gegenüber den Dampflokomotiven, wobei allerdings, wie das Reichsamt bemerkt, zu berücksichtigen ist, daß sich unter den letzteren eine Anzahl wegen erheblich höheren Alters und größerer Vielseitigkeit der Verwendung wesentlich weniger leistungsfähiger Maschinen befindet, und daß mit der eine beträchtliche Kapitalinvestition erfordernden Elektrisierung i. a. zunächst auf den verkehrsreichsten Strecken begonnen worden ist. Überblickt man die Entwicklung in Deutschland, so stehen den bei der Reichsbahn im Jahre 1914 elektrisch betriebenen 176 km Strecke Ende 1927 nach den vorläufigen Angaben bereits 1223 km gegenüber, wovon auf Bayern etwa 614 oder rd. 50 %, auf Schlesien 258 bzw. 21 % und auf Mitteldeutschland 189 km, d. h. 15,5 %, entfallen.

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Wie die in der Übersicht[2] zusammengestellten Angaben des Statistischen Reichsamts[1] zeigen, ist die Selbsterzeugung der 122 Elektrizitätswerke im März 1928 gegen den Vormonat um 43,4 Mill. kWh gestiegen, arbeitstäglich aber um 1,73 Mill. kWh zurückgegangen. Die Meßziffer betrug gegen den Monatsdurchschnitt 1925 128,32, gegen den gleichen Monat des Vorjahres 115,44. Der Anschlußwert der von 103 Werken unmittelbar belieferten industriellen und gewerblichen Abnehmer hat sich im Februar 1928, verglichen mit dem Januar, um 33 000 kW erhöht, während deren Verbrauch insgesamt eine Verringerung um 17,6 Mill. kWh aufweist. Arbeitstäglich ist er indessen um 32 000 kWh und nach Angabe der Quelle um 10,6 % über den des Parallelmonats von 1927 gewachsen. Die Meßziffer gegen letzteren war 110,61, gegen den Monatsdurchschnitt 1925 117,44. Im ersten Vierteljahr betrug die gesamte Stromerzeugung 3,53 Mill. kWh und war damit um 19 % höher als in der gleichen Zeit des Vorjahres (2,98 Mill. kWh).

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 663.
[2] Die in der Übersicht enthaltenen Zahlen sind den monatlich in Wirtsch. u. Stat. veröffentlichten Mitteilungen entnommen, gestatten aber, da sie öfters nachträglich berichtigt werden, nicht immer einen zuverlässigen Vergleich mit dem Vorjahr.

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh: insgesamt		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugt Mill. kWh: arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill. kW		Gesamtverbrauch Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill. kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: kWh/kW Anschlußwert	
	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927	1928	1927
I.	26	25	1238,9	1048,1	47,6	41,9	4,0	3,7	476,1	382,4	18,3	15,3	4,6	4,1
II.	25	24	1126,4	944,0	45,1	39,3	4,0	3,6	458,5	363,7	18,3	15,2	4,5	4,2
III.	27	27	1169,8	1022,9	43,3	37,9	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Wirtsch. u. Stat. Bd. 8. 1928, S. 315.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Bekanntmachung.

In der I. Verbandsversammlung des VDE am 18. Juni d. J. in Berlin wird die Eröffnungsansprache des Vorsitzenden nebst Begrüßungsantworten der Gäste auf den Rundfunksender Berlin, Stettin und Königswusterhausen übertragen.

Kommission für Installationsmaterial.

Berichtigung.

In dem Schlußentwurf der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I./1928", veröffentlicht ETZ 1928, Heft 22. S. 834, sind folgende Berichtigungen vorzunehmen:

§ 57.

„b) Wird die Berührung der Gewindehülse mit dem Metallmantel und sonstigen Metallteilen durch besondere Mittel verhindert, so müssen diese so ausgebildet sein, daß sie nicht ohne Werkzeuge abnehmbar sind oder spannungsführende Teile nach ihrer Entfernung nicht berührt werden können."

§ 58.

Hinter den 1. Absatz ist einzufügen:
„Prüflehren nach DIN VDE 9617."

§ 70.

„c) Isolierstelle der Fassungen E 27, die das Glas der Lampe berühren, müssen mit 180 °C, Betätigungsteile mit 100 °C, alle übrigen Isolierteile mit 150 °C geprüft werden."



Kommission für Schaltgeräte.

Zu dem Entwurf der „Leitsätze für Motorschutzschalter mit thermisch verzögerter Überstromauslösung", veröffentlicht ETZ 1928, Heft 17, S. 664, war ein Einspruch eingegangen, der von der Unterkommission für Motorschutzschalter behandelt worden ist.

Die Unterkommission legt den Entwurf entsprechend den in der ETZ 1928, Heft 17, veröffentlichten Wortlaut der Jahresversammlung 1928 zur Beschlußfassung vor.

In dem Abschnitt A „Allgemeine Begriffsbestimmungen" wird hinter dem dritten Absatz eingefügt:

„Soweit im nachstehenden von einer Verhinderung des Wiederanlaufs gesprochen ist, ist beim Fehlen einer Spannungsrückgangsauslösung unter gewissen Umständen ein kurzes Anrucken des Motors möglich."

Im letzten Absatz des Abschnittes E „Verwendung" ist hinter Nennstromstärke einzufügen:

„(Siehe auch C, 6.)"

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.



Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin W 57, Kurfürstenstraße 15/16.

Betr.: Unberechtigte Verwendung des VDE-Zeichens.

Es befinden sich Sicherungspatronen im Handel, welche auf dem Fußkontakt das VDE-Zeichen und auf dem Stirnkontakt außer den Angaben über Nennspannung und Nennstromstärke die Zeichen ⏚ und (S) tragen.

Die Firma, die diese Zeichen führt, hat von der VDE-Prüfstelle bisher nicht die Berechtigung erhalten, das VDE-Zeichen auf ihren Sicherungspatronen anzubringen.

Vor dem Ankauf von Sicherungen, die außer den oben angeführten Zeichen auch das Prüfzeichen des VDE führen, muß daher gewarnt werden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
I. A.: Saß.

SITZUNGSKALENDER.

Physikal. Gesellschaft zu Berlin u. Dt. Gesellschaft f. techn. Physik. 15. VI. 1928, abends 7½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. T. H.: Vortrag E. Giebe, „Piezoelektrische Erregung elastischer Schwingungen".

Dt. Beleuchtungstechn. Gesellschaft, Berlin. 22. u. 23. VI. 1928, 16. Jahresversammlung in Karlsruhe, mit folg. Vorträgen: a) 22. VI. 1928, vorm. 9¼ h, gr. Rathaussaal. 1. Dr. H. Lux, „Allgem. über Lichtreklame vom techn. Standpunkt". 2. Prof. P. Behrens, „Lichtreklame im Städtebild". 3. Dr.-Ing. Jakob, „Lichtreklame und Wirtschaft". 4. Dr.-Ing. Wiegand, „Die Verwend. d. Glühlampe u. d. Gasentladungsröhre in der Lichtreklame". 5. Dr.-Ing. Adolph, „Das Anleuchten von Gebäuden". 6. Dr. Bertelsmann, „Die Verwend. d. Leuchtgases zur Reklame". 7. Dipl.-Ing. Haase, „Wanderschriftreklame". b) 23. VI. 1928, vorm. 9¼ h, Hörsaal d. chem.-techn. Inst. d. T. H.: 1. Dipl.-Ing. Schneider, „Über lichttechn. Vorführ. u. ihre Ausbildung". 2. Prof. Teichmüller, „Die neue Lichthalle d. Lichttechn. Inst. d. T. H.". c) Besichtigungen. — Auskunft durch die Geschäftstelle, Berlin W 35, Lützowstr. 35-36.

Dt. Gesellschaft für Metallkunde, Berlin. 23. bis 26. VI. 1928, 10. Hauptversammlung in Dortmund mit folg. Vorträgen: a) 24. VI. 1928, vorm. 10 h, Rathaussaal. 1. Prof. Sieverts, „Aufnahme von Gasen durch Metalle". 2. Dr.-Ing. Schulz, „Die technolog. Bedeut. d. Gase in den Metallen". 3. Dr.-Ing. Hessenbruch, „Neuzeitl. Verfahren z. Untersuch. d. Gase in Metallen". 4. Dr.-Ing. Rapatz, „Über schädl. u. nützl. Wirk. d. Gase im Stahl". 5. J. Czochralski, „Sonderfragen a. d. Geb. d. Nichteisenmetalle". 6. Dr. Rohn, „Techn. Eigensch. d. im Vakuum geschmolzenen Metalle". b) 25. VI. 1928, vorm. 9½ h, Kasino, Betenstraße 18-20: 1. Dr. E. Schmid, „Bedeut. d. mechan. Zwillingsbild. f. Plastizität u. Verfestigung". 2. Dr. G. Masing, „Beobacht. über d. Gleitvorgänge im Zink und im Kadmium beim Walzen". 3. Prof. v. Schwarz, „Die Anwend. d. Polarisations-Mikroskopes b. d. Untersuch. v. Kupferleg." 4. Dr.-Ing. Haas, „Neuere dilatometr. Untersuch." 5. Dr. Köster, „Interkristalline Korrosion des Nickels". 6. Prof. Guertler, „Untersuch. d. Säurefestigk. d. Systems Chrom-Eisen-Nickel". 7. Prof. Sauerwald, „Einige neue Versuche z. Herstellung synthet. Körper aus Metallpulvern". 8. Dr. E. Scheil, „Beitrag zur Transkristallisation des Aluminiums". 9. Prof. Guertler, „Kernbild. u. Kristallisationsgeschwindigkeit b. d. Aluminiumvergütung". 10. Dr.-Ing. Sachs, „Festigkeitseigensch. v. Kristallen einer vergütbaren Aluminiumleg.". 11. Prof. Fraenkel, „Neue Untersuch. an vergütbaren Aluminiumleg.". 12. Dr.-Ing. Haase, „Verhalten von Mangan im Aluminium". 13. Dr. G. Masing, „Röntgenometr. Verfolg. d. Vergütungsvorg. in Beryllium-Kupferleg.". 14. Dr. Dahl, „Volumenänd. b. Vergüten von Beryllium-Kupferleg.". c) 26. VI. 1928: Besichtigungen. — Auskunft durch die Geschäftstelle, Berlin, Friedrich-Ebert-Straße 27.

LITERATUR.

Besprechungen.

50 Jahre Fernsprecher in Deutschland 1877 bis 1927. Von Dr.-Ing. E. h. E. Feyerabend. Mit 132 Textabb. u. 231 S. in 4°. Herausg. v. Reichspostministerium. R. v. Deckers Verlag, Berlin 1927. Preis geb. 16 RM.

An Hand einer reichen Literatur wird in diesem Werk von einem Fachmann, der selbst an der Entwicklung des Fernsprechers in Deutschland an maßgebender Stelle mitarbeiten konnte, ein umfassendes Bild des Werdens dieses heute unentbehrlichen Verkehrsmittels gegeben. Von dem ersten Versuch Stephans am 26. X. 1877 zwischen Generalpostamt, Leipziger Straße, und dem General-Telegraphenamt in der Französischen Straße, führt der Verfasser den Leser durch alle Stufen der technischen Entwicklung zu den jetzigen Betriebsformen des Selbstanschlußbetriebs, Schnell- und Fernverkehrs. Dabei sind die technischen Dinge in so einfacher und klarer Weise dargestellt, daß sie auch dem Nichtfachmann verständlich sein werden und ihn in die Geschichte eines Zweiges der Nachrichtentechnik einführen, der eine einzigartig schnelle Entwicklung zu verzeichnen hatte. Im Anschluß an die Vorgeschichte des Fernsprechers mit den Versuchen von Reis und Bell sowie der Einführung in den öffenlichen Verkehr folgt die Entwicklung der Technik der Amts- und Nebenstelleneinrichtungen bis zum heutigen Tage. Weitere Abschnitte sind dem Leitungsbau, dem Betrieb, dem drahtlosen Fernsprechen, der Organisation der Verwaltung, dem Personalwesen, dem Finanzwesen und der Stellung des Fernsprechwesens in Staat und Wirtschaft gewidmet. Zahlreiche gute Abbildungen und außerordentlich wertvolle Schaulinien mit statistischem Material erleichtern das Verständnis und die Übersicht.

Aus den Schlußbemerkungen des Verfassers spricht die große Sorge für die weitere Entwicklung dieses unentbehrlichen Verkehrsmittels in Deutschland. Technisch sind wir gerüstet, aber die Lasten des Dawes-Abkommens, die zur Überorganisation der Verwaltungen, zur Mittelentziehung nach politischen Gesichtspunkten und zur Verhinderung einer gesunden Anleihepolitik zu führen drohen, stehen wie eine finstere Wolke am Horizont. Deshalb sollen die Schlußworte des Verfassers, dessen Liebe zu seinem Werk aus jeder Zeile spricht, als Mahnung hier Platz finden:

„Die Deutsche Reichspost wird als berufene Förderin des Verkehrs stets ihre ganze Kraft in die Weiterentwicklung des Fernsprechwesens setzen. Mögen auch diejenigen, deren Aufgabe es ist, der Wirtschaft zu dienen, niemals übersehen, daß die Grundlage aller Wirtschaft der Verkehr ist und daß eines seiner wirksamsten Werkzeuge der Fernsprecher ist! Mögen sie daher auch nicht vergessen, daß das Fernsprechwesen nur dann auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit bleiben kann, wenn es unbehindert an seiner technischen und wirtschaftlichen Vervollkommnung arbeiten kann und wenn ihm laufend Geldmittel zufließen, deren es bedarf, um die Fortschritte der Wissenschaft und Technik für seine Zwecke nutzbar machen zu können!"

Kruckow.

Abschluß des Heftes: 9. Juni 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 20 500 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 21. JUNI 1928
—964)

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang | Berlin, 21. Juni 1928 | Heft 25

Das Kyllkraftwerk der Stadt Trier.

Von Direktor **A. Blechmann**, Trier.

Übersicht. Es werden der Um- und Erweiterungsbau einer veralteten Wasserkraftanlage beschrieben, die dadurch beachtenswert geworden ist, daß eine dauernde Bedienung der gesamten Anlagen entbehrt werden kann.

I. Lage, Vorgeschichte, Hydrographisches.

Im anmutigen Kylltale, unweit der alten Stadt Trier bei dem Flecken Ehrang, liegt an dem Wege zur Burg Ramstein das neuerrichtete Kyllkraftwerk (Abb. 1). Ist das Werk in seinem Ausmaße und seiner Leistung klein, gemessen an der Leistung der Elektrizitätswerke der Stadt Trier und den heutigen Großkraftwerken, so ist es dennoch bedeutend in seiner neuzeitlichen technischen Einrichtung, die allen Ansprüchen in bezug auf bedienungsloses Arbeiten genügt.

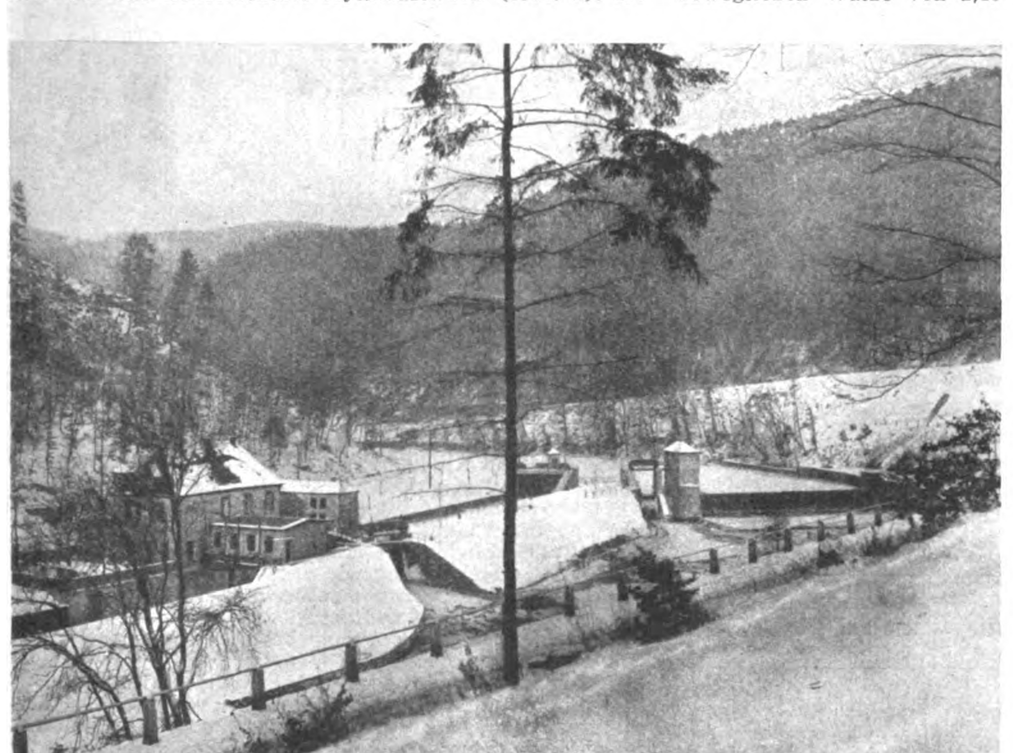


Abb. 1. Das Kyllkraftwerk der Stadt Trier.

Das vordem bestehende feste Wehr mit Kraftwerk war 1902 zur Elektrizitätsversorgung der Umgebung von Ehrang errichtet worden und wurde 1909 von der Stadt Trier zur Beseitigung einer die einheitliche Elektrizitätswirtschaft hemmenden Enklave käuflich erworben. Nach einem kleinen Umbau 1915 zeigte das damalige feste Wehr stetig fortschreitende, bedenkliche Unterwaschungen seiner Sohle, so daß die Werkleitung 1926 endgültig zu dem notwendigen Neubau schritt. Zur besseren wirtschaftlichen Ausnutzung wurde der Stau von 2 m auf 3 m erhöht.

An der Wehrstelle hat die Kyll ein Einzugsgebiet von 820 km², das aus weiten Hochflächen der Eifel besteht, die durch tief eingeschnittene Täler entwässern. Die Kyll weist einen gebirgsflußartigen Charakter auf, sowohl Hochwässer von 400 m³/s Abfluß kommen vor, wie auch Niedrigwasser von 2 m³/s. Der gewöhnliche Abfluß wurde zu 7,5 m³/s ermittelt.

II. Die Wehrbauten.

Anfang Juni 1926 wurde mit dem Bau des neuen Wehres begonnen. Das Wehr (Abb. 2) besteht aus einer beweglichen Walze von 2,40 m Dmr. und 32 m Länge, welche auf zwei Pfeilern gelagert ist. An der Walze ist tangential ein Stauschild angebracht, das beim Herunterlassen der Walze sich an die feste Stauschwelle anlegt und hierdurch dicht schließt. Unter der Stauschwelle reicht eine 1 m starke Herdmauer aus Beton 8...10 m tief unter der Flußsohle bis in den festen Fels, um einen Wasserdurchfluß unter dem Wehr her zu vermeiden. An die Stauschwelle schließt sich flußabwärts ein massives Sturzbett an, das Auskolkungen der Flußsohle im Unterwasser verhütet.

In dem Wehrhaus befindet sich das zugehörige, elektrisch betriebene Windwerk, das mit einer am Umfange der Walze angreifenden verstärkten Gallschen Kette die Walze drehend und hebend bewegt. Die Walze besitzt an den beiden Enden je einen starken Zahnkranz, dessen Zähne in eine schräge Zahnstange an den Pfeilern eingreifen. An diesen Zahnstangen wälzt sich die Walze beim Heben und Senken ab. Durch diese Konstruktion wurde ein dritter Pfeiler gespart, wie er bei einer Schützenkonstruktion notwendig gewesen wäre.

Das Heben und Senken der Walze wird von einem 8,5 PS-Elektromotor bewerkstelligt, der von einem Hilfsmotor gesteuert wird. Dieser Hilfsmotor kann von Hand geschaltet werden oder von einem Schwimmer, der sich im Pegelhause befindet und bei einem bestimmten Wasserstand etwa 10 cm über der zugelassenen Stauhöhe Kontakt auf Öffnen oder bei entsprechender Stausenkung Kontakt auf Schließen des Walzenwehres gibt. Diese selbsttätige Stauregelung dürfte hier zum ersten Male in Europa angewandt worden sein.

Neben dem Wehrhauspfeiler befindet sich die Fischtreppe nach Dénil, weiterhin die Grundablaß- und die Kanaleinlaufschütze, die beide elektrisch zu betätigen sind. In der Verlängerung dieser Linie ist von der Bodenhöhe bis auf den Felsen und bis an den Berg ein

Tonkern eingebracht worden, um zu verhüten, daß Stauwasser unter Umgehung der Wehrbauten zum Unterwassergraben sich unterirdisch durchdrückt.

Das Kraftwasser fließt bei Öffnung der Kanaleinlaufschütze durch den Oberwasserkanal zum Turbinenhaus und passiert hierbei zunächst einen schräg zur Stromrichtung vertikal gestellten Grobrechen. Seitlich hiervor befindet sich die Spülschütze oder der Freifluter, durch dessen Senkung größere vor dem Grobrechen angeschwemmte Gegenstände abgeflutet werden können. Das Kraftwasser gelangt weiter durch den Feinrechen (Abb. 3), der durch elektrisch bewegte Bürsten selbsttätig rein gehalten wird (System G e i g e r), in die beiden Turbinenkammern, die durch die Einlaufschützen abgeschlossen werden können.

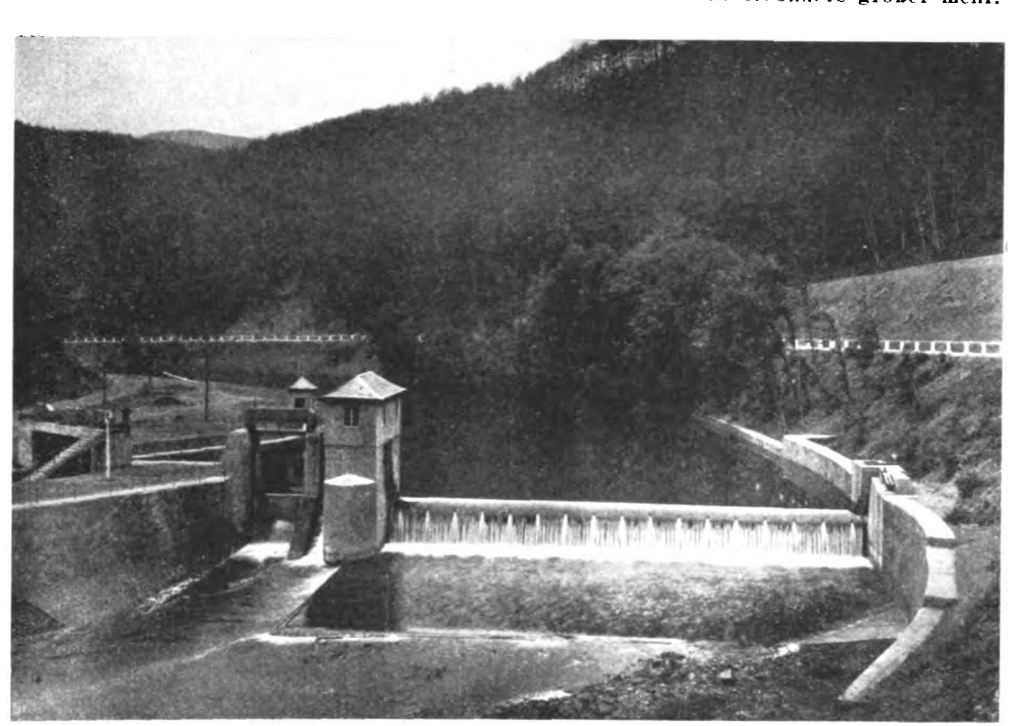


Abb. 2. Walzenwehr, Fischpaß, Grundablaß, Kanaleinlaufschütze mit Wehr und Pegelhaus.

Die Leistung der Anlage hat sich durch den Umbau wie folgt erhöht:

	Nutzbares Gefälle m	Schluckfähigkeit in m³/s Turbine I	Turbine II	I u. II
vorher . .	2,47	5,4	8,7	14,1
nachher . .	3,47	6,54	10,3	16,84

	Leistung theoretisch Turbine I PS	kW	Turbine II PS	kW	tatsächlich bei 85% Wirk.-Grad kW	Jährliche Leistungsabgabe in kWh
vorher .	123	91	196	144	200	700 000*
nachher .	239	172	366	269	380	1 700 000

* Infolge Wasserverlustes beim alten Wehr.

III. Das Kraftwerk.

In den Turbinenkammern stehen Francis-Turbinen der Firma J. M. Voith, Heidenheim, mit den eben angegebenen Daten. Die Maschinen besitzen eine senkrechte Welle mit 60 U/min. Auf dieser Welle sitzt ein großes Holzkammrad, das im Verhältnis 1 : 5 durch ein Kegelrad mit horizontaler Welle die Leistung auf den Generator überträgt, der demnach 300 U/min macht. Die im SSW-Generator erzeugte elektrische Energie wird mit rd. 5250 V in die Hochspannungsschaltanlage neben dem Maschinenhaus geleitet und in gleicher Spannung durch Kabel 3 × 50 mm² nach Ehrang bis zur Transformatorenstation Wasserwerk auf die 25 000 V-Freileitung Dampfwerk Trier-Dhronkraftwerk übergeleitet. Nach der andern Richtung versorgt das Kyllkraftwerk über eine Freileitung das Versorgungsgebiet zwischen Sauer und Kyll.

IV. Selbsttätiger Betrieb.

Bemerkenswert ist die völlig selbsttätige In- und Außerbetriebsetzung sowie Regelung des Kraftwerkes, die eine dauernde Bedienung des Werkes überflüssig macht. In bezug auf die Ausführung ist dieses Kraftwerk das erste auf dem Kontinent.

Die Grundlagen der selbsttätigen Regelung einer teilweisen Automatik sind, wie bekannt, bereits seit längerer Zeit vorhanden, denn ohne diese wäre der Betrieb großer Maschinen und erst recht der Parallelbetrieb sowohl von nahe nebeneinanderstehenden großen Maschineneinheiten als auch von Großkraftwerken unmöglich. Der Schritt zur v ö l l i g e n Bedienungslosigkeit war demnach kein besonders großer mehr.

Es ist bemerkenswert, daß die weiter vervollständigte Automatik genau so arbeitet wie die Bedienung von Hand.

Bei dem m e c h a n i s c h e n T e i l e der Anlage, also den Turbinen, wird die selbsttätige Regelung von dem Windkesselregler (Abb. 4) bewerkstelligt, dessen Drehzahlverstellvorrichtung elektrisch betätigt wird. Durch einen Schwimmer mit Rückführung wird die Beaufschlagung der Turbine nach der Wasserzuflußmenge geregelt; auch die selbsttätige Zu- und Abschaltung der zweiten Turbine wird durch ihn veranlaßt.

Die selbsttätige Einrichtung des mechanischen Teiles wurde von J. M. Voith, Heidenheim (Brenz), vervollständigt durch:

1. die selbsttätige Schmierung der Lager,
2. Überwachung der Lagertemperaturen durch Bimetall-Thermometer, die bei Überschreitung der zulässigen Temperatur die Anlage stillsetzen und sperren,
3. Anbringen eines Riemenbruchrelais am Antriebsriemen des Fliehkraftreglers, das bei Riemenbruch die Außerbetriebsetzung wie vor bewerkstelligt und damit das Durchgehen der Maschinen verhindert,
4. Anbringen eines Öldruckrelais, das einmal die Inbetriebsetzung der Anlage bei zu geringem Öldruck (15 atü) unmöglich macht und bei Senkung des Druckes während des Betriebes gleichfalls die Stillsetzung und Sperrung der Anlage bewirkt,
5. einen Litzenzug, der bei Schließung beider Schützen infolge Abdrosselung des Luftdruckes durch ein Absperrventil das Schließen des Leitapparates bewirkt und ein Entweichen der Luft aus dem Windkessel verhindert,
6. eine selbsttätige Luftansaugevorrichtung für den Windkessel,
7. eine elektrisch gesteuerte Kuppelung zwischen Turbine I und II, welche bei geringer Zuflußmenge die selbsttätige Abschaltung der Turbine I und bei steigender Wassermenge deren selbsttätige Zuschaltung ermöglicht.

   Diese Kuppelung ist mit der zugehörigen Schütze elektrisch so verriegelt, daß die Schütze nur bei eingerückter Kuppelung geöffnet werden kann und die Lösung der Kuppelung nur bei geschlossener Schütze möglich ist. Hierdurch wird das Durchgehen der Turbine verhindert.
8. Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg bildete die Turbineneinlaufschützen als Fallschützen aus, auf deren Einrichtung wir noch zurückkommen werden.

Besteht für die Anlage eine dauernde Gefahr, die nur durch eine Revision der Anlage behoben werden kann, wie Riemenbruch, Öldrucksenkung, heiß gelaufenes Lager, Dauerkurzschluß in dem Generator, so schließen

diese Schützen, die Anlage kommt zum Stillstand und wird verblockt, d. h. sie kann ohne Beseitigung der Verblockung am Sperrelais nicht wieder eingeschaltet werden.

Beim elektrischen Teile (Abb. 5) wird die Regelung vom Spannungs- und Überstromregler und für das Inbetriebgehen vom Parallelschaltapparat mit den Relais zur Umschaltung des Drehzahlverstellmotors übernommen (von BBC, Mannheim, geliefert). Maßgebend für die Anwendung des Parallelschaltapparates war, daß der 1915 gelieferte Generator keine Dämpferwicklung besitzt und Stromstöße in dem Abzweig Ehrang-Cordel, welchem das Werk angeschaltet ist, unzulässig sind.

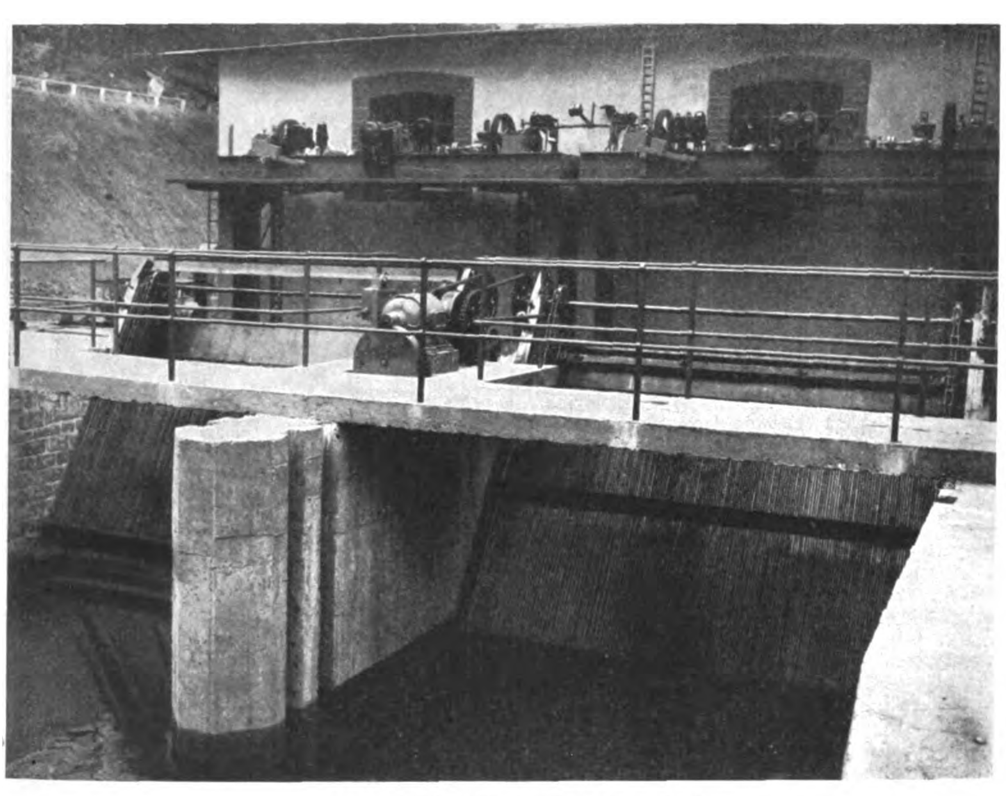


Abb. 3. Selbsttätig reinigender Feinrechen.

Der Spannungsregler (linkes Schaltfeld) ist statisch eingestellt und kompoundiert, d. h. die bei statischer Einstellung des Reglers entstehende, mit der Belastung fallende Spannung wird durch den Einfluß des Maschinenstromes wieder konstant gehalten. Dies wird durch einen im Spannungskreis liegenden Widerstand erreicht, der durch einen besonderen Stromwandler gespeist wird. Durch die Überlagerung der beiden Ströme ergibt sich außer der Kompoundierung eine bestimmte cos φ-Empfindlichkeit der Regelung und somit wird eine unbedingt stabile Regelung im Parallelbetrieb mit dem Netz erreicht.

Der Überstromregler (rechtes Schaltfeld) arbeitet bei Kurzschluß dem auf konstante Spannung regelnden Spannungsregler entgegen und regelt dann auf einen konstanten Höchststrom, um thermische Überlastungen des Generators zu vermeiden, ohne denselben dabei abschalten zu müssen. Nach Beseitigung der Störung gibt der Stromregler die normale Erregung, und der Spannungsregler ist wieder frei, ohne daß der Synchronismus gestört worden ist. Nur bei nahe am Kraftwerk liegenden Kurzschlüssen tritt ein unabhängiges Zeitrelais in Tätigkeit und schaltet das Werk so lange ab, bis die Netzspannung ihren Normalwert wieder annimmt.

Der Anlaßvorgang geht folgendermaßen vor sich. Gibt man das Einschaltkommando mit dem Einschaltdrehschalter, so schalten mit der Spannung der Netzspannungswandler die Schaltschützen die Hubmotoren der Turbineneinlaufschützen ein, die von dem Krafttransformator des Netzes gespeist werden. Bei Heben der Einlaufschützen wird der Drehzahlverstellmotor eingeschaltet, so daß der Leitapparat geöffnet wird. Die Turbinen laufen an, der Spannungsregler tritt in Tätigkeit. Ist die normale Drehzahl annähernd erreicht, so wird durch die Gleichstromspannung der Tachometerdynamo (an der Generatorwelle neben der Erregermaschine angeordnet) der Parallelschaltapparat durch ein Einschaltrelais in Tätigkeit gesetzt. (Die Tachometerdynamo ist eine ungesättigte Maschine, deren Spannung proportional mit der Drehzahl anwächst.)

Durch die Umschaltrelais wird der Drehzahlverstellmotor so eingeschaltet, daß er den Fliehkraftregler und damit die Turbine auf höhere Drehzahl einstellt, bis beim Durchgang durch den Synchronismus der Parallelschaltapparat im geeigneten Augenblick durch ein Relais den Ölschalter der Maschine einschaltet. Ist die Parallelschaltung nicht geglückt, so wird durch einen kleinen Schalter an der Muffe des Fliehkraftreglers, der sich entsprechend der Umdrehungszahl hebt oder senkt, der Drehzahlverstellmotor umgeschaltet und die Turbine auf sinkende Drehzahl eingestellt, damit wieder eine Synchronisierung möglich wird. Desgleichen kann durch einen zweiten Schalter wieder auf höhere Drehzahl geschaltet werden. Ist parallel geschaltet, so übernehmen Spannungsregler und Überstromregler die selbsttätige Regelung der Maschine, und das Umschaltrelais schaltet den hydraulischen Regler auf bis 3 % höhere Drehzahl, damit der Generator entsprechend der zur Verfügung stehenden Wassermenge Last aufnehmen kann.

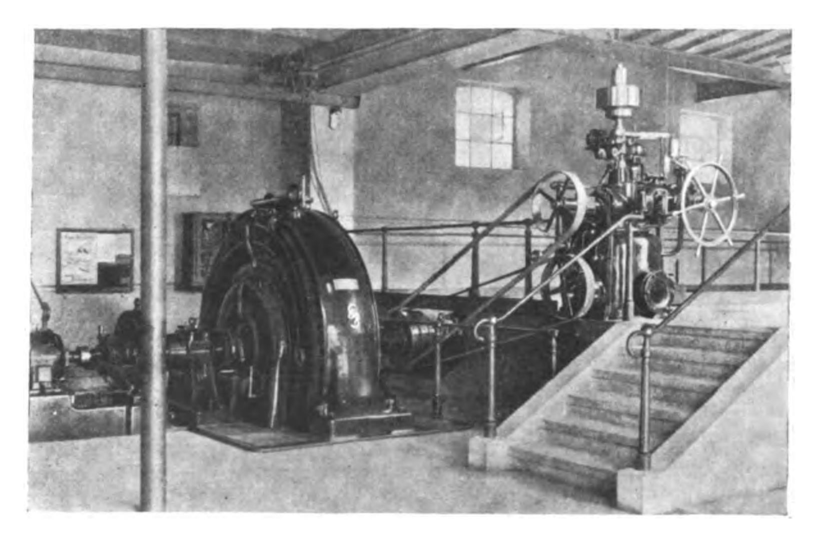


Abb. 4. Selbsttätiger Windkesselregler.

Zur Sicherheit des elektrischen Teiles des Generators sind folgende Vorkehrungen getroffen:

1. Ein Maximalrelais schaltet bei längeren Überlastungen den Ölschalter aus, jedoch bleiben die

Einlaufschützen offen und die Anlage wird nicht blockiert.

2. Ein Rückwattrelais setzt bei großer Leistungsaufnahme des Generators die Anlage still (durch das Schützfallrelais) und verblockt durch das Sperrelais.
3. Ein Überdrehzahlrelais, das seine Spannung von der Tachometerdynamo erhält, setzt bei zu hoher Drehzahl gleichfalls über das Schützfallrelais und Sperrelais die Anlage still.
4. Temperaturrelais an den Lagern (wie bereits erwähnt), an den Wicklungen und am Luftaustritt des Generators bewirken über ein Quecksilberrelais die Ausschaltung und Sperrung der Maschine.
5. Bei jeder Stillsetzung mit Sperrung wird durch den Feldschwächungschalter die Maschine völlig entregt. Eine Ferneinschaltung ist bei jeder Sperrung unmöglich. Es muß also die Anlage nachgesehen und der eingetretene Fehler beseitigt werden. Nach Lösung des Sperrelais und Einschaltung der Felderregung ist dann die Anlage wieder schaltbereit.

Die betriebsmäßige Abschaltung der Anlage geschieht durch Einstellung des Drehschalters auf „aus". Das Entlastungsrelais setzt über die Umschaltrelais und den Drehzahlverstellmotor die Drehzahl der Maschine herunter und entlastet die Maschine, bis bei völliger Entlastung durch ein Zeitrelais sich der Ölschalter löst. Die Schützen fallen durch Abschalten der Haltemagnete gleichzeitig und der Leitapparat wird durch die Schließung des Absperrventils am Windkessel völlig geschlossen, so daß die Anlage zum Stillstand kommt.

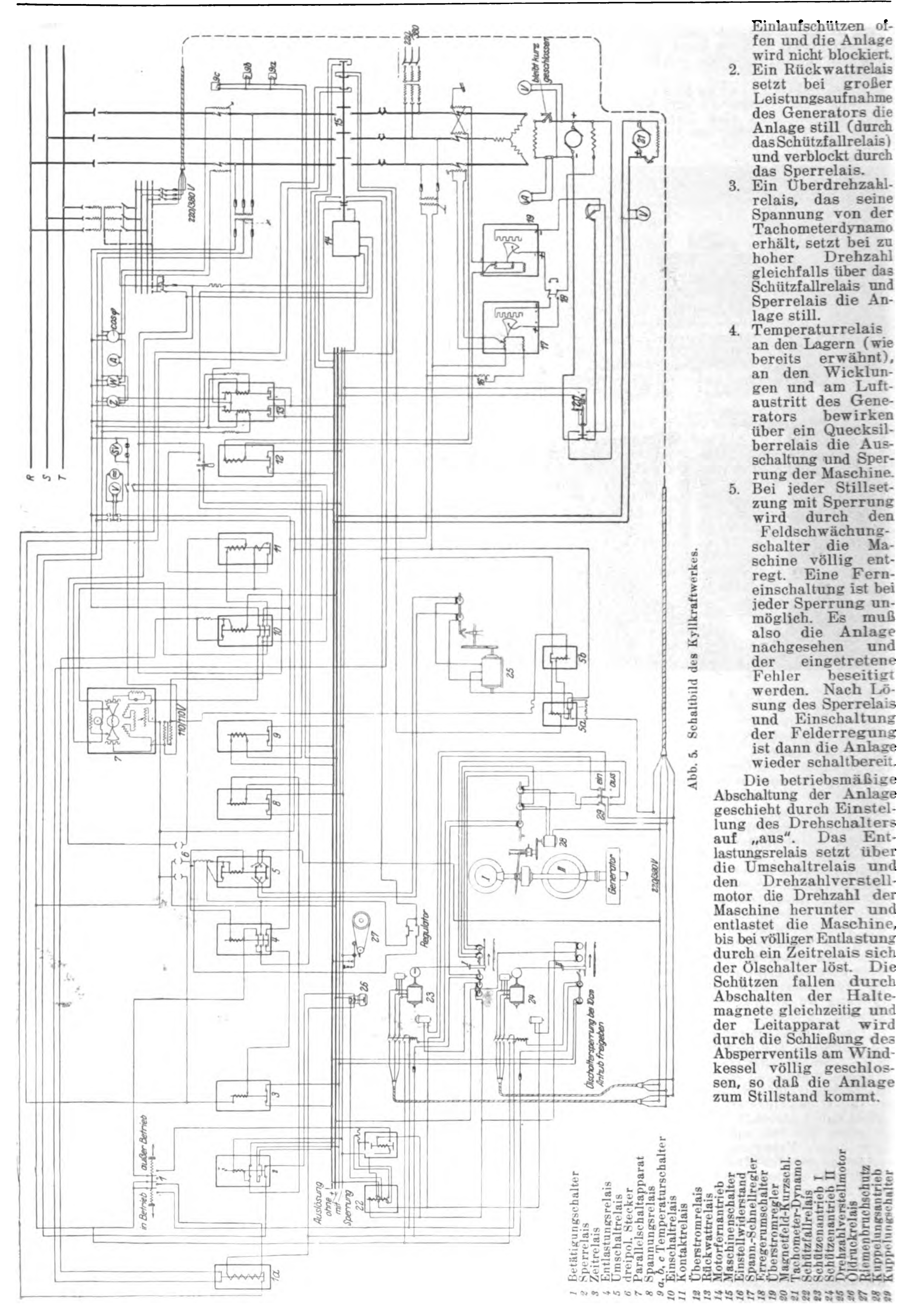


Abb. 5. Schaltbild des Kyllkraftwerkes.

Das Hilfsrelais des Einschaltdrehschalters hat die Aufgabe, nach der Kontaktgabe auf „aus" das selbsttätige Wiedereinschalten der noch synchron laufenden Maschine zu verhindern, wenn die Sammelschiene aus dem Netz noch Spannung hat.

Durch Einschalten eines Dreifachkontaktes durch einen Stecker ist die Anlage auf völlig selbsttätigen Betrieb geschaltet, bei Herausnahme des Dreifachsteckers ist die Maschine nur durch Handbedienung einzuschalten.

Bei vorübergehenden Störungen, wie etwa die Auslösung des Ölschalters durch das Überstromrelais, bewirkt das Wiedereinschaltrelais die Wiedereinschaltung über den Parallelschaltapparat, sobald die Sammelschiene aus dem Netz die Normalspannung erhält.

Fällt der Maschinenschalter zum dritten Male wieder heraus, etwa durch Überlastung des Generators, so wird die Wiedereinschaltung unterbrochen. Die Anlage bleibt dann aber noch fernschaltbar.

Ist das Netz spannungslos, so ist es erwünscht, daß das Kyllwerk nach Möglichkeit noch die Versorgung übernimmt. Da in diesem Falle die Einschaltung über den Parallelschaltapparat nicht bewerkstelligt werden kann, wird durch ein am Netz liegendes Nullspannungsrelais die direkte Einschaltung bewirkt. Kehrt die Spannung im Netz wieder, unterbricht das Nullspannungsrelais durch Anziehen des Ankers die direkte Einschaltung.

Es ist durch den Parallelschaltapparat ausgeschlossen, den Generator auf einen Kurzschluß zu schalten.

Es besteht auch die Möglichkeit, die Maschine grobsynchronisiert zu schalten, und zwar dadurch, daß einmal der Spannungsregler statisch auf höchste cos φ-Empfindlichkeit eingestellt ist, dann der leerlaufende Generator stets mit dem Leerlauf des Lichttransformators belastet ist (bei Stillstand des Generators wird das Licht durch Spannungsrückgangsrelais auf den Netztransformator geschaltet), also der Leistungsfaktor des Generators etwa 0,4 oder 0,5 beträgt, ferner durch eine kleine Schutzdrosselspule mit Eisenkern, die den Generator vor Stößen schützt. Diese Grobsynchronisierung kann dann vorkommen, wenn durch Lösen des Transformatorschalters in Ehrang oder Igel der Synchronismus mit den übrigen Kraftwerken gestört ist und der Transformatorschalter ohne weiteres eingeschaltet wird. Die Impedanz und Reaktanz der 2 km langen Leitung Ehrang—Kyllwerk wird durch die Drosselspule wirksam erhöht, die zusammen mit den übrigen angeführten Einrichtungen und dem Verhältnis der hier wirksamen Leistungen den Generator in den Synchronismus gleiten läßt.

Bei Maschinen großer Leistung wäre eine entsprechend groß bemessene Drosselpule anzubringen, die sich selbsttätig nach dem Synchronisieren abschaltet und nach Außertrittfallen etwa durch Lösung des Generatorschalters wieder in die Strombahn des Generators einschaltet. Wegen Höhe der Kosten mußte im Kyllwerk hiervon Abstand genommen werden, da diese Kosten nur bei größeren Leistungen angebracht sind. Außerdem müssen größere Maschinen mit einem kräftigen Dämpferkäfig, ähnlich wie bei asynchron anlaufenden Synchronmaschinen, ausgerüstet werden. Es wird ausdrücklich betont, daß sonst alle übrigen Einrichtungen ohne weiteres auf Werke beliebig großer Leistung anwendbar sind.

Die genauere Beschreibung der verwandten Regler, des Parallelschaltapparates und der Relais würde über den Rahmen dieses Berichtes hinaus führen und ist durch die liefernde Firma Brown, Boveri & Cie. veröffentlicht, auf die wir zur Ergänzung unserer Ausführungen und der etwa gewünschten Vervollständigung der Kenntnisse der Wirkungsweise dieser Apparate im Zusammenhang mit der sonstigen Disposition der Anlage hinweisen."

Zum Schluß sind noch die Einrichtungen an den Einlaufschützen, die als Fallschützen (Abb. 3) ausgebildet sind, zu erwähnen. Ein Motor mit Schneckengetriebe treibt eine Welle mit Differentialgetriebe, auf welche das Zahnradvorgelege zum Windwerk der Schützen geschaltet ist. Soll die Schütze gehoben werden, so hält eine Handbremse, angezogen durch einen Drehstrombremsmagnet (Bremshebel I), den einen Teil des Differentialgetriebes fest, und das Windwerk tritt in Tätigkeit und hebt die Schütze. Über ein Winkelhebelgestänge, das mit der Bandbremse verbunden ist, wird ein zweiter Hebel mit Gewicht gehoben (Bremshebel II), der bei hochgezogener Schütze durch ein zweites Winkelhebelgestänge gesperrt wird, so daß die Bandbremse angezogen bleibt. Dieses zweite Winkelhebelgestänge wird durch einen Gleichstromhaltemagnet angezogen, der seine Spannung von der Tachometer-Dynamo erhält. Ist die Schütze hochgezogen, so hat die Turbine ihre Drehzahl erreicht und sperrt die Bandbremse durch den Gleichstromhaltemagnet, so daß durch einen Endschalter der Drehstrombremsmagnet abgeschaltet werden kann. Durch das Schützfallrelais wird bei eintretenden Störungen, die oben bereits erwähnt sind, dieser Gleichstromhaltemagnet stromlos gemacht. Hierdurch löst sich die Bandbremse, das Differentialgetriebe wird frei, und die Schütze fällt innerhalb 5 s. Das Kraftwasser wird abgesperrt, die Anlage kommt in kürzester Zeit zum Stillstand und ist durch diese Einrichtungen wirksam geschützt.

V. Allgemeines.

Diese Beschreibung der von uns getroffenen Anordnung und Schaltung zeigt, daß die Betriebsicherheit der Anlage weit über die der handbedienten Anlagen geht. Die Betriebsbedingungen, deren einwandfreie Erfüllung zu gewährleisten war und deren oben geschilderte Lösung eine wesentliche Erweiterung der von den Firmen herausgebrachten Schaltungen und Anordnungen darstellt, sind auf Grund der langjährigen Erfahrungen des Verfassers aufgestellt worden und von ihm und seinen Mitarbeitern gelöst worden. Bis heute arbeitet die Anlage zufriedenstellend, und es ist nur eine Revision der Anlage in gewissen Zeitabständen notwendig. Die Kosten des völlig selbsttätigen Betriebes sind so, daß sich die Wirtschaftlichkeit der Anlage durch Verringerung der Bedienung erhöht.

Die selbsttätige Feinrechenanlage mit Grobrechen lieferte die Firma Dr. Geiger in Karlsruhe. Die Schaltanlage sowie die Einrichtung des maschinellen und elektrischen Teiles der Anlage wurde von der Bauabteilung des Elektrizitätswerkes der Stadt Trier entworfen, welche auch die gesamte Montage ausführte. Gemeinschaftlich mit der Firma Brown, Boveri & Cie., Mannheim, wurde die selbsttätige Schalteinrichtung der Anlage ausgearbeitet. Die Lieferung aller hierfür erforderlichen Apparate und Relais erfolgte ebenfalls durch BBC in Mannheim.

10-PS-Drehstrom-Kurzschlußmotoren im Anschluß an das Verteilnetz in Wien.

Von Dr. **E. Rosenberg,** Weiz.

Übersicht. **Die Gemeinde Wien, Städt. Elektrizitätswerke, die noch 1922 nur 2 PS-Kurzschlußmotoren zuließen, erlauben jetzt im Anschluß an das Niederspannungsnetz solche von 10 PS, und dort, wo eigene Primäranschlüsse in Frage kommen, auch größere Motoren. Auch kleinere österreichische Werke gestatten 10pferdige und noch größere Kurzschlußmotoren mit Sterndreieckschalter. Anlaßriemenscheiben sind den Verbrauchern dank der fortschrittlichen Haltung der Elektrizitätswerke erspart geblieben, ebenso wie ihnen zur Zeit des „cosinus φ-Rummels" der kompensierte Motor erspart geblieben ist.**

Gute Zeitung kommt aus Österreich für die Freunde des Kurzschlußmotors. Die neuen Bestimmungen für elektrische Anlagen im Anschluß an die Netze der Städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien lassen im allgemeinen Kurzschlußmotoren bis zu 10 PS zu, während bei Anlagen mit eigenen Primäranschlüssen sowie bei Verwendung von selbsttätigen Anlaufkupplungen gegebenenfalls auch größere Kurzschlußmotoren angeschlossen werden.

Die Bestimmungen der Absätze 9...11 der Wiener Bestimmungen lauten:

9.

a) Bei der Wahl der zur Verwendung gelangenden Motoren ist darauf zu achten, daß deren Leistung nicht größer gewählt wird, als es der tatsächliche Kraftbedarf erfordert.

b) Motoren über 0,2 kW müssen als Dreiphasenmotoren gebaut sein und werden normal bis 7,5 kW als Kurzschlußläufermotoren zum Anschlusse zugelassen.

c) Bezüglich des Anschlusses von Motoren, insbesondere von solchen mit einer Leistung über 2,2 kW an Niederspannungsanschlüssen ist das Einvernehmen mit den Städtischen Elektrizitätswerken zu pflegen (Zusicherungskarte).

10.

a) Für die zulässigen Anlaufstromstärken, ferner für die zugelassenen Leistungsfaktoren normaler Drehstrommotoren gelten die diesbezüglichen Bestimmungen der „Oenig" bzw. die Normblätter ÖNORM/E 5300 und E 5301.



(Die angeführten österreichischen Normblätter sind identisch mit den deutschen Normblättern DIN VDE 2650 und 2651 und erlauben bei größeren, 4poligen Kurzschlußmotoren einen Anlaufstrom gleich dem 7,2fachen bei direkter Einschaltung und dem 2,4fachen bei Sterndreieckschaltung.) D. Verf.

11.

a) Kurzschlußläufermotoren bis zu einer Leistung von 2,2 kW dürfen mit Hebelschalter direkt eingeschaltet werden, wenn eigene Zuleitungen von Hausanschlüssen ausgeführt sind. Werden bei derartigen Motoren normale Stöpselsicherungen, welche für die Betriebsstromstärke zu bemessen sind, verwendet, so sind die Schaltgeräte so auszubilden, daß diese Sicherungen in der Anlaufstellung des Schaltgerätes überbrückt sind. Ein dauerndes Verbleiben des Schaltgerätes in dieser Anlaufstellung muß aber durch eine automatisch wirkende Vorrichtung verhindert sein.

b) Wahlweise können bei solchen Motoren auch automatisch wirkende Schalter mit entsprechender Auslöseverzögerung oder Anlaufsicherungen verwendet werden.

c) B e i M o t o r e n m i t K u r z s c h l u ß l ä u f e r ü b e r 2,2 kW b i s 7,5 kW s i n d e n t w e d e r S t a t o r a n l a s s e r o d e r S t e r n d r e i e c k s c h a l t e r v o r z u s e h e n.

d) Statoranlasser dürfen nur bei völlig unbelastet anlaufenden Motoren verwendet werden.

e) Ist der Statoranlasser derart ausgeführt, daß er in seiner Nullstellung alle drei Phasen ausschaltet, so kann von einem dreipoligen Hebelschalter abgesehen werden.

f) Sterndreieckschalter dürfen nur bei solchen Motoren verwendet werden, welche beim Anlauf in Sternschaltung 95 % der am Leistungschild angegebenen Vollastdrehzahl erreichen (Halblastanlauf).

g) Der Sterndreieckschalter muß so gebaut sein, daß der Motor in der Nullstellung in allen drei Phasen spannungslos ist und daß beim Einschalten die Wicklung zuerst in Stern geschaltet wird. Von einem separaten dreipoligen Hebelschalter kann abgesehen werden.

h) Bei Motoren mit Sterndreieckschaltern, die bei geringer Last dauernd in Sternstellung verwendet werden können, müssen die Betriebsicherungen in die unverketteten Stromzuleitungen des Motors gelegt werden.

i) Bei Verwendung einer selbsttätigen Anlaufkuppelung, bei welcher der Motor im unbelasteten Zustande anläuft und erst bei Annäherung an die volle Motordrehzahl nach und nach belastet wird, kann von der Anbringung eines Statoranlassers oder Sterndreieckschalters abgesehen werden. Die Verwendung derartiger Spezialanlaufkuppelungen unterliegt jedoch der Genehmigung der Städtischen Elektrizitätswerke.

k) I n A n l a g e n m i t e i g e n e n P r i m ä r a n s c h l ü s s e n sowie bei Verwendung von selbsttätigen Anlaufkuppelungen k ö n n e n n a c h v o r h e r i g e m E i n v e r n e h m e n m i t d e n S t ä d t i s c h e n E l e k t r i z i t ä t s w e r k e n K u r z s c h l u ß l ä u f e r m o t o r e n g e g e b e n e n f a l l s a u c h m i t E i n z e l l e i s t u n g e n ü b e r 7,5 kW a n g e s c h l o s s e n w e r d e n (Zusicherungskarte).

Es ist interessant, daß noch vor 6 Jahren im Anschluß an das Verteilnetz nur 2 PS-Kurzschlußmotoren zugelassen waren; und zwar war schon bei einer Leistung von 0,25 PS Statoranlasser oder Sterndreieckschalter vorgeschrieben. Im Jahre 1923/24 wurden 3 PS-Motoren erlaubt, im Jahre 1925 5 PS-Motoren, aber mit der einschränkenden Bestimmung, daß die Summe aller Kurzschlußmotoren in einer Anlage keine größere Leistung als 7 PS repräsentieren darf. Seit 1926 wurden fallweise in Anlagen mit eigenen Primäranschlüssen auch höhere Leistungen zugelassen. Jetzt ist von einer Begrenzung des Gesamtwertes der Kurzschlußmotoren in einer Anlage nicht mehr die Rede, in der richtigen Erkenntnis, daß die Motoren einer Anlage nicht gleichzeitig angelassen werden und daß der Ungleichzeitigkeitsfaktor die beste Gewähr für das Elektrizitätswerk ist, daß das Anlassen eines einzelnen Motors die Nachbarn in der Anlage noch viel weniger behelligt, als wenn in einer Anlage ein einzelner Motor vorhanden ist.

Von ungeheurem Wert ist es auch, daß die Vorschriften ausdrücklich aussprechen, daß in Anlagen mit eigenen Primäranschlüssen gegebenenfalls auch größere Motoren im Einvernehmen mit dem Elektrizitätswerk angeschlossen werden können; denn dadurch wird jeder Kontrollbeamte darauf hingewiesen, Kurzschlußmotoren zuzulassen, deren Anwendung keine Störung bringt oder keine größere Störung bringt als Schleifringmotoren der gleichen Leistung. Es kann als sicher angenommen werden, daß danach in Fabriken und in größeren Werkstätten der Kurzschlußmotor in Wien in wenigen Jahren der Normalmotor sein wird und daß niemand sich scheuen wird, solche größere Werkstätten durchaus mit Kurzschlußmotoren einzurichten, die ja nicht nur den Vorzug der größeren Billigkeit, sondern auch der weit höheren Betriebsicherheit, besseren Wirkungsgrades und Leistungsfaktors und der einfachsten Bedienung haben, wenn man sie nicht unnützerweise mit mechanischen Anlaßkuppelungen verquickt.

Den selbsttätigen Anlaufkuppelungen wird ein bestimmtes Gebiet zugewiesen: Bei Kurzschlußmotoren über 3 PS werden die Anlaufkuppelungen nur dann verlangt, wenn keine Sterndreieckschalter oder Statoranlasser verwendet werden.

Die Zulassung der direkten Einschaltung ohne Anlaßapparate bei Kurzschlußmotoren bis 3 PS, sofern eigene Zuleitungen von den Hausanschlüssen ausgeführt sind, wird als außerordentlich wertvoll empfunden werden bei Pumpenmotoren und bei Textilmotoren, die mit großer Belastung anlaufen. Bei gewöhnlichen Werkstattmotoren, die mit Riemenscheiben versehen sind, ist anzunehmen, daß die Benutzer auch bei Leistungen von 3 PS den Sterndreieckschalter verwenden werden, der die Anlage nur unbedeutend verteuert und einen sanften Anlauf ergibt.

Wie man aus der Entwicklungsgeschichte ersieht, haben die Wiener Elektrizitätswerke nicht sprungweise ohne eigene Erfahrung große Kurzschlußmotoren zugelassen, sondern haben die noch vor wenigen Jahren bestehenden überängstlichen Bedingungen zielbewußt und schrittweise erleichtert, gefunden, daß sie auf dem rechten Wege waren, und daß ein weiterer Fortschritt zulässig sei. Einerseits die fortschreitende Verbesserung im Motorenbau, anderseits der Ausbau der Netze und die Vermehrung der Transformatorenstationen gaben die Grundlage für die Hinaufsetzung der zulässigen Höchstleistung von Kurzschlußmotoren. Es ist selbstverständlich, daß bei Anmeldung eines größeren Motors die örtlichen Netzverhältnisse und die Größe der benachbarten Transformatoren studiert werden. Ich erinnere mich, daß es noch vor wenigen Jahren selbst von den Besitzern größerer Fabriken als aussichtslos erachtet wurde, von den Städtischen Elektrizitätswerken die Zustimmung zum Betrieb eines Schweißmaschinensatzes mit Kurzschlußmotor zu erlangen, und daß deshalb von vollständig urteilsreifen Ingenieuren es als verfehlt angesehen wurde, bei Schweißanlagen Kurzschlußmotoren zu normalisieren. Es hat sich aber gezeigt, daß diese Furcht unberechtigt war, da die Organe der Städtischen Elektrizitätswerke bei Untersuchung des Anschlußbegehrens das volle Verständnis für die Vorzüge und die Unschädlichkeit des Kurzschlußmotors zeigten und den Anschluß trotz der damaligen Bedingungen regelmäßig gestatteten, so wie es dann auch zahlreiche Elektrizitätswerke in Österreich, Deutschland, Italien, der Schweiz und anderen Ländern taten.

Manche Leiter von mittleren Elektrizitätswerken werden vielleicht der Meinung sein, daß die großen Wiener Elektrizitätswerke manches erlauben können, was bei einem kleinen Werk Störungen hervorrufen würde, und da ist es hocherfreulich, von viel kleineren Werken zu berichten, die zum Teil noch vor den Wiener städtischen Werken sich den Kurzschlußmotoren, auch großer Leistung, zugewendet und damit ausgezeichnete Erfahrungen gemacht haben. Eines der ersten war wohl die Elektrische Zentralstation Franz Pichler in W e i z, die 1 9 2 2 mit einem 7 PS-Kurzschlußmotor begann und seitdem viel hunderte Kurzschlußmotoren bis 40 PS in ihrem Netze hat. Die Schwierigkeit war zuerst bei der bäuerlichen Bevölkerung, einem neuen Benutzer einen anderen Motor vorzuschlagen, als ihn sein Nachbar hatte, und deshalb fand vorerst der Anschluß von Kurzschlußmotoren in Gemeinden statt, die sich neu an das Überlandwerk anschlossen.

Das Elektrizitätswerk W a i d h o f e n a. d. T h a y a, das bisher eine kleine Gleichstromzentrale hatte, ging auf Drehstrom über, und zwar hat es eine eigene Maschine mit nur 100 kVA und einen Anschluß an das Netz der Niederösterreichischen Elektrizitäts- und Wasserkraft-A. G. mit bescheiden großen Transformatoren. Dieses kleine Werk ist als „Robax-Zentrale" bekannt, da alle seine Motoren Robax-Motoren der ELIN, das sind Kurzschlußmotoren mit geschweißtem Käfiganker und angebautem Sterndreieckschalter, sind. Bisher sind 108 solche Motoren mit Einzelleistung bis zu 13 PS in Waidhofen vorhanden, und es hat sich nicht die geringste Störung ergeben.

Die S a l z b u r g e r Aktiengesellschaft für Elektrizitätswirtschaft hat die Vorschrift, daß alle landwirtschaftlichen Motoren normal als Kurzschlußmotoren gebaut sein müssen und daß zur Aufstellung eines Schleifringmotors eine besondere Bewilligung des Werkes erforderlich ist. Diese Vorschrift ist eine ausgezeichnete, da es bei landwirtschaftlichem Personal allzuleicht möglich ist, daß ein Schleifringmotor mit Anlasser und Kurzschließer falsch bedient wird und Störungen hervorruft, die bei der großen

Entfernung vom Elektrizitätswerk lange Zeit zu ihrer Behebung brauchen.

Das El.-W. Saalfelden schließt Kurzschlußmotoren mit Sterndreieckschalter bis 20 PS an. Im Leibnitzer Wasserwerk sind drei 30 PS-Kurzschlußmotoren in Betrieb. Das Erfreuliche ist, daß alle diese Werke nach den guten Erfahrungen, die sie gemacht haben, mit großer Bereitwilligkeit bei nächster, passender Gelegenheit auch noch größere Kurzschlußmotoren gestatten.

Natürlich erfordert es bei Werken, deren Anschlußbedingungen schon ein respektables Alter haben, energische Aufklärungsarbeit und Hinweisungen auf die gute Erfahrung anderer Werke, um auch bei ihnen einen Schritt vorwärts zu kommen, aber die neuen Anschlußbestimmungen der Wiener Elektrizitätswerke werden als weithin sichtbares Wahrzeichen dienen und die Werbearbeit für den Kurzschlußmotor überall sehr erleichtern.

Veraltete Anschlußbedingungen, die streng nach dem Buchstaben gehandhabt werden, wirken auf Industrie und Wirtschaft so hemmend wie die berühmten Vorschriften des englischen Board of Trade für Automobile, die noch zur Zeit, als auf dem Kontinent Rennwagen und Tourenwagen verkehrten, verlangten, daß auf englischen Straßen einem mit Maschine bewegten Fahrzeug ein Mann mit roter Flagge im Schritt vorausgehen mußte. Bekanntlich war die englische Automobilindustrie, als diese Bestimmung endlich beseitigt wurde, gegen ihre festländischen Konkurrenten um Jahrzehnte zurück. So war auch in Mitteleuropa der Kurzschlußmotor bis vor wenigen Jahren unterdrückt, und seine Entwicklung wurde durch die Aufrechterhaltung veralteter Bestimmungen in verkehrte Bahnen gelenkt. Es scheint dem Außenstehenden, als ob die großen, deutschen Elektrizitätsfirmen es als ganz hoffnungslos aufgegeben hätten, Anschlußbedingungen zu beseitigen, die schon zur Zeit, als sie niedergeschrieben wurden, arge Widersprüche enthielten und unbedingt nur als Provisorium gemeint sein konnten, und so kam es zur Entwicklung, daß schlechtere Kurzschlußmotoren geschaffen wurden, die sich unter einem Pseudonym einführen und zu verleugnen suchen, daß sie Kurzschlußmotoren sind, um den drückenden Bestimmungen für diese auszuweichen, und daß den Verbrauchern auch bei kleinen Motoren die teuren und dauernde Wartung erfordernden Anlaßriemenscheiben angehängt wurden.

In wenigen Jahren, wenn diese Krücken zum alten Eisen geworfen sein werden, wird man diese Entwicklung nicht verstehen können, ebensowenig wie sich heute jemand vorstellen könnte, daß ein Automobil als wildes Tier angesehen werden kann, das nur im Schritt hinter seinem mit roter Fahne kenntlichgemachten Bändiger fahren darf. Der Anlaufstrom eines Kurzschlußmotors kann, abgesehen von der Bemessung der Ständerwicklung, auf zwei Arten heruntergesetzt werden: Einmal dadurch, daß man die Läuferwicklung nahe dem Umfang anbringt und mit kleinem Querschnitt, also viel Widerstand versieht. Der große Widerstand gibt bei herabgesetztem Anlaßstrom ein großes Anzugsmoment, aber auch großen Schlupf, und vermindert den Wirkungsgrad, gibt aber guten Leistungsfaktor. Eine zweite Methode ist die Anbringung einer mit reichlichem Querschnitt versehenen Läuferwicklung in Nuten, die sich tief unter der Oberfläche befinden. Dies gibt eine große, gegenseitige Streuung zwischen Ständer und Läuferwicklung, daher vermindertes Anzugsmoment, schlechten Leistungsfaktor und geringe Überlastbarkeit. Der Wirkungsgrad kann auch dort schlecht werden, trotz des geringen Schlupfes, weil der schlechte Leistungsfaktor erhöhte Ständerverluste bedingt. Es gibt nun tausend und einen Weg, um diese beiden Wicklungen miteinander zu kombinieren und ein Mittelding zwischen den beiden Charakteristiken herauszubekommen, so wie man übrigens auch mit einer einzigen Wicklung und einfachen Nuten, die zwischen den beiden Extremen liegen, ähnliche Resultate erreichen kann. Diese besonderen Motoren in ihren zahlreichen Abarten können so hergestellt werden, daß der Anlaufstrom in Sternschaltung gleich ist dem erlaubten Anlaßstrom von Schleifringmotoren; das ist aber auch bei jedem Kurzschlußmotor mit einfacher Läuferwicklung zu erzielen, und das dabei erreichte Drehmoment ist für weitaus die Mehrzahl aller Fälle vollauf genügend. Die Sondermotoren haben aber meistens gegenüber den einfachen Käfigankern den Nachteil, daß infolge der erhöhten Betriebstreuung das Maximaldrehmoment ungebührlich verringert wird, so daß der Motor geringere Überlastbarkeit, ein geringeres Kippmoment hat und bei solchen betriebsmäßigen Schwankungen der Spannung, die für Motoren mit größerem Kippmoment durchaus unschädlich sind, schon außer Tritt fallen kann.

Mit großer Genugtuung kann berichtet werden, daß die österreichischen Elektrizitätswerke im allgemeinen diese Entwicklung nicht mitgemacht haben und weder besondere Motoren noch Anlaßriemenscheiben ihren Abnehmern aufbürden, ebensowenig wie sie vor Jahren ihren Leistungsfaktor dadurch zu verbessern suchten, daß sie den unschuldigen Abnehmern kompensierte Kommutatormotoren anhängen wollten. Bei der damaligen Bewegung untersuchten die österreichischen Elektrizitätswerke, voran die Wiener städtischen Werke, die kompensierten Motoren und kamen zu dem denkwürdigen Entschlusse, daß dem Abnehmer der Ankauf des teuren und komplizierten Kommutatormotors nicht zugemutet werden könne. So blieben den österreichischen Abnehmern die Enttäuschungen erspart, die in anderen Ländern durchgekostet werden mußten. Die Industrie ist selbstverständlich bereit, jeder Mode zu folgen und jeden sich äußernden Bedarf zu befriedigen; am besten gedeiht aber die Industrie, wenn die Vorschriften erlauben, für die Verbraucher die beste, billigste und einfachste Anlage herzustellen.

Es ist zu hoffen, daß das Beispiel der Wiener Städtischen Elektrizitätswerke bald und viele Nachahmer finden wird.

Nachschrift: Soeben verlautet, daß die Berliner Städtische Elektrizitätswerke A. G. (Bewag) die bisherigen einschränkenden Bestimmungen beseitigt hat und Kurzschlußmotoren beliebiger Größe zuläßt, wenn der Anlaufstrom nicht größer als der für Schleifringmotoren zugelassene Anlaufstrom ist. Wenn eine geringfügige Überschreitung letzteren Stromes nicht beanstandet wird, so bedeutet das im wesentlichen für Halblastanlauf die allgemeine Zulassung normaler Kurzschlußmotoren mit Sterndreieckschaltung.

Noch einmal der Käfigmotor.

Von **L. Schüler**, Berlin.

Übersicht. Die bestehenden Anschlußbedingungen der Elektrizitätswerke verhindern die Anwendung größerer Käfigmotoren. Es wird ein Vorschlag gemacht, durch Änderung der Anschlußbedingungen die Anwendung dieses einfachsten und billigsten Motors zu fördern, ohne daß Schwierigkeiten durch zu starke Spannungsschwankungen zu befürchten sind.

Es ist bekannt, daß die Anwendung des einfachsten, billigsten und besten Elektromotors, des Drehstrom-Käfigmotors, durch die Anschlußbedingungen der Elektrizitätswerke bei Leistungen von mehr als etwa 3 bis 4 kW verhindert wird. Merkwürdigerweise erstreckt sich der Einfluß der Anschlußbedingungen nicht nur auf die Elektrizitätswerke selbst, sondern auch auf Anlagen mit eigener Stromerzeugung; dies erklärt sich dadurch, daß es sich für die meisten Firmen nicht lohnt, größere Käfigmotoren serienweise zu bauen, so daß diese nicht kurzfristig lieferbar sind. Auch auf den Lagern der Zwischenhändler findet man für größere Leistungen nur Schleifringmotoren, weil das Absatzgebiet für Käfigmotoren wegen des ablehnenden Standpunktes der Werke zu klein ist. Anderseits ist es bekannt, daß in größeren Anlagen, sowohl solchen mit Werkanschluß wie mit eigener Stromerzeugung, große Käfigmotoren mit bestem Erfolg und ohne jede Schwierigkeit verwendet werden können, und daß hierdurch erhebliche Ersparnisse im Anschaffungspreis, sowie an Bedienungs- und Reparaturkosten erzielt werden. Es muß deshalb immer und immer wieder die Frage auftauchen: Ist es denn wirklich nicht möglich, die Anschlußbedingungen so zu ändern, daß dem Käfigmotor freie Bahn geschaffen wird?

Die Anschlußbedingungen sind großen Teils so alt wie die Werke selbst, ohne daß inzwischen irgend welche grundsätzlichen Änderungen daran vorgenommen wurden; außerdem bestehen immer noch zwischen den Vorschriften der einzelnen Werke erhebliche Unterschiede. Ich habe bereits im Jahre 1905 auf die für die Motoren-

herstellung hierdurch entstehenden Schwierigkeiten hingewiesen[1] und auf die Schaffung einheitlicher Vorschriften hingewirkt, die dann auch durch eine gemeinsame Kommission des VDE und der Vereinigung der Elektrizitätswerke im Jahre 1907 herausgegeben wurden. Die hierdurch bewirkte Besserung war aber nur gering, denn einerseits scheiterten durchgreifende Änderungsvorschläge an dem Widerstand der an den Beratungen teilnehmenden Elektrizitätswerk-Vertreter, und anderseits konnte es die Vereinigung der Elektrizitätswerke bisher nicht erreichen, daß sich alle ihre Mitglieder die „normalen Anschlußbedingungen" zu eigen machen.

Die hauptsächlichen, grundsätzlichen Mängel der bestehenden Anschlußbedingungen sind folgende:

1. Die zulässige Stromaufnahme beim Anlauf wird nur in Beziehung zur Nennaufnahme des Motors gebracht, z. B. wird für Käfigmotoren das 2,4fache, bei Schleifringmotoren das 1,6...1,75fache der Nennaufnahme zugelassen. Dies ist grundsätzlich falsch, denn es kommt nicht nur auf die Nennaufnahme des einzelnen Motors, sondern auch auf die Nennaufnahme der Gesamtanlage, also den Anschlußwert, an.

2. Käfigmotoren werden nur bis zu gewissen Höchstleistungen zugelassen, darüber hinaus werden Schleifringmotoren verlangt. Auch diese Vorschrift ist grundsätzlich falsch, denn die Bauart des Motors kann dem Werk ganz gleichgültig sein, wenn nur der Anlaufstrom in den zulässigen Grenzen bleibt. Man kann einen leer anlaufenden Käfigmotor (z. B. Motorgenerator!) mittels Ständeranlasser anlassen, ohne den 1,2...1,5fachen Nennstrom zu überschreiten, ist aber durch die Anschlußbedingungen gezwungen, einen Schleifringmotor zu verwenden, für den der 1,6- oder 1,75fache Anlaufstrom gestattet ist. — Die Tradition hat es mit sich gebracht, daß Motoren ohne Schleifringe von vornherein mit Mißtrauen betrachtet werden, während sich bei einem Motor mit Schleifringen meistens kein Mensch um den Anlaufstrom kümmert.

3. Die Anschlußbedingungen kennen nur Käfigmotoren und Schleifringmotoren. Alle anderen Arten von Drehstrommotoren, die keine gewöhnlichen Käfigmotoren sind, aber auch keine Schleifringe besitzen, werden nicht berücksichtigt. Gerade dieser Umstand hat zu höchst unerfreulichen Zuständen geführt, denn jede Sonderbauart muß jetzt von jedem Elektrizitätswerk (in mehr oder weniger sachkundiger Weise!) besonders begutachtet und daraufhin besonders zum Anschluß zugelassen werden. Dies hat z. B. auch dazu geführt, daß der Doppelkäfigmotor neuerdings zu einer m. E. etwas übertriebenen Bedeutung gelangt ist. Gewiß, der Doppelkäfig gibt etwas bessere Anlaufverhältnisse, doch ist der Unterschied nicht sehr beträchtlich, und man könnte sicher in vielen Fällen statt eines Doppelkäfigmotors mit demselben Erfolg auch einen gewöhnlichen Käfigmotor verwenden. Die Hauptsache ist eben der Name! Ein „Doppelkäfig"- oder gar ein „Doppelnut"-Motor ist natürlich etwas ganz anderes, als der † † † Käfigmotor; dieser wird durch die Anschlußbedingungen von vornherein verboten, aber der Doppelnutmotor wird einer wohlwollenden Prüfung unterzogen, und wenn er, wie ohne weiteres zu erwarten ist, keine Störungen verursacht, zum Anschluß zugelassen.

Worauf kommt es bei den Anschlußbedingungen bezüglich des Anlaufstroms eigentlich an? Es sollen übermäßige starke Spannungsschwankungen beim Anlassen eines Motors vermieden werden; die Spannungsschwankung hängt aber einerseits vom Anlaufstrom des Motors ab, und anderseits vom Widerstand der Zuleitungen und dem Spannungsabfall im Transformator. Da diese sich aber wiederum nach dem Anschlußwert der Anlage richten, so kann man einfach sagen: Die Spannungschwankung beim Anlassen eines Motors hängt ab vom Verhältnis seines Anlaufstroms zum Anschlußwert der Anlage. Die jetzigen Vorschriften lassen für Käfigmotoren bis 4 kW 240 % und für Schleifringmotoren beliebiger Leistung und ohne Rücksicht auf die Größe der Anlage 160 % Anlaufstrom zu; man wird im allgemeinen nicht damit zu rechnen brauchen, daß mehrere Motoren in einer Anlage genau gleichzeitig anlaufen; gegebenenfalls könnte dies dadurch verhindert werden, daß ein Selbstschalter eingebaut wird, der die Anlage bei Entnahme von mehr als 160 % bzw. 240 % des Anschlußwertes ohne Verzögerung abschaltet.

Auf Grund dieser Überlegung wurde die Zahlentafel 1 aufgestellt, die die zulässige Anlaufaufnahme der Motoren angibt, bei der die Gesamtaufnahme der Anlage beim Anlauf eines Motors 240 % des Anschlußwertes (bei Anlagen bis 4 kW) bzw. 160 % (bei größeren Anlagen) nicht übersteigt. Die Zahlentafel 1 enthält keine Angaben über die Art des zu verwendenden Motors, diese ergibt sich vielmehr erst aus der Zahlentafel 2, in der das beim Anlauf zu überwindende Drehmoment berücksichtigt wird.

Zahlentafel 1.

Motorleistung (Aufnahme) in Proz. des Anschlußwerts	Zulässiger Anlaufspitzenstrom in Proz. des Nennstroms des Motors bei Anlagen bis 4 kW	über 4 bis 5,5 kW	über 5,5 bis 8 kW	über 8 kW
100	240	175	160	160
75	275	240	180	180
50	375	375	240	220
25	650	650	650	340
20	650	650	650	400
15	650	650	650	500
10	650	650	650	650

Zahlentafel 2.

Anlaßspitzenstrom in Proz. des Nennstroms	Anlaufmoment in Proz. des Nenndrehmoments	Art des Motors
160	160	Schaltschlußmotor*
	80	Doppelkäfig mit Stern-Dreieck-Schalter
	50	Einfachkäfig mit Stern-Dreieck-Schalter und Ständerwiderstand
175—180	180	Schaltschlußmotor*
	80	Doppelkäfig mit Stern-Dreieck-Schalter
	65	Einfachkäfig mit Stern-Dreieck-Schalter und Ständerwiderstand
220—240	220	Schaltschlußmotor*
	100	Doppelkäfig mit Stern-Dreieck-Schalter
	75	Einfachkäfig mit Stern-Dreieck-Schalter
340—400	160	Doppelkäfig } mit Ständeranlasser
	140	Einfachkäfig } mit Ständeranlasser
500	200	Doppelkäfig } unmittelbare Einschaltung
650	200	Einfachkäfig } unmittelbare Einschaltung

* Mit veränderlichem Läuferwiderstand (vgl. ETZ 1927, S. 1176.)

Wie ersichtlich, wird durch diesen Vorschlag an den bestehenden „normalen Anschlußbedingungen" nichts geändert, wenn in einer Anlage nur ein Motor zur Aufstellung kommt. Dagegen ergibt sich z. B. die Möglichkeit, in einer 10 kW-Anlage Käfigmotoren von 5 kW mit Stern-Dreieck-Anlauf zu verwenden; in einer 50 kW-Anlage kann man bei einem 5 kW-Käfigmotor sogar das ideal einfache Anlaßverfahren des unmittelbaren Einschaltens anwenden, während Käfigmotoren mit Stern-Dreieck-Anlauf bis etwa 25 kW zulässig sind.

Durch die Einführung dieser Vorschrift würde dem Käfigmotor das ihm gebührende Anwendungsgebiet geschaffen werden, ohne daß Schwierigkeiten durch zu starke Spannungsschwankungen in den Netzen zu befürchten sind. Es ist ja allen Sachkundigen längst bekannt, daß man in größeren Anschlußanlagen Käfigmotoren beträchtlicher Leistung unbedenklich ohne jeden Anlaßapparat einschalten kann; das einzige Bedenken, das manchmal geltend gemacht wird, ist die Unmöglichkeit, den Motor wirksam zu sichern; aber auch diese Schwierigkeit wird durch die neuen Selbstschalter mit thermischer Auslösung beseitigt.

Vorschläge in ähnlichem Sinne wurden bereits von anderer Seite in der VDE-Kommission für Anschlußbedingungen gemacht, aber ohne greifbaren Erfolg, da die Vereinigung der Elektrizitätswerke es bisher abgelehnt, einer Revision der Anschlußbedingungen näher zu treten. Auch in England ist neuerdings ein ähnlicher Vorschlag gemacht worden; ich verweise auf meinen Bericht hierüber auf S. 952 dieses Heftes.

Die Elektrizitätswerke haben durch starres Festhalten an veralteten Vorschriften die natürliche Entwicklung des Käfigmotors in Deutschland schwer gehemmt. Ich möchte hierdurch nochmals einen Appell an die Werke richten, einer zeitgemäßen Revision der Anschlußbedingungen keinen Widerstand mehr entgegenzusetzen.

[1] ETZ 1905, S. 155.

Die neue Lichthalle des Lichttechnischen Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe.

Von **J. Teichmüller,** Karlsruhe.

Übersicht. Dem Lichttechnischen Institut der T. H. Karlsruhe ist seit einigen Monaten eine „Lichthalle" angegliedert, die in erster Linie den Zweck hat, die Vorträge über Lichttechnik durch Demonstrationen zu erläutern. Die Halle wird in dem folgenden Aufsatz beschrieben.

Die Lichttechnik als technisch wissenschaftliches Fachgebiet ist entstanden zunächst durch Zusammenfassung dessen, was man unter dem Namen der Gasbeleuchtung und der elektrischen Beleuchtung behandelte, danach der anderen Arten der Leuchtung, durch Petroleum, Spiritus, Azetylen usw., und schließlich durch Hinzunahme des natürlichen Lichtes. Nach dieser Zusammenfassung erst wurde es recht deutlich, welche Rolle das Auge nicht nur in seinen geometrisch-optischen, sondern viel mehr noch in seinen physiologisch- und psychologisch-optischen Eigenschaften bei der Behandlung des Faches spielte. Man erkannte, nein, man fühlte es zuerst nur ohne klare Erkenntnis, daß man sich auf einem Gebiete bewegte, in dem die Messung bei weitem nicht eine so wichtige Grundlage für die wissenschaftliche Behandlung des Faches sei wie für alle anderen Gebiete der Technik[1]. Schon die physiologischen Wirkungen des Lichtes entziehen sich zu einem großen Teil der exakten Messung, weit mehr noch die psychologischen Wirkungen. Je deutlicher man dies fühlte, um so dringender wurde das Bedürfnis, die Wirkungen des Lichtes durch praktische Vorführungen unmittelbar „ad oculos" zu demonstrieren. So entstanden die L i c h t - d e m o n s t r a t i o n s r ä u m e , zunächst in den V. S. Amerika, danach auch in den europäischen Ländern, unter anderen auch in Deutschland, wo das im Januar 1925 in Berlin eröffnete Lichthaus[2] der Osram G. m. b. H. berechtigtes Aufsehen erregte. Seit jener Zeit haben sich die Lichtdemonstrationsräume beträchtlich vermehrt; mir sind Räume dieser Art in Hamburg, Königsberg und Magdeburg bekannt, ferner die Räume der Berliner Elektrizitätswerke am Schiffbauerdamm in Berlin und der lichttechnische Teil des Deutschen Museums in München. Im europäischen Auslande sind zu den älteren Räumen in London und Paris bemerkenswerte Lichtdemonstrationsräume in Wien, Brüssel, Stockholm, Prag und Amsterdam und zwei in Mailand hinzugekommen.

Es ist selbstverständlich, daß sich die Lichtdemonstrationsräume verschieden entwickelt haben, je nach dem besonderen Zwecke, dem sie dienen sollen. Räume z. B., die den industriellen oder noch allgemeiner den praktischen Lichtverbraucher zu einer vorteilhaften Verwendung des Lichtes anleiten sollen, haben einen in mancher Hinsicht anderen Charakter als Räume, die den lichttechnischen Unterricht unterstützen sollen.

An der Badischen Technischen Hochschule in Karlsruhe besteht seit 1920 ein Lehrstuhl für Lichttechnik, dem im darauffolgenden Jahr ein L i c h t t e c h n i s c h e s I n s t i t u t angegliedert wurde. Ungefähr gleichzeitig, nämlich am 15. II. 1921, wurde aus dem Bedürfnis heraus, die Lichttechnik durch gemeinsame Vereinsarbeit zu fördern und zu verbreiten, die Lichttechnische Gesellschaft in Karlsruhe gegründet, die sich bald der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft als deren Südwestdeutsche Gruppe angliederte. Auch hier stellte sich früh die Notwendigkeit heraus, die Lehre durch Demonstrationen zu unterstützen. Vorübergehend geschah das durch eine kleine



Abb. 1. Die neue Lichthalle, ein früherer Schuppen für Feuerlöschgeräte.

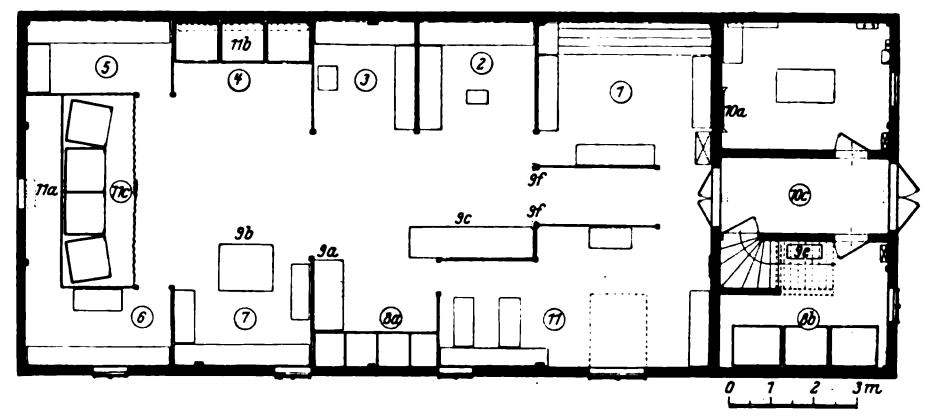


Abb. 2. Grundriß der Lichthalle.



Abb. 3. Blick in die Lichthalle.

lichttechnische Ausstellung, die im Jahre 1922 in Karlsruhe von der Lichtttechnischen Gesellschaft veranstaltet wurde. Diese Ausstellung[3] zeigte trotz ihrer Kleinheit — es waren

---

[1] J. Teichmüller, Das Bedürfnis der Lichttechnik nach Klärung ihrer nichtphysikalischen Grundlagen. Licht u. Lampe Bd. 17, S. 243.

[2] L. Schneider, Das Lichthaus als Demonstrationsstätte. Licht u. Lampe Bd. 14, S. 327.

[3] J. Teichmüller, ETZ 1922, S. 610.

zwei gerade fertig gewordene Fünfzimmerwohnungen mit ihren Nebenräumen verwendet worden — manche Einzelheiten, die von grundsätzlicher Bedeutung waren und später in anderen Lichtdemonstrationsräumen wiederholt

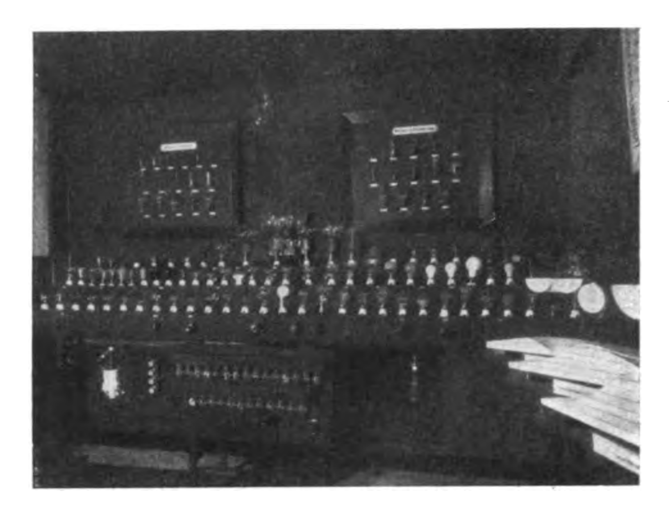


Abb. 4. Raum 1: Physikalische Grundlagen der Leuchtung und de Beleuchtung; die wichtigsten Leuchter.



Abb. 5. Raum 2: Physiologische Grundlagen; Hellempfindung, Kontrastempfindung.

wurden. An die Einrichtung eines dauernden Lichtdemonstrationsraumes im Anschluß an das Lichttechnische Institut war wegen der wirtschaftlichen Lage lange Zeit leider nicht zu denken. Glückliche Umstände machten in jüngster Zeit die Errichtung eines Hauses möglich, das unwillkürlich den Namen Lichthalle angenommen hat. Der eine Umstand war der, daß die Gegenstände, die ich für die Lichttechnische Ausstellung auf der Gesolei in Düsseldorf[3a] angeschafft oder angefertigt hatte, nach Schluß der Ausstellung vertragsmäßig an das Lichttechnische Institut fielen, der andere der, daß für die Unterbringung dieser Gegenstände ein Schuppen, der früher der Unterbringung von Feuerlöschgeräten gedient hatte, von der Regierung zur Verfügung gestellt werden konnte. Der Schuppen, auf das Gelände der Technischen Hochschule versetzt und für die neuen Aufgaben umgebaut, verrät in seinen äußeren, sehr bescheidenen Formen seine frühere Bestimmung (Abb. 1). Durch sorgfältige Ausnutzung des Raumes gelang es, das Innere so zu gestalten, daß die wichtigsten, wenn auch lange nicht alle vorhandenen Gegenstände lehrhaft systematisch aufgestellt werden konnten. Freilich mußten aus dem reichen Bestande oft wertvolle Gegenstände zugunsten anderer zurückgestellt werden; mußte doch auch der nach Schluß der Gesolei begonnenen Entwicklung der Lichttechnik durch neue Einrichtungen und Modelle Rechnung getragen werden.

Die Halle umfaßt eine Grundfläche von 20,6 × 8,5 m (Abb. 2). An ihrer Südseite befinden sich der Haupteingang und zwei Räume, von denen der eine als Arbeitszimmer dient, wenn in der Halle länger dauernde Versuche, etwa im Rahmen von Diplom- oder Doktorarbeiten gemacht werden. Der andere Raum, der durch die auf den Speicher führende Treppe eingeengt ist, ist vorläufig mit als Demonstrationsraum in Anspruch genommen. Der Speicherraum über diesen Räumen dehnt sich bis zum zweiten Binder der Halle aus. Er dient zur Unterbringung

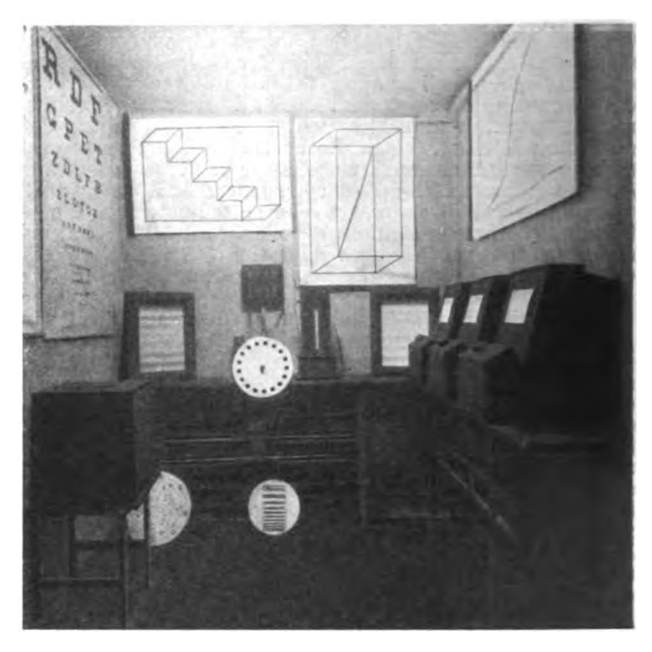


Abb. 6. Raum 3: Unterscheidungsfähigkeit.

von Demonstrationsgegenständen, für die in der eigentlichen Halle kein Platz mehr gefunden werden konnte, die aber zu gelegentlichen Vorführungen zur Hand sein sollen. Diese Räume sind in solider Bauweise ausgeführt. Die eigentliche Halle ist durch verschiebbare Wände in Einzelräume geteilt, und zwar, soweit es der beschränkte Raum zuließ, so, daß in jedem dieser Räume ein geschlossenes Gebiet der Lichttechnik demonstriert wird. Verschiebbar sind die Wände auf die Weise gemacht, daß die 9 × 7 cm starken Grenzpfosten, nachdem sie zur Verminderung des Druckes mit breiten Holzfüßen versehen waren, frei auf den mit Kokosmatten belegten Betonfußboden gestellt sind. An ihrem Kopfende stützen sich die Pfosten mit einer Auszahnung gegen einen an dem Gebälk der Halle aufgehängten, die Halle an jeder Seite in der Längsrichtung durchziehenden Balken. Die aus doppeltem

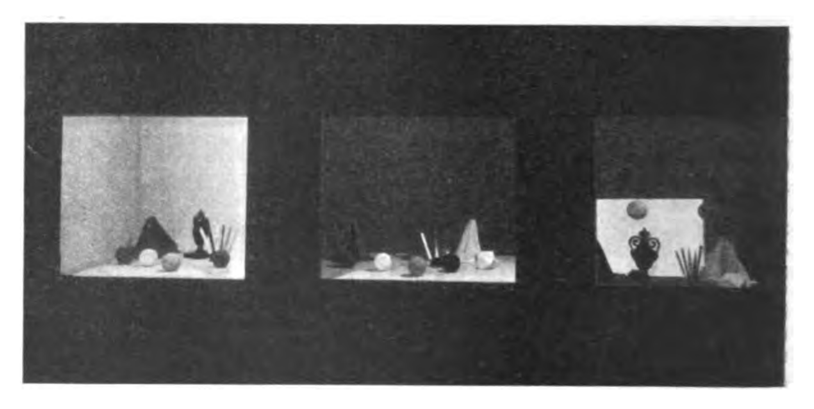


Abb. 7. Raum 4: Schattigkeit; Schattenrißsehen.

Rupfen gebildeten Wände sind oben an Holzbalken befestigt, unten über 2 cm starke Eisenstangen gespannt. Der Rupfen ist gestrichen und dadurch vollkommen lichtdicht gemacht. In ähnlicher Weise sind durch Überspannen mit Rupfen die Decken der Einzelräume gebildet. Die Räume sind 2,75 m hoch, im allgemeinen 2,6 m tief und

[3a] s. Teichmüller „Moderne Lichttechnik...", Union Deutsche Verlagsgesellschaft. 1928.



je nach Bedarf verschieden breit. — Einen Blick in die Halle gewährt Abb. 3.

Zur Ventilation der Halle dienen sechs durch Jalousien verschließbare, 45 × 30 cm große Öffnungen am Fußboden und ein laternenartiger Aufbau auf dem Dache. Drei hochliegende Fenster an der Westseite der Halle können für diesen Zweck auch benutzt werden, werden aber wohl

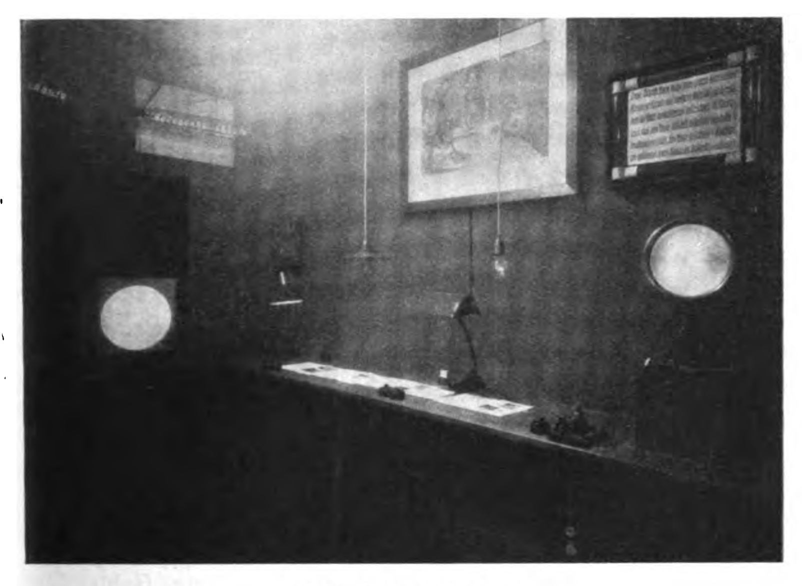


Abb. 8. Raum 5: Blendung.

immer geschlossen bleiben; sie sind durch Holzläden lichtdicht abgeschlossen. Leider wurde der Raum noch dadurch etwas eingeengt, daß an der Nordseite noch eine zweite Tür zugänglich bleiben mußte.

Für die Energiezufuhr ist, abgesehen von den Leitungen für die normale Beleuchtung und für das Gaslicht, durch folgende Anschlüsse gesorgt: Ein Dreileiterkabel von 35 mm² schließt die Halle an die Niederspannung eines städtischen Transformators an. Ein gleiches Kabel verbindet die Lichthalle mit dem Elektrotechnischen Institut der Hochschule. Mit diesem können also die mannigfaltigsten Stromarten, wie sie im Elektrotechnischen Institut selbstverständlich erzeugt werden können, nach der Lichthalle geliefert werden. Ein Zweileiterkabel von 25 mm² schließt die Halle an das mit Gleichstrom von 110 V arbeitende Elektrizitätswerk der Technischen Hochschule an. In der Halle selbst sind einige kleinere Transformatoren aufgestellt, die die vom Stadtnetz gelieferte Wechselspannung von 120 V auf 220 V, 28 V und 6 V transformieren. Ein sog. Klingeltransformator erlaubt, auch die Spannungen von 8, 5 und 3 V abzunehmen. Alle diese Spannungen sind für den Betrieb der mannigfaltigen Glühlampen nötig. Die kleinen in der Halle verteilten Motoren sind an das Gleichstromnetz des Elektrizitätswerkes der Hochschule angeschlossen. — Wir wenden uns nun der Beschreibung der einzelnen Räume zu.

Raum 1 (Abb. 4): Physikalische Grundlagen der Leuchtung und der Beleuchtung. Im Experiment werden die drei Arten der Leuchtung gezeigt, nämlich Erstleuchtung, Zweitleuchtung durch Reflexion, Zweitleuchtung durch Durchlassung, ferner das Kirchhoffsche Gesetz von der Emission und Absorption des Lichtes. Auf einer Reihe von Tafeln werden die Strahlungsgesetze, die Eigenschaften der Glühlampen und andere Tatsachen, die für dieses Gebiet der Lichttechnik wichtig sind, erläutert. Gegenständlich werden vorgeführt: ein absolut schwarzer Körper nach einem Modell der P. T. R., eine reichhaltige Sammlung verschiedenster Glühlampen und Glimmlampen aus verschiedenen Zeiten der Glühlampentechnik, der Werdegang der Kohlefadenlampe, der Werdegang der Osramlampe, einige Bogenlampen und einige Gaslampen, ein das Wesen des Raumwinkels demonstrierendes Modell, eine Teichmüllersche Raumwinkelkugel, eine große Anzahl Gipsmodelle, in denen gleichzeitig der Lichtverteilungskörper der Elementarleuchter und der den einzelnen Elementarleuchtern zugehörige Beleuchtungsverteilungskörper dargestellt sind.

Raum 2 (Abb. 5): In diesem Raume wird zunächst das Auge als geometrisch-optischer Apparat gezeigt, und zwar in einem Modell, das neben einer photographischen Kamera aufgestellt ist; auf der Netzhaut bildet sich genau so wie auf der photographischen Platte ein leuchtendes Patriarchen-Kreuz ab. Tafeldarstellungen erläutern die Vorgänge genauer und belehren über die Akkommodation des Auges. Der Übergang vom physikalischen zum physiologischen Lichte wird durch Nebeneinanderstellung einer physikalischen und einer physiologischen Grauleiter deutlich. Auf diese Weise werden auch die Begriffe Leuchtdichte und Helligkeit einander gegenübergestellt und die Hellempfindung demonstriert. Neben diese tritt der Begriff der Kontrastempfindung und weiterhin der Adaption des Auges, wozu auch das Zapfen- und Stäbchensehen erklärt werden muß. Das alles geschieht an Vorführungen und Tafeln.

Raum 3 (Abb. 6) ist der Unterscheidungsfähigkeit gewidmet. Neben den bekannten Sehzeichentafeln mit den Snellenschen und Landoltschen Sehzeichen, durch die die Sehschärfe festgestellt wird, finden wir geschlossene Kästen, in denen Leseproben verschiedener Typengröße mit 1 Lux, 60 Lux und 1000 Lux beleuchtet sind, durch die also die Abhängigkeit der Unterscheidungsfähigkeit von der Beleuchtungstärke gezeigt wird. Hier wie an einem Kasten mit durchscheinend leuchtenden Skalen ist zu erkennen, daß es für die Beleuchtungstärke ein Optimum gibt. Sehr überzeugend für die Bedeutung des Kontrastes für die Unterscheidungsfähigkeit sind die bekannten Tafeln, auf denen eine Kreisfläche von immer demselben mittleren Grau, auf dem Hintergrunde verschiedener Grau, vom hellsten bis zum dunkelsten, aufgedruckt ist. Die Unterscheidungsfähigkeit bei bewegten Gegenständen wird an umlaufenden Trommeln und Scheiben, die mit verschieden großen Sehzeichen versehen sind und verschieden stark beleuchtet werden können, gezeigt. Auf eine Unterscheidungsfähigkeit besonderer Art weisen einige Zeichnungen hin, die körperlich in verschiedener Weise gesehen werden können, z. B. die Zeichnung einer Treppe, die man auch so sehen kann, als ob sie an der Decke hinge, so daß der die Treppe Beschreitende auf dem Kopfe stehen würde.

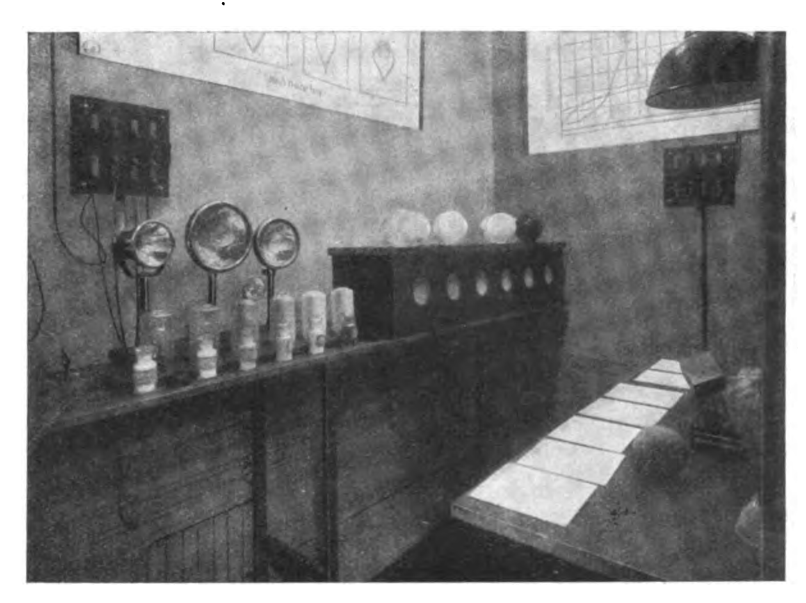


Abb. 9. Raum 6: Geleuchte, ihre Bestandteile und ihre Wirkungen.

Raum 4 (Abb. 7): Um die Eigenarten der Schattigkeit und ihre Bedeutung für das Aussehen und Erkennen der Gegenstände zu zeigen, sind in drei gleich-

großen Kabinen dieselben Gegenstände in ungefähr gleicher Weise aufgestellt[4]. Von den Kabinen ist die eine an allen fünf Grenzflächen sehr hell gehalten, die andere nur am Boden hell, an der Decke dagegen sehr dunkel, die dritte überall dunkel; ein Teil der Rückwand in dieser

Abb. 10. Raum 7: Farbe und Farbigkeit.

letzten Kabine wird aber von einer Mattscheibe eingenommen, die von hinten beleuchtet werden kann. Im übrigen können alle drei Kabinen in gleicher Weise von verschiedenen Stellen aus durch verdeckt angebrachte Glühlampen beleuchtet werden. Den Studenten ist hier Gelegenheit gegeben, zu beobachten, wie durch Veränderung der Beleuchtungswirkungen Wahrnehmungen zustande kom-

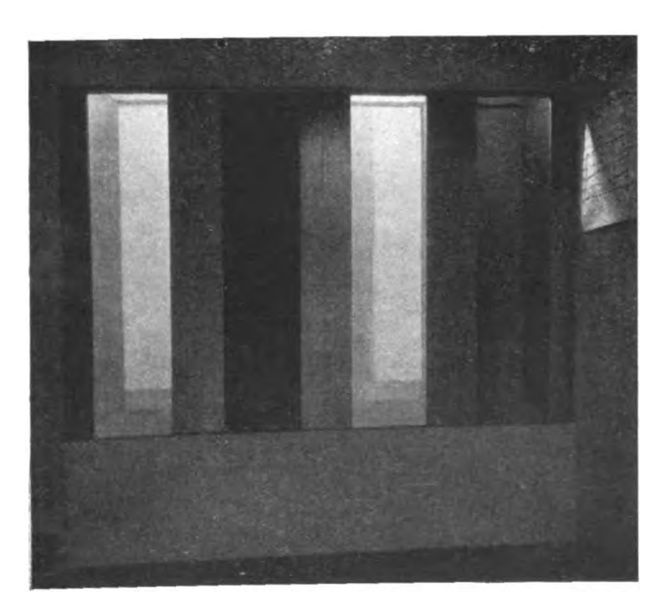


Abb. 11. Raum 8a: Einfluß des Reflexionsvermögens der Wände auf die Beleuchtungsstärke und den Beleuchtungseindruck.

men, die in bezug auf ihre Deutlichkeit und den ästhetischen Eindruck außerordentlich verschieden sind; die Beleuchtung durch die Mattscheibe an der Rückwand ruft die wichtige Erscheinung des Schattenrißsehens hervor.

In Raum 5 (Abb. 8) werden die verschiedenen Arten und verschiedenen Wirkungen der Blendung gezeigt, die Direktblendung, die Indirektblendung, die absolute und die Blendung durch Kontrast. An Bildern und an von der Versuchsperson selbst geschriebenen Schriftzeichen wird die Zweitblendung, Blendung durch Spiegelung, in ihrer störenden, oft zerstörenden Wirkung gezeigt. Als außerdem wichtigste Wirkung der Netzhautüberreizung wird das Zustandekommen von Nachbildern demonstriert. Auch hier werden die Darstellungen durch Kurventafeln ergänzt.

Raum 6 (Abb. 9) befaßt sich mit den Geleuchten, und zwar von den Grundbestandteilen an bis zu ihrer Wirkung auf die Sehdinge. In mehrererlei Weise werden Durchlassung und Reflexion der verschiedenen Gläser, Klarglas, Mattglas, Opalglas, Riffelglas usw. gezeigt, in ähnlicher Weise die Wirkung von Diopterglocken und Holophangläsern. Nach einem bekannten Goetheschen Experiment wird gezeigt, wie gewisse lichtstreuende Gläser im reflektierten Lichte bläulich, im durchfallenden rötlich erscheinen. Die Geleuchte selbst sind in charakteristisch verschiedenen Typen vertreten. Die Wirkung der verschiedenen Geleuchtetypen und die Bedeutung der richtigen Einstellung des Leuchtpunktes im Geleucht (nach den bekannten Untersuchungen von Halbertsma) und einiges andere wird auf Tafeln dargestellt.

Der Unterschied in der Beleuchtungswirkung eines diffusen Blechreflektors und eines spiegelnden Reflektors aus echtem Silberpapier[5] von ganz gleicher Form wird an zwei Modellen klar gemacht, in denen auf horizontalen Holztafeln die Beleuchtungsstärke auf gleichweit voneinander abliegenden Punkten körperlich durch die Länge von in den Punkten eingelassenen Holzstiften dargestellt ist. (Diese Modelle mußten aus Raummangel in Raum 11 aufgestellt werden.)

Raum 7 (Abb. 10) soll in das schwierige Gebiet der Farbe einführen. Das Farbendreieck, Ostwaldsche Farbenkreise, graphische Darstellungen der Farbigkeit von Lichtern und ähnliche Tafeln bilden Unterlagen zur Erklärung der wichtigsten Begriffe und Versuche. Die Farbenmischung und die Entstehung von farbigen Simultankontrasten wird an zahlreichen rotierenden Scheiben gezeigt; an einer Tafel läßt sich der farbige Sukzessivkontrast beobachten. Selbstverständlich sind Versuchsanordnungen zur Demonstrierung des Farbeneindrucks von Geweben und Tapeten unter verschiedenfarbigem Licht vertreten; die erwähnten bunten Tafeln und farbigen Bilder können durch Bühnenscheinwerfer mit Farbfiltern ver-

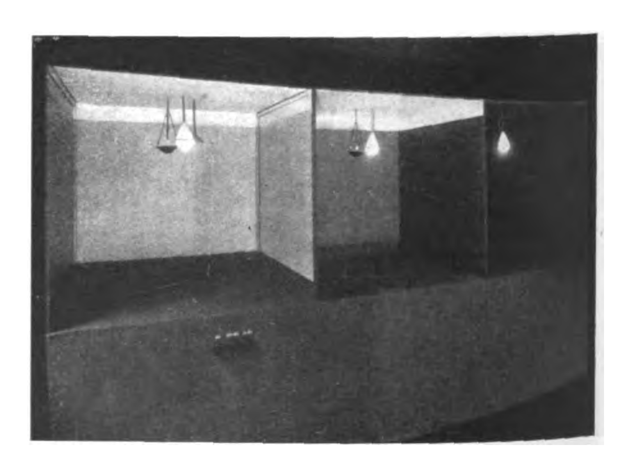


Abb. 12. Raum 8b: Drei Raummodelle mit je drei typisch verschiedenen Beleuchtungsarten.

schiedenfarbig beleuchtet werden. Für die Allgemeinbeleuchtung dieses Raumes dienen drei Geleuchte, von denen das eine mit einer Kohlefadenlampe, das zweite mit einer Metallfadenlampe ausgerüstet ist und das dritte künstliches Tageslicht liefert.

Raum 8a (Abb. 11): Vier ganz gleiche und gleichgroße Kabinen von beträchtlicher Höhe und mäßiger Grundrißausdehnung gehören paarweise so zusammen, daß die beiden ersten verschieden hell, die eine weiß, die andere schwarz-braun, gestrichen sind; sie sind mit Lampen gleicher Leistung beleuchtet, und die Wirkung ist die, daß die Beleuchtungsstärke im ersten Raum überall viel

[4] Nach dem Vorbilde der von mir im April 1927 als Teil der Ausstellung „Die neue Wohnung" in Frankfurt a. M. veranstalteten Lichttechnischen Ausstellung.

[5] Nach dem Vorschlage von A. Mang, Heidelberg.



größer ist als im zweiten. Die beiden anderen Kabinen sind in den Anstrichen gerade so verschieden, durch Lampen verschiedenen Lichtstromes aber ist es erreicht, daß

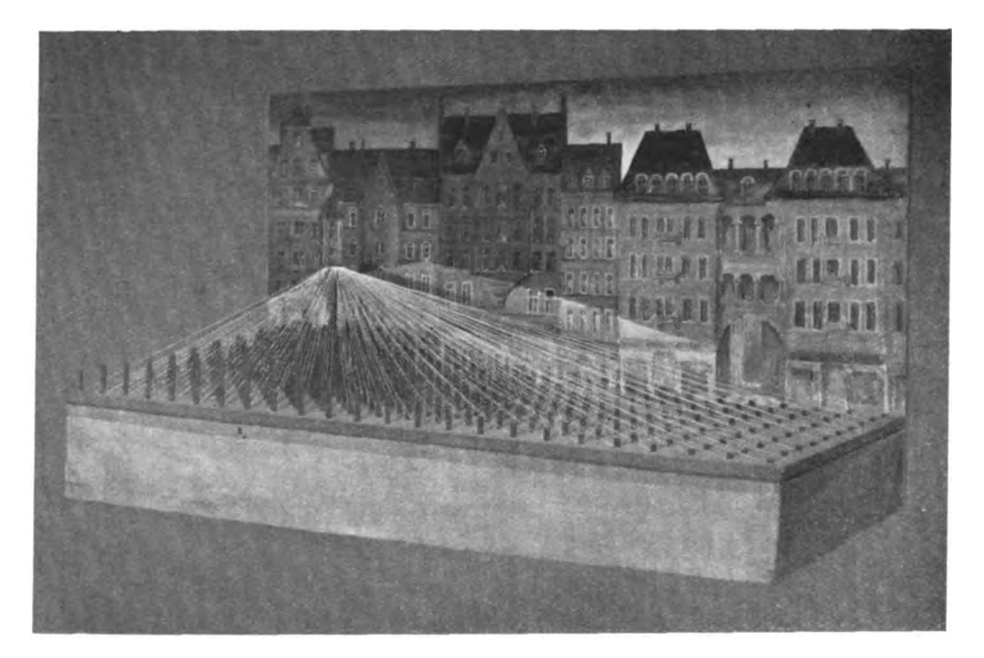


Abb. 13. Modell einer Straßenbeleuchtung.

in beiden Kabinen auf der Meßebene dieselbe mittlere Beleuchtungsstärke herrscht[6]. Hierzu war in der dunkel gestrichenen Kabine der fünffache Lichtstrom nötig. Bemerkenswert ist, daß trotz der gemessenen gleichen Beleuchtungsstärke die dunkel gestrichene Kabine, mit dem Auge unmittelbar beurteilt, einen viel dunkleren Eindruck macht als die hellgestrichene Kabine. — Die bei der Erklärung hieran anzuknüpfenden Betrachtungen über den Wirkungsgrad einer Beleuchtungsanlage werden durch graphische Darstellungen auf Wandtafeln unterstützt.

Raum 8b (Abb. 12): Zu diesen Betrachtungen gehören drei kleinere Raummodelle von 105 × 105 × 112 cm Größe, von denen das eine in allen fünf Seiten dunkel, das zweite ebenso, aber mit weißer Decke, das dritte mit sehr hellen Wänden und weißer Decke ausgestattet ist. In jedem Raummodell hängen die drei typisch verschiedenen Geleuchte für direkte, halbindirekte und ganzindirekte Beleuchtung. Die drei Lampen werden immer gleichzeitig ein- oder ausgeschaltet, so daß ein zuverlässiger Vergleich möglich ist. Das eine der Modelle ist so eingerichtet, daß Wände und Decke leicht durch solche von anderem Anstrich ersetzt werden können. — Diese Modelle mußten in dem Raume unter der Treppe untergebracht werden.

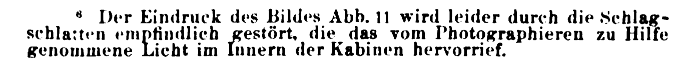
Raum 9: Einzelne Modelle.

a) Straßenbeleuchtung, gezeigt am Modell der Beleuchtung auf einer Straße von einem Geleucht aus. Durch straff gespannte Fäden sind die nach gleichmäßig verteilten Punkten gerichteten Strahlen dargestellt. Die Höhe von kleinen in diesen Punkten senkrecht angebrachten Holzstäben ist ein Maß für die dort herrschende Beleuchtungsstärke (Abb. 13).

b) Fabrikbeleuchtung, gezeigt an dem Modell einer Gießerei, die mit zwei Geleuchten beleuchtet ist. Das Modell ähnelt dem vorigen. Die die Beleuchtungstärke kennzeichnenden Stäbe sind maßstäblich bis zur Meßebene schwarz, darüber hinaus grün gefärbt.

c) Beleuchtung eines Verschiebebahnhofes im Modell. Das Modell — ein Geschenk der Firma G. Schanzenbach & Co. — macht deutlich, daß und wie es erreicht ist, daß die Gleise und Wagen gut beleuchtet sind, ohne daß der Stellwerkswärter durch direkte Lichtstrahlen von den Geleuchten getroffen, also durch Blendung gestört wird; es ist in Abb. 3 links vorn sichtbar.

d) Modell eines Straßenbahnwagens mit schlechter und guter Beleuchtung, die durch einfache Umstellung eines Hebels ausgetauscht werden kann (Abb. 14).



[6] Der Eindruck des Bildes Abb. 11 wird leider durch die Schlagschatten empfindlich gestört, die das vom Photographieren zu Hilfe genommene Licht im Innern der Kabinen hervorrief.

e) Sammlung von Schlußreflektoren verschiedener Güte für Fahrräder. Durch Änderung der Richtung des auffallenden Lichtes und des Standortes des Beschauers wird für diesen die Verschiedenheit der Reflektoren unmittelbar deutlich.

f) Leuchtende Hausnummern verschiedener Konstruktion.

g) Verschiedene Zusammenstellungen von Leuchtwürfeln der Atrax-Gesellschaft m. b. H. in Berlin.

Raum 10: Praktische Beleuchtungen.

a) Spiegelbeleuchtung: In dem Arbeitszimmer ist eine Spiegelbeleuchtung gemäß der in der Z. VDI Bd. 71, S. 1587, veröffentlichten Arbeit ausgeführt.

b) Hallenbeleuchtung: Die gesamte Halle kann durch mehrere neuzeitliche Geleuchte verschiedener Konstruktion und Wirkung beleuchtet werden.

c) Gangbeleuchtung: Der Gang zwischen den beiden Zimmern wird abwechselnd durch einen von zwei an den Schmalseiten hoch angebrachten Spiegelreflektoren so beleuchtet, daß der Eintretende sowohl als der Austretende nicht geblendet wird.

Raum 11 (Abb. 15) ist hauptsächlich der Lichtarchitektur und Tageslichtbeleuchtung gewidmet. Die Lichtarchitektur wird vorläufig nur an einigen verhält-

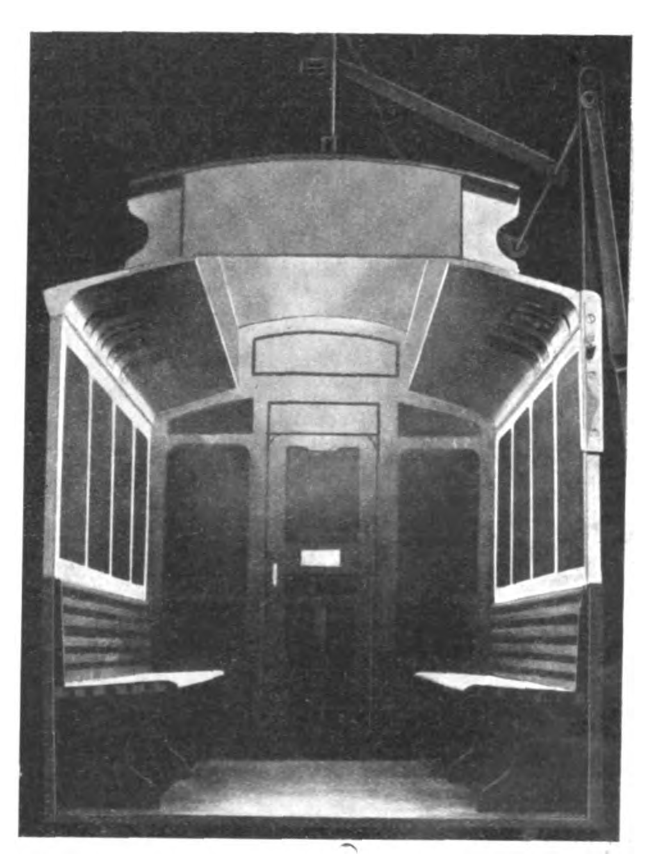


Abb. 14. Modell eines Straßenbahnwagens mit schlechter und guter Beleuchtung.

nismäßig einfachen Modellen von eigenartig gestalteten Wandflächen gezeigt, die durch verschiedenartige und auch verschiedenfarbige Beleuchtung in ihrer Wirkung auf den Beschauer auffallend stark verändert werden

können[7]. Die Modelle werden gelegentlich durch andere ausgetauscht, wie denn der ganze, verhältnismäßig große Raum so gehalten ist, daß leicht neue Versuche auf dem Gebiete der sich schnell entwickelnden Lichtarchitektur gemacht werden können. Der weitere Teil des Raumes kann durch natürliches Licht in verschiedener Weise beleuchtet werden. Hierzu dient ein in eine schwarze Jalousie eingeschnittenes Fenster, das von einer sehr tiefen Lage nach und nach in eine sehr hohe und darüber hinaus sogar an die Decke gezogen werden kann, so daß Oberlicht entsteht. Abb. 16 zeigt, wie zu diesem Zwecke das Gebäude an dieser Stelle sowohl in der Mauer als auch im Dache aus Glas ausgeführt ist. Bei diesem Experiment soll nicht nur die Abhängigkeit der Beleuchtungstärke von der Lage des Fensters gemessen, sondern auch der Eindruck verschiedener Körper bei verschiedenem Lichtauffall vom Auge unmittelbar beurteilt werden. Solche Körper von geometrisch definierbarer Form, aber auch Skulpturen u. a. sind deshalb in größerer Zahl in dem Raum aufgestellt.



Abb. 15. Raum 11: Lichtarchitektur; Tageslicht; optische Plastik.

12. Das Licht in seiner ästhetischen Wirkung wird in mehreren in der Halle zerstreut aufgestellten Demonstrationen gezeigt:

a) Die Maske eines sterbenden Kriegers, nach einem Schlußstein am Berliner Zeughaus von Schlüter, also ein an sich schon verzerrtes menschliches Gesicht, im hohen Giebel der Halle aufgehängt, ändert bei Beleuchtung aus sehr verschiedenen Richtungen seinen Eindruck außerordentlich stark.

b) Ein assyrisches Flachrelief, aufgehängt über den drei Kabinen in Raum 4, kann so, nämlich von vorn, beleuchtet werden, daß es fast verschwindet, aber auch so, nämlich von einer der Seiten oder steil von oben, daß es zu starker plastischer Wirkung kommt. Als ausgesprochenes Flachrelief steht es im starken Gegensatz zu der Maske des sterbenden Kriegers.

c) Vier gleiche weibliche Idealfiguren, die Psyche von Tieck (Abb. 17), sind in getrennten Kabinen untergebracht, die verschieden ausgekleidet sind und untereinander verschieden beleuchtet werden können. Die Beleuchtung kann auch in jeder Kabine nacheinander geändert werden. — Skulpturen nacheinander verschieden zu beleuchten ist schon seit langem in den Demonstrationsräumen üblich. Erst durch die Nebeneinanderstellung von Skulpturen wird die Verschiedenheit der Wirkungen deutlich, denn der Beschauer, der früher die Veränderungen leicht wegtransformierte[8], wird jetzt gezwungen, die Unterschiede scharf zu beachten.

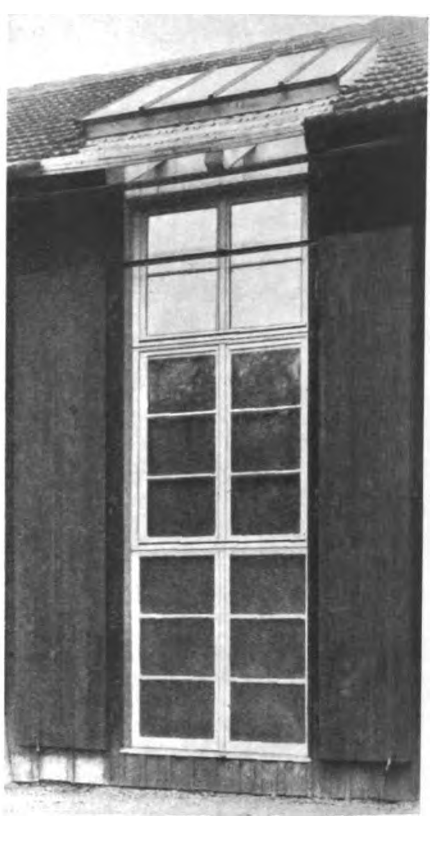


Abb. 16. Fenster und Oberlicht; dahinter Rolladen mit Fensterausschnitt.

d) Zwei Bilder von Nikolaus Braun, körperliche Bilder ohne gegenständlichen Inhalt, mit denen durch Licht, Schatten und Farbe in eigenartiger Zusammenstellung unmittelbar auf die Stimmung des Beschauers gewirkt werden soll. Beim einen Bilde ist das Licht starr, beim anderen leuchtet es periodisch auf und verlischt wieder.

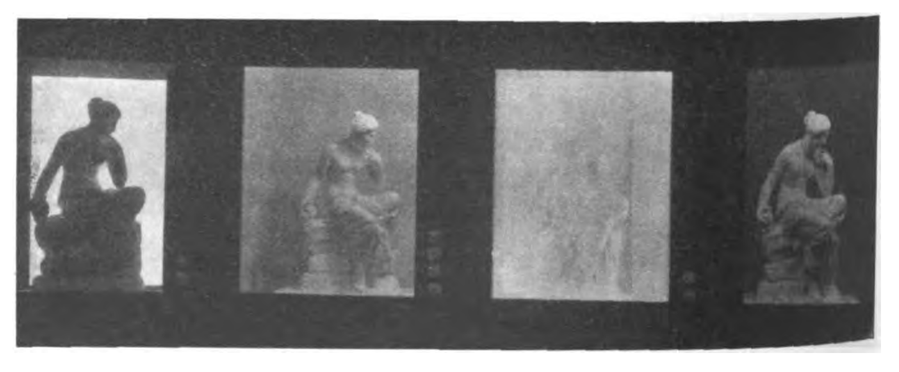


Abb. 17. Das Licht in seiner ästhetischen Bedeutung: vier gleiche Skulpturen in verschiedener Beleuchtung.

e) Zwei Werke der sog. optischen Bildhauerei von Arthur Segal, nämlich ein Porträt und eine Landschaft. In ihnen tritt der Künstler aus der zweidimensionalen Malerei in den Raum hinaus, indem er durch Erhöhungen und Vertiefungen, die der Körperlichkeit des dargestellten Gegenstandes nicht entsprechen, mannigfaltige, das Bildwerk außerordentlich belebende Schattenwirkungen hervorruft.

[7] s. Licht u. Lampe Bd. 16, S. 454.

[8] Vgl. ETZ 1928, S. 493.

An der Ausstattung der Halle haben sich in sehr dankenswerter Weise mehrere Firmen, die alle zu nennen leider nicht möglich ist, durch Stiftung von Gegenständen und von Geld beteiligt. Um die Einrichtung haben sich Herr Dipl.-Ing. R. Weigel, erster Assistent am Lichttechnischen Institut, und die Assistenten Dipl.-Ing. W. Ott, Dipl.-Ing. W. Scholtz und Dipl.-Ing. E. Häffner verdient gemacht. Zum Schlusse kann mit Freude und Genugtuung festgestellt werden, daß die Halle in der kurzen Zeit ihres Bestehens den Besuchern nach deren eigenen Äußerungen sehr viel Anregung gegeben hat. Ich erblicke darin einen neuen Beweis dafür, daß Lichtdemonstrationsräume das beste und ein notwendiges Mittel zur unmittelbaren und mittelbaren Förderung der Lichttechnik sind.

Elektrizität und Kältemaschine.

Von Regierungsbaumeister a. D. **A. Przygode,** Berlin.

Übersicht. Vorgang der Kälteerzeugung. Drehzahl der Kolben- und Turbo-Kältekompressoren. Eignung für elektrischen Antrieb. Ausgeführte Beispiele. Kühlschrank mit normaler Klein-Kühlmaschine, mit maschineller Sonderkonstruktion und chemischem (Absorptions-) Verfahren. selbsttätiger Betrieb der Kühlschränke.

Eine Kälteerzeugungsanlage besteht aus dem Verdampfer, Verdichter (Kompressor), Kondensator und Druckreduzierventil. Zwischen diesen Teilen mit den zugehörigen Rohrleitungen findet der Kreislauf des Kältemittels, das Ammoniak, Kohlensäure, Schwefel-Dioxyd, Methylchlorid, Dimethyläther usw. sein kann, statt. In einem meist aus Röhren gebildeten und in dem zu kühlenden Raum angeordneten Gefäß (Verdampfer) verdampft das Kältemittel unter niedrigem Druck und entzieht die hierzu erforderliche Wärmemenge der Umgebung, d. h. es erzeugt Kälte. Die entstehenden Dämpfe werden durch einen Kompressor abgesaugt und komprimiert. Die komprimierten Gase gelangen vom Kompressor in einen Kondensator, der durch kaltes Wasser gekühlt wird, so daß die Gase von der bei der Verdampfung und Verdichtung aufgenommenen Wärme befreit und verflüssigt werden. Über eine Druckreduzierdüse strömt sodann das flüssige Kältemittel wieder in den Verdampfer, wo es von neuem unter dem verminderten Druck verdampft. Die Kompressoren sind meist stehende oder liegende, einfach- oder doppeltwirkende Kolbenkompressoren, die von irgendeiner Kraftquelle angetrieben werden. Ihre Drehzahl ist noch heute gering, wiewohl diese gegenüber den ersten Ausführungen der Kompressoren vor etwa 50 Jahren, wo sie rd. 60 U/min betrug, um das Doppelte und mehr zugenommen hat und man bestrebt ist, sie noch weiter zu erhöhen. Die Drehzahlerhöhung wurde durch verbesserte Ventilkonstruktion, durch verbessertes Arbeitsverfahren mit überhitztem Betrieb, durch günstigere Wahl des Verhältnisses von Hub zu Kolbendurchmesser und durch Kühlung von Zylindermantel und -deckel erzielt. So konnte mehr und mehr von der direkten Kuppelung der Kolbenkompressoren mit Dampfmaschinen, die gleiche Drehzahl mit den Kompressoren haben, abgegangen werden und an ihre Stelle der Elektromotor mit Riemenantrieb und Spannrolle treten, der in der Aufstellung der Anlage eine größere Freiheit zuläßt, weniger Platz beansprucht, jederzeitige Betriebsbereitschaft bei einfachem Betrieb sichert und auch wirtschaftlicher als der Dampfbetrieb ist. Bei kleineren Anlagen ist man nicht mehr an eine Transmission gebunden. Nur noch in den Fällen, wo Dampf auch sonst im Betrieb benötigt wird, wird fernerhin Antrieb durch Dampfkraft in Frage kommen.

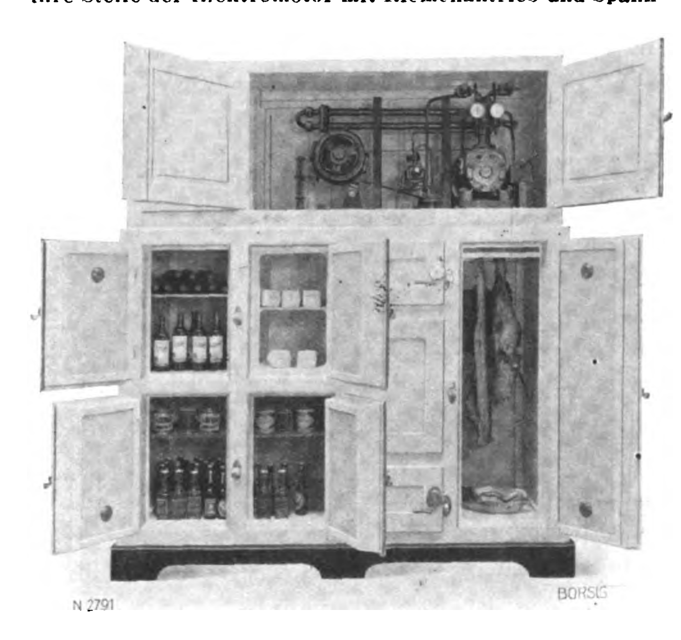
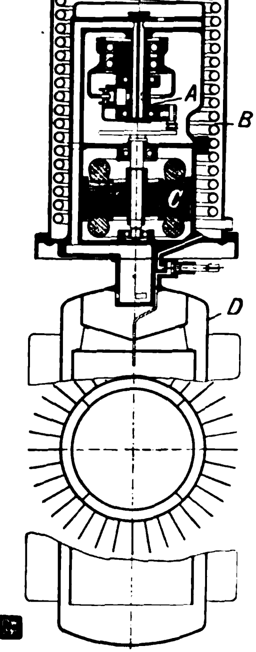
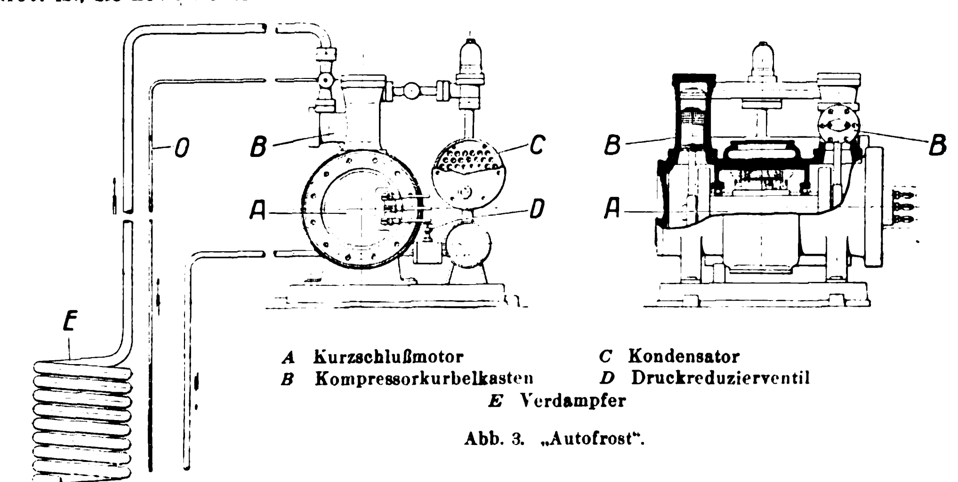


Abb. 1. Borsig-Kühlschrank mit maschineller Kühlung durch eingebaute Klein-Kühlmaschine.



A Kompressor
B Kondensatorschlange
C Elektromotor
D Verdampfer

Abb. 2. Lindes „Autopolar" (Schnitt)



A Kurzschlußmotor
B Kompressorkurbelkasten
C Kondensator
D Druckreduzierventil
E Verdampfer

Abb. 3. „Autofrost".

Der elektrische Antrieb bietet auch sonst noch Vorteile. So wird in der neuen Kühlanlage der Firma A. Borsig für das Kühlhaus der Eiswerke und Kühlhallen



St. Pauli Fischmarkt, Hamburg, jeder der drei Ammoniakkompressoren mit einem Kraftbedarf von 130 PS bei 120 U/min durch einen Lloyd-Synchronmotor von 125 kVA mit eingebauter Erregermaschine mittels Riemen über Spannrollengetriebe angetrieben. Zur Vermeidung von Umformerverlusten sind die Motoren an das 6000 V-Netz angeschlossen. Man hat diese Motoren gewählt, um den Gesamtleistungsfaktor der ganzen Anlage zu verbessern. Sie laufen wie Asynchronmotoren unter voller Last an und stellen sich hierauf selbsttätig auf einen Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 1$ ein. So haben die Motoren keinen Blindstrombedarf, und durch einfache Regelung wird Blindstrom an das Netz für die vielen Asynchronmotoren im Werk abgegeben. Hierzu gehören auch fünf Solepumpen (einstufige, mit Elektromotor direkt gekuppelte Kreiselpumpen). Den direkten Antrieb von Kolbenkompressor durch Elektromotor hat man bereits im Werk der S. A. Chalutiers de La Rochelle, La Rochelle (Frankreich) ausgeführt. Hier sind zwei Sulzer-Ammoniakkompressoren von je 313 000 cal/h mit synchronisierten Asynchronmotoren bei 230 U/min direkt gekuppelt. Auch bei der Anlage Kaiseroda der Kali-Industrie A. G. Kassel, wo ein zweistufiger Ammoniak-Kolbenkompressor der Gebrüder Sulzer,

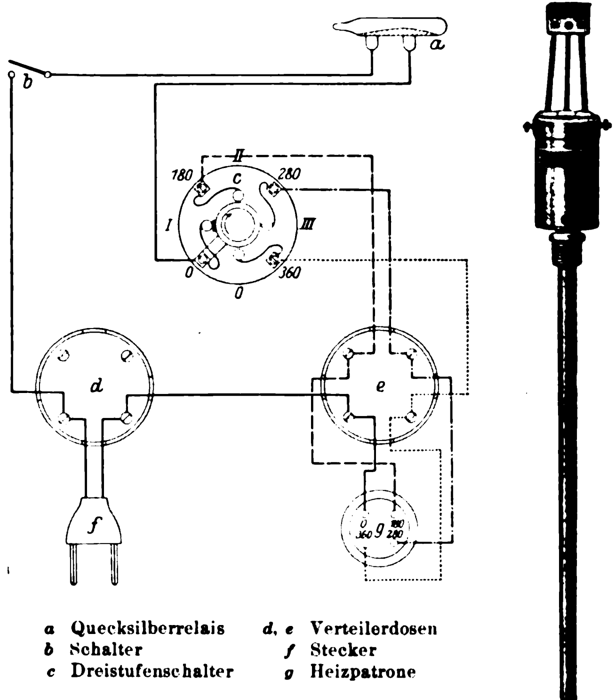


Abb. 4. Regelung der elektrischen Heizung beim Elektrolux-Kühlschrank.

Abb. 5. Temperaturregler.

Winterthur, für 4 Mill. cal/h mit 150 U/min läuft, der auf gleicher Welle von einer 1200 PS-Sulzer-Dampfmaschine angetrieben wird, beabsichtigt man, bei der Erweiterung der Anlage durch einen zweiten gleichen Kompressor den entstehenden Zwillings-Verbund-Kompressor direkt durch einen Asynchronmotor, der als Schwungradmotor ausgebildet ist und auf einer gemeinsamen Welle zwischen den beiden Gruppen sitzt, anzutreiben. Die Leistung des Motors beträgt rd. 2000 PS bei einer minutlichen Umlaufzahl von 150. Die Polzahl beträgt 38. Die Kompressoren sind mit abstellbaren Saugventilen und mit Umlaufventilen versehen. Letztere werden während der Anlaufperiode geöffnet. Des weiteren sind von Sulzer ausgeführt worden eine Kälteanlage im Löwenbräu Zürich mit elektrischem Antrieb durch 100 PS-Asynchronmotor mit 18 Polen und 333 U/min. Bei der Anlage „Frigorifico Nacional" in Callae sind zum Antrieb der Kompressoren synchronisierte Asynchronmotoren für eine Leistung von 180 . . . 200 PS aufgestellt worden, die mit 257 U/min laufen. Derartige Motoren wurden auch in der Anlage der Société des Transports frigorifiques, Entrepôt de Lyon, gewählt, die bei einer Leistung von 100 PS bis 250 U/min machen. Auch bei den Lieferungen von Großkompressoren für die chemische Industrie, die bereits für Drücke bis 1000 atü gebaut worden sind, ist der Antrieb durch direkt gekuppelte Drehstrommotoren bevorzugt worden. Der Motor ist hierbei auf die Welle aufgesetzt worden, wobei es in der Regel möglich war, das nötige GD^2 im Läufer unterzubringen. In Spezialfällen kann noch ein Hilfschwungrad oder bei kleineren Einheiten Riemenantrieb gewählt werden.

Ein weites Feld für den elektrischen Kompressorantrieb dürfte sich mit der Entwicklung des Turbo-Kältekompressors bieten. Bekannt ist der BBC-Ammoniak-Turbokompressor für 6 . . . 8 Mill. cal/h Kälteleistung in der Großkälteanlage Kaiseroda der Kali-Industrie A. G.

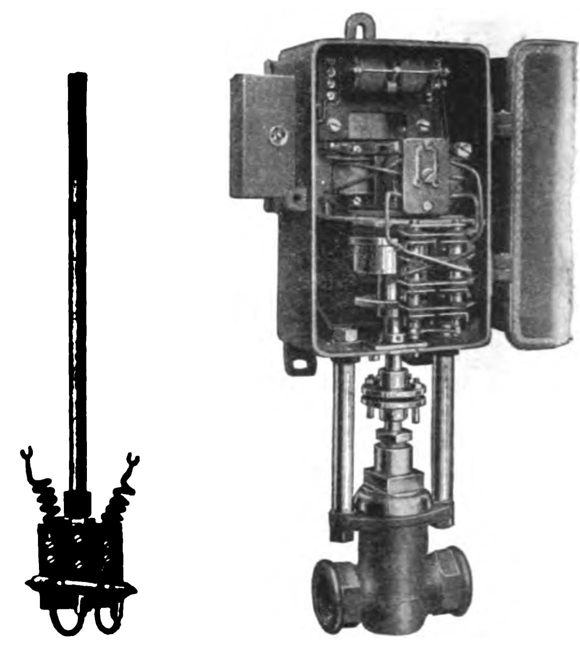


Abb. 6. Temperaturschalter mit Quecksilber-Kippröhre.

Abb. 7. Fernsteuerventil.

Kassel, der mit 6000 U/min läuft und mit einer Gegendruck-Dampfturbine direkt gekuppelt ist. Bestrebungen sind im Gange, Turbokompressoren für Leistungen bis herab auf 200 000 cal/h zu schaffen, die als Kältemittel Chloräthyl verwenden, das für diese Maschinen infolge der größeren Gasmengen auch bei kleineren Kälteleistungen günstige Arbeitsbedingungen ergibt. Diese Turbokompressoren mit hoher Drehzahl mit den zugehörigen Zahnradvorgelegen eignen sich sehr gut für direkten elektrischen Antrieb.

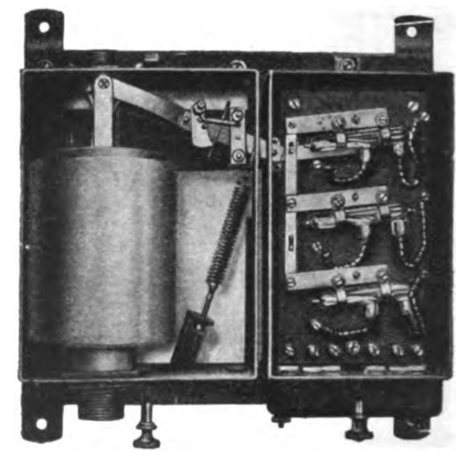


Abb. 8. Kühlwasserschalter mit Quecksilber-Kippröhren.

Sylbe & Pondorf, Schmölln (Thür.), fertigen für Kühlschränke und stationäre Kühl- und Gefrieranlagen den Rota-Kompressor (Drehkolbenkompressor), der bei 950 U/min eine direkte Kuppelung mit dem Elektromotor auf einer gemeinsamen Grundplatte ermöglicht. Es werden drei Größen zu 0,33, 0,55, 1,10 kW Motorstärke gebaut. Doch sind auch Ausführungen bis zu 20 000 cal/h möglich.

Dies führt zu dem großen Gebiet der Kühlschränke, bei denen die gesamte maschinelle Kühleinrichtung oben

oder unten im Schrank untergebracht ist und der wasser- oder luftgekühlte Kolbenkompessor von dem ¼-... ½ PS-Elektromotor mittels Keilriemen angetrieben wird. Anzuführen sind hier u. a. die Fabrikate von A. Borsig (Abb. 1), Alfred Teves, Frigidaire, Belco-Kelvinator. Bei dem neuen Kühlschrank der Firma Teves von 0,16 m³

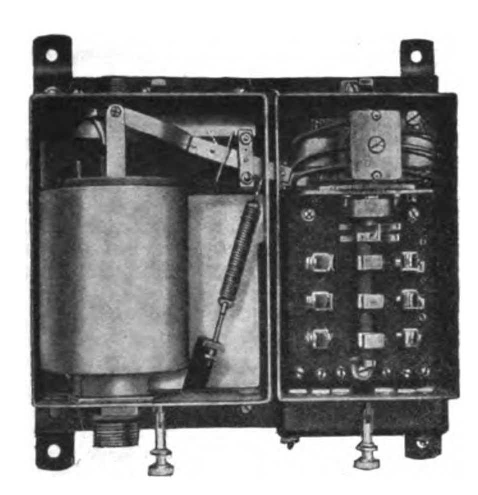
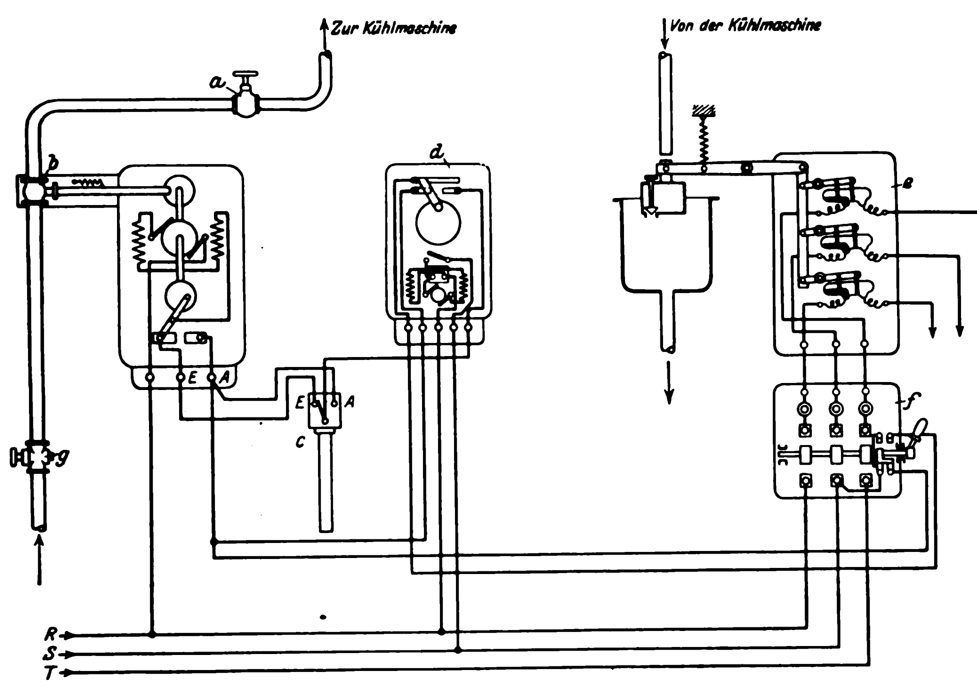


Abb. 9. Kühlwasserschalter mit Motorfernschalter.

Nutzinhalt läuft der ¼ PS-Motor mit zu hohem Anlaufmoment als Schleifringmotor an und wird nach Erreichung normaler Umdrehungszahl durch selbsttätiges Abschalten der Bürsten als Kurzschlußmotor geschaltet. Hierdurch ist ein völlig geräuschloser Lauf des Motors sichergestellt. Der Motor kann an jede Lichtleitung von 110 oder 220 V angeschlossen werden, und zum Inbetriebsetzen des Schranks genügt das Einstöpseln des elektrischen Steckers in die vorhandene Leitung, da die Kühlung des Kondensators durch einen vom Motor direkt angetriebenen Ventilator erfolgt.

Zur Vereinfachung der maschinellen Einrichtung der Kühlschränke wie ihres Betriebes sind eine Reihe Sonderkonstruktionen in dem Lindes „Autopolar" (Abb. 2), in dem „Autofrigor" der Escher Wyss & Cie. A. G., in dem „Autofrost" der Firma A. Freundlich, Düsseldorf, geschaffen worden. Auch der BBC-Rot-Silber-Kühlautomat gehört kältetechnisch hierher. Beim „Autopolar" wie „Autofrigor" sind Kompressor, Antriebelektromotor, Kondensator und Verdampfer in einem gekapselten Maschinensatz vereinigt, der betriebsfertig geliefert und auf den Schrank aufgesetzt wird. Die Elektromotoren sind Spezialausführungen mit vertikal liegender Welle. Diese treibt beim Autopolar den über dem Motor angeordneten Kompressor mittels Kurbel, beim Autofrigor den unter dem Motor liegenden Kompressor mittels Zahnradgetriebe an. Auch die kleinen Kolbenkompressoren sind Spezialanordnungen. Die Kühlung des Kondensators erfolgt durch Wasser, so daß zur Inbetriebsetzung der Schränke nur das Einlegen des elektrischen Schalters und das Öffnen des Kühlwasserhahnes erforderlich ist. Der Autopolar wird für Kälteleistungen von 350, 750, 1500, 3000 cal/h gebaut, und Ausführungen für 200 und 5000 cal/h sind in Vorbereitung. Für die ausgeführten Größen beträgt bei 10° Kühlwasserzulauf und —7° Verdampfungstemperatur der Stromverbrauch bei Drehstrom 0,23, 0,40, 0,65, 1,25 kWh. Der Autopolar wird für Dreh- und Wechselstrom geliefert. Bei Gleichstrom wird der Einbau eines Umformers in die Stromzuführungsleitung erforderlich. Beim Autofrigor, der auch für jede Stromart und Spannung aufgestellt werden kann, ist der Drehstromverbrauch am Zähler für die kleinste Type mit 150 cal/h 0,12 kWh, für die größte mit 6500 cal/h 2,5 kWh. Beim „Autofrost" (Abb. 3) ist der Drehstrom-Kurzschlußmotor im Kurbelkasten des Kompressors zwischen den stehenden Zylindern eingebaut. Der Rotor ist mit besonderer Stabwicklung versehen und wird mit 10 V Spannung betrieben, um jegliche schädliche Wirkung des Kältemediums auf den elektrischen Teil auszuschließen. Es werden zwei Typen für eine Kälteleistung von 2500 und 5000 cal/h gebaut.

Eine noch weitere Vereinfachung der Kühleinrichtungen bieten die nach dem Absorptionsprinzip arbeitenden Anlagen. Bei diesen ist kein Kompressor vorhanden. Die Ammoniakgase werden aus dem Verdampfer durch den Kondensator hindurch in einen Wasserbehälter (Absorber bzw. Kocher) infolge der Affinität des Ammoniaks zum Wasser abgesaugt. Nach vollständiger Absaugung der Gase und damit beendigter Kühlperiode wird das Ammoniak aus dem Wasser des Absorbers durch Wärme, die elektrisch mit Heizpatronen erzeugt werden kann, wieder ausgetrieben, sammelt sich im Kondensator an und wird infolge Kühlung desselben



a Drosselhahn *b* Fernsteuerventil *c* Thermoregler *d* Schaltuhr *e* Kühlwasserschalter *f* Handschalter mit Sicherung *g* Absperrhahn

Abb. 10. Schaltbild für die vollselbsttätige Arbeitsweise einer Kühlmaschinenanlage.

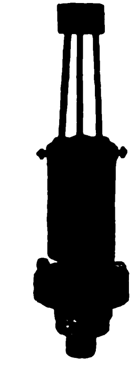


Abb. 11. Druckregler.

mit Wasser verflüssigt. Sobald sich eine genügende Menge Ammoniak angesammelt hat, wird die Heizung selbsttätig abgestellt und das Kühlwasser selbsttätig vom Kondensator über den Absorber geleitet. So wechselt immer eine Heizperiode von etwa 1½ h Dauer mit einer Kühlperiode von 22½ h Dauer während des Tages ab. Derartige Kühlschränke sind der „Mannesmann", „Polaris", „Eßlingen" u. a. Neuerdings bauen die Schwarzwaldwerke Lanz, Mannheim, einen Kühlschrank mit Trockenabsorption, bei dem ein Umschalten des Kühlwassers sich demnach erübrigt. Der Kühlschrank der Elektrolux G. m. b. H., Berlin,

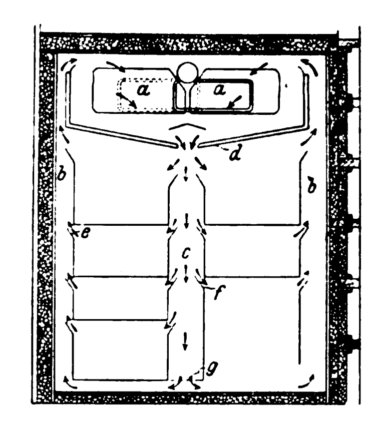
arbeitet nach einem besonderen Absorptionsverfahren, System Platen-Munters, das einen kontinuierlichen Kühlprozeß ermöglicht. Der Umlauf der Ammoniakdämpfe wird beim Eintritt dieser in den Verdampfer durch Beifügung von Wasserstoff erzielt. Bei elektrischer Beheizung des Apparats durch einen kleinen elektrischen Heizwiderstand ist dieser als Dreistufen-Heizpatrone mit einem Dreistufenschalter ausgebildet, der es ermöglicht, den Apparat der Jahreszeit und dem Bedarf entsprechend mit Strom zu beschicken. Aus dem Schaltbild (Abb. 4) ist ersichtlich, daß ein Stromverbrauch von 180, 280 bzw. 360 W einstellbar ist. Ein Kühlwasserschalter mit Quecksilber-Kippschalter unterbricht selbsttätig den Stromkreis oder stellt ihn wieder her, je nachdem das Kühlwasser ausbleibt oder läuft.

Der selbsttätige Betrieb der Kühlschränke hat bereits eine hohe Stufe der Vervollkommnung erreicht, so daß diese völlig ohne Aufsicht dauernd mit gewünschter Kühltemperatur arbeiten. Die Cumulus-Werke, Freiburg i. Br., befassen sich insbesondere mit der Herstellung der für die Automatik der Kühlanlagen erforderlichen Einrichtungen, wie Temperaturregler, Temperaturschalter, Fernsteuerventil, Kühlwasserschalter. Der Temperaturregler (Abb. 5) wird zur Steuerung von Relais, elektrisch betätigten Ventilen und Fernschaltern benutzt. Die Regler kommen als sogenannte Luftregler direkt zum Einbau in den Kühlraum oder in den Kühlschrank und werden für eine zwischen $+10^\circ \ldots -35^\circ$ regelbare Temperatur ausgeführt. Die geringste Temperaturdifferenz beträgt normal 1°. Die Temperaturschalter mit Quecksilber-Kippröhre (Abb. 6) arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie die Temperaturregler und dienen in ein- und zweipoliger Herstellung für 6 und 12 A zur hauptstromseitigen Abschaltung von Heizpatronen und kleinen Motoren. Die Fernsteuerventile (Abb. 7), die von einem Thermo-(Temperatur-)Regler gesteuert werden, werden in die Rohrleitung für das Kühlwasser oder die Sole von ½ ... 3″ Dmr. eingebaut und normal für die Funktion „Auf" oder „Zu" ausgeführt. Sie lassen sich aber auch als Regelventil ausbilden. Die Betätigung des Ventils erfolgt durch einen kleinen Motor für Spannungen bis zu 500 V. Darüber empfiehlt sich die Verwendung eines Transformators für die Steuerleitung. Jedes Ventil ist für zwei Spannungen verwendbar, indem die Spulen des Motors hintereinander oder parallel geschaltet werden. Die Kühlwasserschalter werden für Durchflußmengen bis zu max. 2700 l/h gebaut und dienen dazu, den Motor des Kompressors in Abhängigkeit vom Zulauf des Kühlwassers ein- und auszuschalten. Bei kleinen Stromstärken bis zu etwa 15 A werden sie mit Quecksilber-Kippröhren (Abb. 8), bei größeren Stromstärken mit Motorfernschalter, der für Gleich- wie Drehstrom verwendbar ist (Abb. 9), ausgeführt. Diese Fernschalter werden auch als Anlauf- und als Sterndreieck-Schalter ausgebildet. Aus dem in der Abb. 10 dargestellten Schaltbild ist die vollselbsttätige Arbeitsweise einer Kühlmaschinenanlage in Verbindung mit einer Schaltuhr ersichtlich. Bei hinreichendem Kältegrad schließt der Thermoregler das Fernsteuerventil in der Kühlwasserleitung. Infolge des Ausbleibens des Kühlwassers wird der Motor abgeschaltet. Bei um 1° im Kühlschrank gestiegener Temperatur wird das Fernsteuerventil wieder geöffnet, das Kühlwasser füllt den Becher des Kühlwasserschalters, und der Motor wird eingeschaltet. Die Schaltuhr ermöglicht es, den Strom zu bestimmter Zeit, gegebenenfalls nachts, zu entnehmen, so daß billiger Nachtstrom für den Betrieb des Kühlschrankes ausgenutzt werden kann. Neuerdings werden auch Druckregler für Ammoniak benutzt, welche in Abhängigkeit vom Druck im Verdampfer die entsprechenden Ventile betätigen. Ein derartiger Druckregler ist in Abb. 11 dargestellt. Zur Verwendung von Einphasen- oder Gleichstrommotoren werden die Schalter mit einer Verriegelung geliefert, die dafür sorgt, daß, wenn der Schalter ausgeschaltet ist, ein Wiedereinschalten nicht möglich ist, bevor der Schalter entriegelt ist.

Bei den Kühlschränken, die mit Absorptionskühlanlagen ausgestattet sind, wurden die selbsttätig einsetzende Beheizung und selbsttätige Umschaltung des Kühlwassers bereits erwähnt. Ebenso wird der Strombedarf zur Beheizung selbsttätig geregelt und der Stromzufluß beim Ausbleiben von Kühlwasser selbsttätig abgestellt. Einfachheit in der Bedienung, sparsamer und unbedingt sicherer Betrieb sind die Kennzeichen des neuzeitlichen Kühlschranks, der für die Elektrizitätswerke ein willkommener Stromverbraucher sein kann.

Elektrische Kühlung für Speisewagen.

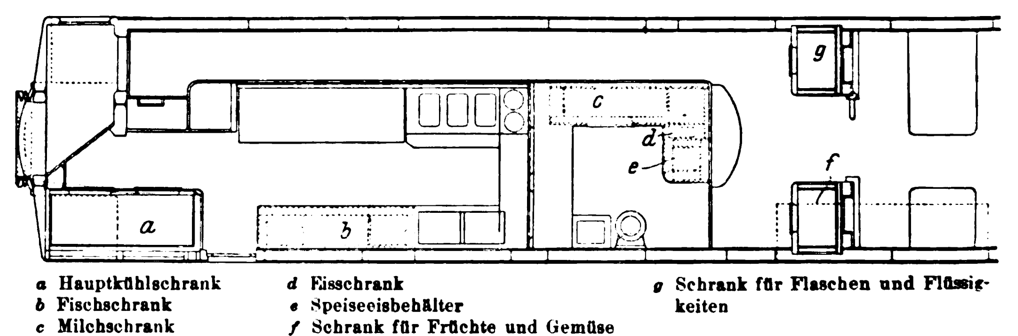
Wenn im Speisewagen Vorräte für mehrere Tage mitgenommen werden müssen, bereitet die Konservierung im Sommer, besonders wegen des beschränkten Raumes, manche Schwierigkeiten. Die Eisschränke sind dann derart voll gepackt, daß die Luftzirkulation behindert und das Verderben der Lebensmittel dadurch begünstigt wird. Die Chicago-Milwaukee and St. Paul Pacific hat daher auf einigen Speisewagen die Eiskühlung aufgegeben und die Ventilation der Schränke mit gekühlter Luft eingeführt[1].



a Kühlsystem
b Warmluftkanal
c Kaltluftkanal
d Wärmeschutz
e Klappe zur Regelung der ausströmenden warmen Luft
f Klappe zur Regelung der zuströmenden kalten Luft
g perforierte Platte zur Regelung der Zirkulation.

Abb. 1. Kühlschrank.

Zur Kälteerzeugung werden zwei elektrisch betriebene Kompressoren von je 0,5 PS Leistung benutzt. Diese zwei Maschinensätze sind ebenso wie die dazugehörigen Kondensationseinrichtungen unter dem Wagen angebracht, so daß sie von der Seite leicht zugänglich sind. Die Kondensationsanlage befindet sich vor den Kompressoren, damit die Kühlwirkung der bei der Fahrt entstehenden Zugluft ausgenutzt werden kann. Das Kühlmittel wird von der Kälteerzeugungsanlage den einzelnen Kühlschränken zugeführt, in denen es oben (Abb. 1) durch ein Röhrensytem geleitet wird, so daß sich hier die durch einen Ventilator in ständiger Zirkulation gehaltene Luft des Kühlschrankes immer wieder abkühlen kann. Die einzelnen Fächer des Schrankes besitzen regelbare Klappen; auch das im Mittelkanal unten angebrachte gelochte Blech dient zur Einstellung der erforderlichen Temperatur. Abb. 2 zeigt die Anordnung der verschiedenen Kühlschränke im Wagen. Während der eine Kompressor für die Schränke *a* und *b* in der Küche bestimmt ist, versorgt der andere die übrigen Kästen; der letztere Satz ist mit einem selbsttätigen Regelungsventil versehen, um eine Veränderung der Temperatur für die einzelnen Schränke zu gestatten. Ein 5 kW-Generator und 2 Batterien von je 300 Ah vervollständigen die Einrichtung. *Ka.*



a Hauptkühlschrank
b Fischschrank
c Milchschrank
d Eisschrank
e Speiseeisbehälter
f Schrank für Früchte und Gemüse
g Schrank für Flaschen und Flüssigkeiten

Abb. 2. Anordnung der Kühlschränke im Speisewagen.

[1] W. C. Marshall, Railway Age Bd. 84, S. 796.



RUNDSCHAU.

Leitungen.

Differentialschutz von Leitungen mittels Trägerwellen. — Der Differentialschutz von Leitungen durch Vergleich der Ströme am Anfang und Ende der Leitung ist ein recht hochwertiger Schutz, dessen Ausführung in der Praxis jedoch durch die erforderliche Verlegung einer besonderen Meßleitung unwirtschaftlich ist. Diese Hilfsleitung kann man vermeiden durch Benutzung von Trägerwellen (Drahtfunk), wie sie auch dem Nachrichtenverkehr zwischen den Werken dienen. Ein derartiges Schutzsystem, das mit Frequenzen von 40...120 kHz arbeitet, wird von Fitzgerald beschrieben. Dabei sind die am Anfang und Ende der Leitung befindlichen Ölschalter mit Überstromrelais ausgerüstet, in deren Betätigungskreis sich eine zweite Unterbrechungsstelle befindet, die durch ein Relais nur dann geschlossen wird, wenn der Überstrom durch einen Fehler innerhalb der geschützten Leitungstrecke verursacht wurde. Dieses zweite Relais wird durch Trägerwellen betätigt, die, vom anderen Ende der Leitung kommend, melden, ob dort infolge eines in der Leitung liegenden Fehlers die Stromverhältnisse gegen den Leitungsanfang geändert sind, oder ob es sich nur um eine die ganze Leitung gleichmäßig beanspruchende Überlastung handelt; im ersteren Falle erfolgt die sofortige Abschaltung am Anfang und Ende.

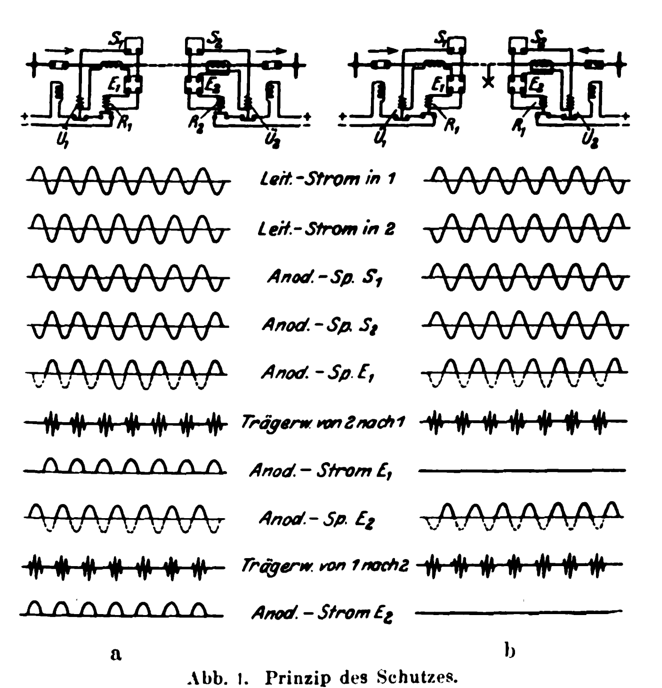
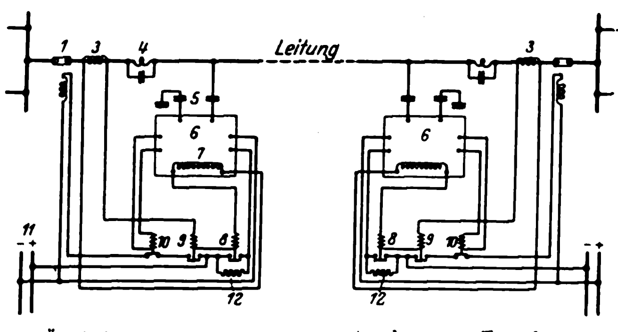


Abb. 1. Prinzip des Schutzes.

Das Prinzip der Anordnung beruht auf folgenden Überlegungen: Wird die Anode einer Dreielektrodenröhre mit Wechselspannung gespeist, so kann die Röhre nur während der positiven Halbwellen arbeiten. Legt man an das Gitter eine gleichfrequente, aber um 180° verschobene Wechselvorspannung, so ist das Fließen eines Anodenstromes überhaupt unterbunden. Wird aber auf das Gitter eine weitere Spannung z. B. von Trägerfrequenz aufgedrückt, so kann während der positiven Halbwellen der Anodenspannung ein gleichgerichteter Anodenstrom fließen. An den Enden der Leitung werden nun je ein Sender (S_1, S_2) und ein Empfänger (E_1, E_2) eingebaut; die Anodenspannungen der Sender sind jedoch infolge inversen Anschlusses an den Stromwandler in Station *2* (Abb. 1) um 180° in der Phase verschoben. Auch die Empfängerröhren in *1* und *2* haben gegeneinander um 180° versetzte Anodenspannungen, und weiterhin ist die Empfängeranodenspannung *1* gegen die Senderanodenspannung *1* um 180° verschoben, so daß *1* nur von *2* empfangen kann und umgekehrt. Fließt nun in der Leitung ein durch hohe Belastung bedingter Überstrom (Abb. 1 a), so werden durch eine in Abb. 1 nicht gezeichnete Hilfsvorrichtung die Sender- und Empfängerröhren geheizt, die beiden Sender schicken im Takte der Netzfrequenz intermittierende Wellen auf die Leitung, die in den Empfängern E_1 und E_2 Anodenströme hervorrufen, durch die das Empfängerrelais *R* den Betätigungsstromkreis geöffnet hält, eine Abschaltung also verhindert. Tritt jedoch in der Leitung ein Kurz- oder Erdschluß auf (Abb. 1 b), so verschiebt sich der Strom in Station *2* etwa um 180° und mit ihm die Anodenspannungen *2*, so daß jetzt während der Zeit der von *1* und *2* ausstrahlenden Senderhalbwellen beide Empfänger gesperrt sind. Infolgedessen bleiben die Empfangsrelais *R* geschlossen und die Ölschalter werden von den ansprechenden Überstromrelais *Ü* geöffnet.



1 Ölschalter
2 Auslösespule zu *1*
3 Durchf.-Wandler
4 Sperrkreis
5 Koppelungskondensator
6 Sender und Empfänger
7 Anodenspann.-Transformator
8 Heizrelais
9 Überstromrelais
10 Empfängerrelais
11 Gleichstromschienen
12 Widerstand für Heizung

Abb. 2. Trägerwellen-Differentialschutz einer Einphasenleitung.

Abb. 2 zeigt die Schaltung etwas ausführlicher für eine Einphasenleitung. Das Heizrelais *8*, das die Inbetriebsetzung der Apparatur bei Auftreten von Überstrom besorgt, ist ebenfalls eingezeichnet. Die Kathoden der Röhren liegen bei normalen Netzverhältnissen über einem größeren Widerstand *12* an der (Gleichstrom-) Heizspannung *11*. Entsteht Überstrom, so wird das Heizrelais *8* augenblicklich betätigt und bringt die Anlage in Alarmzustand. Das Überstromrelais *9* arbeitet verzögert (0,5 s) und ist auch auf einen etwas höheren Stromwert eingestellt, so daß in jedem Falle die Trägerwellenanlage eingeschaltet ist, ehe der Betätigungskreis durch die Überstromrelais geschlossen wird. Um zu verhindern, daß außerhalb der geschützten Strecke, z. B. an der Sammelschiene, auftretende Kurzschlüsse eine Abschaltung bewirken, ist ein Sperrkreis *4* für die Trägerfrequenz nahe dem Kuppelungspunkt *5* eingebaut. Wegen weiterer interessanter Einzelheiten, z. B. über die Regelung der Anodenspannung durch eine Glimmröhre, die dreiphasige Ausgestaltung der Anordnung und die Herstellung besonderer Empfindlichkeit für Erdschlüsse, muß auf die Originalarbeit verwiesen werden. Der Schutz, über dessen Verwendungsbereich nicht gesprochen wird, ist in einer 66 kV-Leitung von 45 km Länge erprobt worden und soll sich gut bewährt haben (A. S. Fitzgerald, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1015.) *Wi.*

Beitrag zum Studium einiger Erscheinungen an Hochspannungskabeln. — Die Compagnie de Signaux et d'Entreprises électriques hat Versuche begonnen, welche darauf abzielen, die im getränkten Papierdielektrikum von Hochspannungskabeln bisheriger Herstellungsweise enthaltenen und nicht völlig vermeidbaren Lufteinschlüsse durch solche eines chemisch trägen Gases zu ersetzen. Zu diesem Zweck wird vor der Tränkung das erwärmte Kabel evakuiert und das zum Ersatz der Luft bestimmte Gas eingeführt. Dieses Verfahren kann wiederholt werden, bis die Luft gründlich verdrängt ist. Darauf wird im Vakuum getränkt. Über die Grundlagen dieser wohl erstmalig entschieden die chemischen Vorgänge beim Anbahnen eines Kabeldurchschlags berücksichtigenden Maßnahmen berichtet R. Fric, ausgehend von einer Darstellung der bekannten physikalischen Verhältnisse: Reihenschaltung von Dielektriken stark verschiedener Konstante, unterschiedliche Durchbruchfeldstärken beider Medien, gegebenen-

falls Unterdruck der Luftblase, wodurch Entladungs- und Ionisationsvorgänge begünstigt werden. Dabei entstehen Ozon und Stickstoffverbindungen (NO_2), die ihrerseits die Tränkmasse angreifen, indem letztere Ozon aufnimmt oder durch langsame Oxydation den Sauerstoff bindet. Dadurch sinkt der Gasdruck etwa um 20 % unter Atmosphärendruck. Auch Stickstoffperoxyd verbindet sich mit organischen Bestandteilen oder veranlaßt die Bildung von kohlensaurem Anhydrid und Stickstoff. Durch Einführen eines trägen Gases müssen sich diese nachteiligen Vorgänge, insbesondere also die Drucksenkung und damit die Herabsetzung der Durchschlagfestigkeit der Gasblasen vermeiden lassen.

Es empfiehlt sich, ein Gas zu wählen, das möglichst wenig zum Ionisieren neigt. Nach Versuchen von Wolf mit Metallelektroden beträgt die zur Erzeugung eines 1 mm langen Funkens beim Druck von p at erforderliche Feldstärke in elektrostatischen Einheiten

	$p = 1$	$p = 0,5$	$p = 0$
1. bei Sauerstoff . . .	14	9,2	4,4
2. „ Stickstoff . . .	17,08	11,04	5
3. „ Luft	14,6	9,25	3,9
4. „ kohlens. Anhyd.	17,42	12,21	9,2

Die bessere Eignung von 2. und 4. anstatt von 3. ist offensichtlich. Bouty vermied bei seinen Versuchen jede Berührung des Gases mit Metall und stellte für Drucke bis zu 6 mm *Hg* für die Feldstärke F in Volt/cm, bei welcher das Gas leitend wird, die Beziehung $F = a + b\,p$ auf (p in at). a ist für kohlensaures Anhydrid 229, für Stickstoff 293 und für Wasserstoff 253; dagegen ändert sich b stark mit dem Gase: b für Luft = 445, für Stickstoff 494, für Neon 6, Azetylen 616, kohlensaures Anhydrid 444, salpetrige Säure 570. Die letztere scheint, von anderen Gesichtspunkten abgesehen, zunächst am geeignetsten für den vorliegenden Zweck, Stickstoff ist für die Praxis bequemer.

Die Ionisation wird weiter stark durch die ultravioletten und die bei elektrischen Entladungen auftretenden, leicht absorbierbaren Strahlen beeinflußt; ihre Wirkung beschränkt sich auf die unmittelbare Umgebung der Gasblase. Die Ionisationsspannung beträgt bei Luft für ein Elektron 25 V, für ein positives Ion 76 V, dagegen für Stickstoff entsprechend 26 V und 440 V; hinsichtlich der positiven Ionen ist also Stickstoff der Luft überlegen. Die sehr geringe Wahrscheinlichkeit der Ionenbildung beim Stickstoff geht aus folgender Zusammenstellung hervor, welche angibt, nach wieviel (n) Elektronenstößen im Mittel ein Ion entsteht:

Stickstoff	$n = \infty$	**Azetylen**	$n = 7,8 \cdot 10^6$
kohlens. Anhydrid	$= 1,6 \cdot 10^8$	**Luft**	$= 4,3 \cdot 10^4$
salpetr. S. (frisch)	$= 6,1 \cdot 10^5$	**Chlor**	$= 2,1 \cdot 10^3$.
„ „ **(alt)**	$= 3,6 \cdot 10^5$		

Auch den Einfluß kurzwelliger Strahlen auf das Papier scheint man in Betracht ziehen zu müssen. (R. Fric, Rev. Gén. de l'El. Bd. 22, S. 1133.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Käfigmotoren. — Jeder wirtschaftlich denkende Ingenieur muß es bedauern, daß der einfache und betriebsichere Käfigmotor in Europa nur in geringem Umfange zur Anwendung kommt. Allerdings besteht in dieser Hinsicht nicht nur ein Gegensatz zwischen europäischer und amerikanischer Praxis, sondern es bestehen auch erhebliche Unterschiede zwichen den einzelnen europäischen Ländern, beispielsweise zwischen Deutschland und England. Ein sehr lesenswerter Aufsatz von D. B. Hoseason enthält folgende Zusammenstellung der i. J. 1926 in England verkauften Käfigmotoren:

Motorleistung: PS	Zahl der Käfigmotoren in Proz. der Gesamtzahl	Motorleistung: PS	Zahl der Käfigmotoren in Proz. der Gesamtzahl
5	95	60	40
10	80	80	50
20	60	100	55
40	40	—	—

Eine entsprechende deutsche Statistik steht zwar nicht zur Verfügung, es ist aber ohne weiteres anzunehmen, daß bei uns die Zahl der Käfigmotoren bereits bei 5 PS weit unter 50 % liegt und sich von 10 PS ab schon bedenklich dem Nullpunkt nähert. Der englische Verfasser ist aber mit seiner Statistik noch keineswegs zufrieden, er möchte vielmehr dem Käfigmotor eine noch weitere Einführung verschaffen und bespricht die hierfür zu ergreifenden Maßnahmen. Er geht zunächst auf die größere Betriebsicherheit des Käfigmotors ein und zitiert zu diesem Zweck die Statistik einer englischen Maschinen-Versicherungsgesellschaft über die Ursachen der Schäden der elektrischen Maschinen. Hiernach verteilten sich die Schäden i. J. 1922 folgendermaßen:

Anker und Rotoren	38,3 %
Magnetspulen und Statoren	18,1 %
Kommutatoren, Schleifringe, Bürsten	12,1 %
Anlasser	20,1 %
Verschiedenes	11,4 %

Der Verfasser zieht aus dieser Statistik den Schluß, daß die Wahrscheinlichkeit eines Defektes bei Käfigmotoren weniger als halb so groß ist als bei anderen Motoren.

Über die Anschaffungskosten der verschiedenen Motorenarten enthält der Aufsatz folgende Zusammenstellung:

Gleichstrom-Motor mit Anlasser	100 %
Drehstrom-Schleifringmotor mit Anlasser	105 %
Käfigmotor mit Anlaßtransformator	80 %
Käfigmotor mit Stern-Dreieck-Schalter	65 %

Der Verfasser geht dann mit großer Ausführlichkeit auf die Hauptschwierigkeit bei der Verwendung von Käfigmotoren ein, nämlich auf Anlaufstrom und Anlaufdrehmoment. Er beschreibt eine neue, besonders günstig arbeitende Fliehkraftkuppelung und geht dann auf die rein elektrischen Maßnahmen ein, durch die das Verhältnis von Anlaufmoment zu Anlaufstrom verbessert werden kann. Sehr ausführlich werden die verschiedenen Formen des Stromverdrängungsläufers, besonders der Doppelkäfig, behandelt. Die Mehrkosten eines Doppelkäfigmotors gegenüber einem Einfachkäfigmotor werden zu 5 ... 10 % angegeben. Die Betriebseigenschaften ergeben sich aus der Zahlentafel 1, die sich auf einen 6poligen 25 PS-Motor bezieht.

Zahlentafel 1.

	Einfachkäfig	Doppelkäfig
Leistungsfaktor	0,92	0,88
Wirkungsgrad	0,9	0,9
Anlaufstrom direckt	600 %	550 %
„ Stern-Dreieck	200 %	183 %
Anlaufmoment direkt	130 %	210 %
„ Stern-Dreieck	43 %	70 %

Sehr bemerkenswert sind die ausführlichen Mitteilungen des Verfassers über die Verwendung von Käfigmotoren für schwere Kranbetriebe, die anscheinend in England wesentlich weiter vorgeschritten ist als bei uns. Hier tritt neben den sonstigen Vorteilen des Käfigmotors die Verringerung der Zahl der Schleifleitungen in den Vordergrund. Man kann bei einem Käfigmotor ohne weiteres ein hohes Anzugmoment erreichen, wenn man den Widerstand der Käfigwicklung vergrößert; der sich hierbei ergebende größere Schlupf ist für Kranmotoren von untergeordneter Bedeutung. Wichtiger ist das Problem, die Wärme aus der Läuferwicklung abzuführen; der Verfasser zeigt hierfür die in Abb. 3 dargestellte Bauart. Der Hauptwiderstand der

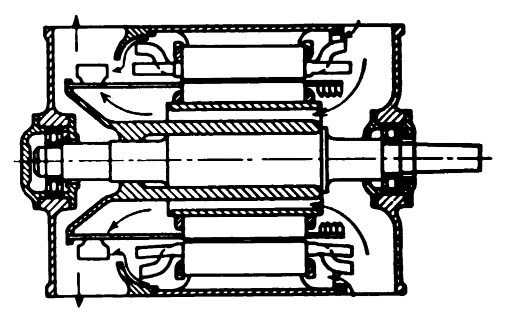


Abb. 3. Käfigmotor für Kranbetrieb.

Läuferwicklung liegt in dem in der Abbildung linken Kurzschlußring; dieser ist mit Kühlfahnen versehen, die außerhalb des Bereichs der Ständerwicklung liegen, so daß die erhitzte Luft keine isolierten Wicklungen trifft. Der Ring kann deshalb ohne Schaden auf Rotglut erhitzt werden.

Der Verfasser zeigt ferner, daß bei Kranmotoren die Anwendung des Doppelkäfigs besondere Vorteile bietet. Dies ergibt sich aus dem verschiedenartigen Verlauf der Drehzahl/Drehmoment-Kurven. Abb. 4 zeigt 3 derartige Kurven für einen Einfachkäfigmotor, wobei die Kurve A das Verhalten eines Motors mit sehr niedrigem Läuferwiderstand darstellt, der für Kranbetrieb wegen seines geringen Anlaufmoments nicht brauchbar wäre; Kurve B zeigt einen Motor mit höherem, C einen solchen mit noch höherem Läufer-



widerstand. Bei Kurve *C* wäre der Schlupf beim Nenndrehmoment etwa 50 %, also viel zu hoch, während Kurve *B* mit etwa 15 % Schlupf einen brauchbaren Kompromiß darstellt. Demgegenüber zeigt Abb. 5 das mit Doppelkäfig erreichbare Verhalten, das offenbar wesentlich günstiger ist; ein solcher Motor kann mittels Ständeranlasser sehr gut geregelt werden. Der Verfasser zeigt, daß in diesem Fall der Anlaufstrom nicht übermäßig viel größer ausfällt als bei Schleifringmotoren, da mit einer sachgemäßen Bedienung praktisch nicht gerechnet werden kann.

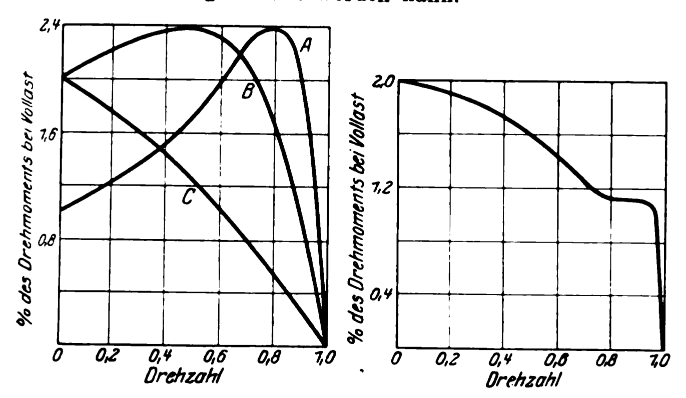


Abb. 4. Einfach-Käfigmotor. Abb. 5. Doppel-Käfigmotor.

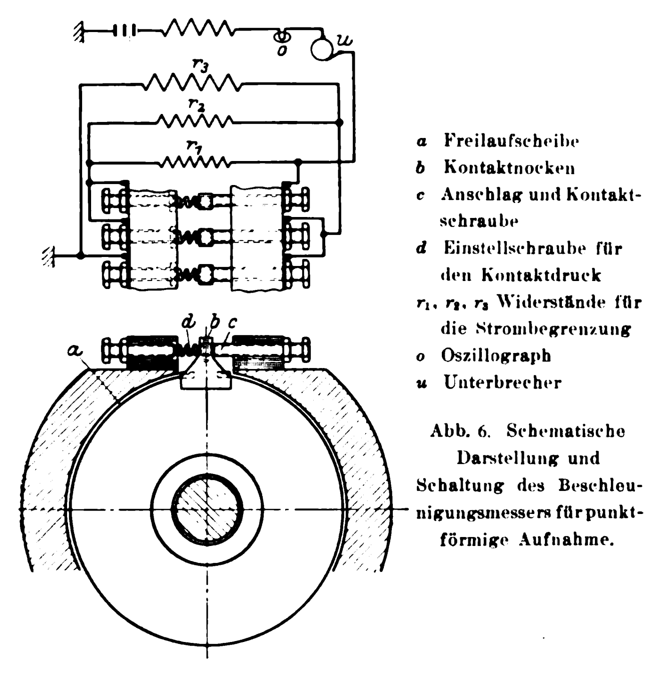
Der Verfasser geht dann auf die bei den verschiedenen englischen Elektrizitätswerken herrschenden Anschlußbedingungen ein, durch die, ebenso wie bei uns, der Anschluß von Käfigmotoren meist sehr erschwert wird. Er macht dann den Vorschlag, den zulässigen Anlaufstrom in Beziehung zur Größe der Anschlußanlage zu setzen, was zur Aufstellung folgender Formel führt:

$$\frac{\text{Zulässiger Anlaufstrom}}{\text{Nennstrom}} = \frac{3}{4} + \frac{\text{Gesamt-PS der Anlage}}{4 \times \text{PS des Motors}}.$$

Wie leicht ersichtlich, dürfte aber bei Einführung dieser Formel in Anlagen, die nur aus e i n e m Motor bestehen, der Anlaufstrom den Nennstrom nicht überschreiten, was praktisch nicht möglich ist! (Vgl. D. B. H o s e a s o n, J. Inst. El. Engs. London Bd. 66, S. 410.) *Schü.*

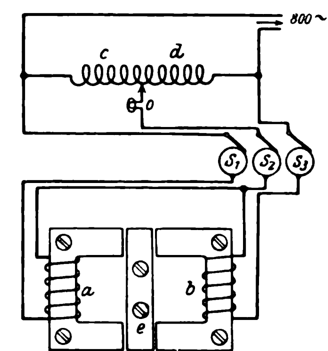
Meßgeräte und Meßverfahren.

Meßgeräte für Drehmomente und Beschleunigungen. — Es wird von G. W. P e n n y ein Meßinstrument beschrieben zur Aufnahme der Drehmomente und Beschleunigungen, die bei Kurzschlüssen oder anderen Veranlassungen in großen elektrischen Maschinen auftreten und oft zu schweren Schäden führen. Von den verschiedenen Methoden, die kurz erläutert werden, hält der Verfasser das Prinzip der Freilaufscheibe zur Messung am geeignetsten. Das Instrument wird mit seiner Achse an dem Achsenstumpf der Maschine angesetzt, und die Aufzeichnung erfolgt elektrisch im Oszillographen. Die Messung erfolgt nach zwei Verfahren unter Verwendung von Freilaufscheiben von 135 mm Dmr. und 10 mm Dicke. In dem einen Falle sind 8 Scheiben nebeneinander frei auf einer Achse im Instrument gelagert, und jede dieser Scheiben löst je einen mit verschiedenem Druck eingestellten Kontakt aus. Die Abb. 6 läßt die Schaltung der Anordnung dieses Verfahrens und zugleich auch die Kontaktanordnung erkennen. Den Kontakten sind Widerstände verschiedener Beträge parallel geschaltet, und mit jeder Kontaktöffnung wird die Stromstärke in der Oszillographenschleife verschieden beeinflußt. Eine Unterbrechung des Stromkreises findet zur Vermeidung von Induktionstößen in der Oszillographenschleife nicht statt. Unter dem Schaltbild ist schematisch eine Freilaufscheibe mit der Kontakteinrichtung dargestellt. Bei dem zweiten Verfahren wird nur eine Freilaufscheibe verwendet, welche aber statt des Kontaktauslösers in Abb. 6 ein lamelliertes Eisenstück trägt, das sich im Abstande von $2 \times 0{,}25$ mm als Anker zwischen zwei ebenfalls aus lamelliertem Eisen bestehenden Jochen bewegt. Diese Joche tragen Spulen, die nach Abb. 7 als Zweige einer Brücke geschaltet sind. Die beiden anderen Zweige der Brücke werden durch eine Spule mit verstellbarer Abzweigung gebildet. Die Brückenschaltung wird mit Wechselstrom von 800 Hz gespeist. In der zweiten Brückendiagonale liegt eine Oszillographenschleife, die die mit der veränderten Ankerstellung hervorgerufene Induktivitätsänderung beider Spulen anzeigt. Die Abgleichung der beiden Spulen für den Normalzustand erfolgt durch Verstellen der Abzweigung an der Ausgleichspule.



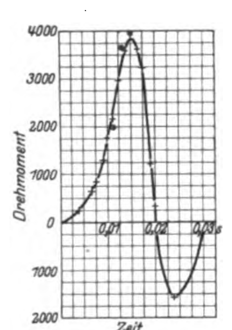
a Freilaufscheibe
b Kontaktnocken
c Anschlag und Kontaktschraube
d Einstellschraube für den Kontaktdruck
r_1, r_2, r_3 Widerstände für die Strombegrenzung
o Oszillograph
u Unterbrecher

Abb. 6. Schematische Darstellung und Schaltung des Beschleunigungsmessers für punktförmige Aufnahme.



a, *b* Eisenjoche mit Spulen
c, *d* Ausgleichspule zur Brückenschaltung
e beweglicher Eisenanker, von der Freilaufscheibe getragen
s_1, s_2, s_3 Schleifringe
o Oszillographenschleife

Abb. 7. Schaltbild des Beschleunigungsmessers für ununterbrochene Aufzeichnung.



Die ○ Punkte sind mit dem Kontaktapparat und die + Punkte mit dem Induktionsjochapparat gewonnen.
Auf der Abszissenachse sind die Drehmomente (pound feet) aufgetragen und zwar oberhalb von 0 die Verzögerung und unterhalb die Beschleunigung. Die Ordinate gibt die Zeit in Sekunden.

Abb. 8. Drehmoment-Zeitkurve bei einem Phasenkurzschluß.

Bei dem ersten Verfahren erfolgt die Aufzeichnung in Punkten entsprechend der Anzahl der in Tätigkeit getretenen Kontakte, während das zweite Verfahren eine ununterbrochene Linie liefert.

Es sind dann weiter die Methoden für die Eichung der Meßapparate angegeben, und auch eine Aufnahme im Mehrfach-Oszillographen wird im Bild gebracht, wobei nebeneinander die nach den beiden Verfahren ermittelten Beschleunigungsangaben, die Klemmenspannung, der Feldstrom und der Strom in der kurzgeschlossenen Phase des beanstandeten Generators gleichzeitig aufgezeichnet sind. Die Aufnahme eignet sich wegen Undeutlichkeit leider nicht zum weiteren Abdruck, ebenso das Gesamtbild der Meßanordnung. Aus den übrigen Abbildungen des Originals bringen wir noch die Aufzeichnung einer Drehmoment-Zeit-Kurve bei einem Phasenkurzschluß, welche mit dem Apparat aufgenommen ist. (G. W. P e n n e y, J. Am. Inst. El. Engs. Bd. 46, S. 1151.) *Schö.*



Heizung. Öfen.

Ein elektrischer Temperofen. — Die üblichen Öfen der Tempergießereien zur Durchführung des Glühvorganges werden mit Kohle, Koks, Gas, Öl oder Kohlenstaub befeuert. Die Anwendung des elektrischen Stromes für diesen Zweck war bisher nicht üblich. Die allgemein bekannten Vorzüge der elektrischen Öfen in bezug auf die hohen bei ihnen erzielbaren Wirkungsgrade haben nun den belgischen Ingenieur Delsaux veranlaßt, mit einem Plan für den Bau elektrischer Temperöfen an die Öffentlichkeit zu treten.

Die sparsame Wärmewirtschaft zwang im Interesse eines möglichst geringen Stromverbrauchs dazu, eine Ofenart zu verwirklichen, die sich durch niedrige Wärmeverluste auszeichnete und die eine Verwertung der sonst verlorenen Wärme für die Verminderung der Selbstkosten der mehrere Tage lang dauernden Temperarbeit ermöglichte. Eine derartige zweckdienliche Anlage von elektrischen Temperöfen besteht aus einer Batterie von 8 in einer Reihe aufgestellten Ofeneinheiten, von denen 6 zum Glühen dienen, während in einem Ofen das zu behandelnde Gut vorgewärmt und in dem anderen das behandelte Gut abgekühlt wird. Diese beiden letzten Öfen stehen durch Seitenkanäle zwecks Wärmeaustausches miteinander in Verbindung und besitzen keine elektrischen Erwärmungswiderstände. Die 6 Glühöfen werden in der Hauptsache aus feuerfesten Steinen gebildet und nehmen in ihrer Innenwand die elektrischen Erwärmungswiderstände aus Nichrom auf. Das feuerfeste Mauerwerk eines jeden Ofens ist zwecks Verminderung der Wärmeverluste durch einen dichten Sandmantel umschlossen, der wiederum in einem festen Betonrahmen ruht. Das Kennzeichnende bei dieser Anlage ist, daß der ganze Ofenboden beweglich und versenkbar ist. Unter den Öfen befindet sich eine Gleisanlage zum Anfahren der Glühtöpfe auf Wagen, die gleichzeitig den Boden für den betreffenden Ofen aufnehmen. Der Wagen samt Boden und Glühgefäßen wird, wenn er sich unter einem Ofen befindet, von unten von einem Aufzug erfaßt, der ihn nach oben gerade unter die Ofenöffnung fördert, so daß der auf dem Wagen befindliche Ofenboden den Ofen luftdicht abschließt. Der Wagen wird in dieser Lage durch Keilstützen festgehalten.

Die Betriebsweise der ganzen Anlage geht folgendermaßen vor sich: der Wagen mit dem zu glühenden Guß wird angefahren und in den Vorwärmeofen, der sich an dem einen Ende der Ofenanlage befindet, hochgezogen. Aus dem nächsten Ofen nebenan, nämlich dem Abkühlofen, strömt die von den Tempertöpfen und dem Ofenboden abgegebene Wärme in den Vorwärmeofen. Diese Wärmeaufnahme bzw. Wärmeabgabe wird auf 24 h bemessen. Der Wagen mit dem so vorgewärmten Guß wird dann aus dem Vorwärmeofen heruntergelassen, unter einen der 6 Glühöfen gefahren und in diesen hochgezogen. Im Glühofen verbleibt er bis zur vollständigen Durchführung der Temperarbeit mit anschließender Abkühlung im gleichen Ofen, etwa 144 h. Nach dieser Zeit läßt man den Wagen mit dem geglühten Guß wieder herunter und bringt ihn in den Abkühlofen neben dem Vorwärmeofen. In dem Abkühlofen bleibt er 24 h und gibt seine Wärme an den Vorwärmeofen ab, der inzwischen einen neuen Wagen mit zu behandelndem Gut erhalten hat. Die Wärmebehandlung von 144 h setzt sich folgendermaßen zusammen: aus 36 h zum Anwärmen auf die Glühtemperatur von 860°, aus 21 h zum Glühen bei konstanter Temperatur und aus 87 h zum langsamen Abkühlen im Glühofen. Dazu kommen noch 24 h zum Vorwärmen im Vorwärmeofen, in dem eine Temperatur von 240° erreicht wird. Der Stromverbrauch beziffert sich dementsprechend

auf 60 kW während 36 h . . .	2160 kWh
auf 10 kW während 21 h . . .	210 kWh
	2370 kWh

oder bei Berücksichtigung eines 5 t-Ofens

$$\frac{2370}{5} = 474 \text{ kWh/t}.$$

Führt man die Ofenanlage ohne Vorwärme- und ohne Abkühlofen aus, so wird der Stromverbrauch erheblich höher, nämlich 680 kWh/t, so daß sich eine Ersparnis von etwa 30 % beim Vorsehen von Anwärm- und Abkühlöfen ergibt.

Von dieser Ofenanlage verspricht man sich folgende Vorteile:

1. die Glühgefäße können auf dem Ofenboden so angeordnet werden, wie es erwünscht ist; ein Betreten des Ofeninneren ist nicht erforderlich;
2. der Stromverbrauch ist verhältnismäßig niedrig;
3. die Ausgaben für Handarbeit sind gering, da das Einführen des Gusses in den Ofen und das Verschließen des Ofens nur einige Augenblicke erfordert;
4. auch die Unterhaltungskosten sind gering, weil alle erwärmten Teile fest sind und nur verhältnismäßig schwachen Temperaturveränderungen ausgesetzt sind;
5. mit Hilfe von Pyrometern ist eine leichte Temperaturkontrolle möglich;
6. da die Warmbehandlung in geschlossenem Raum vor sich geht, kann auch eine Kontrolle der Ofenatmosphäre mit Orsatapparat und eine Einstellung des Verhältnisses Kohlenoxyd : Kohlendioxyd erfolgen, was für die chemischen Reaktionen beim Tempern von Einfluß ist.

(Rev. de Fonderie Moderne, Bd. 22, S. 3.) *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Die Funkversuchstelle an der Staatlichen Hochschule für Musik in Berlin. Eine am 3. V. d. J. an der Staatlichen Hochschule für Musik in Berlin eröffnete Funkversuchstelle soll gleichzeitig technische und künstlerische Aufgaben erfüllen und Musikern, Technikern und Wissenschaftlern Gelegenheit geben, in enger Zusammenarbeit alle bei der elektrischen Aufnahme und Wiedergabe von Sprache und Musik auftretenden Erscheinungen zu untersuchen. Das Ziel aller in der neuen Versuchstelle auszuführenden Arbeiten soll sein, den künstlerischen Aufgaben des Rundfunks eine wissenschaftliche Grundlage zu schaffen und damit die Anhaltspunkte für etwa nötige und mögliche Verbesserungen seiner sämtlichen Hilfsmittel zu geben.

Eine wichtige Aufgabe soll auch darin bestehen, ausübende Künstler für die besonderen Bedingungen des Rundfunks einzustellen, sie gewissermaßen für das Mikrophon zu erziehen, weil dort der Künstler eine ganz andere Umgebung findet wie auf dem Konzertpodium oder auf der Bühne. Endlich soll die Versuchstelle auch den pädagogischen Zwecken der Hochschule dienen und ein Hilfsmittel beim Musikunterricht sein. Dieses Programm, das bei der Eröffnungsfeier durch den Leiter der Versuchsstelle, Prof. Schünemann von der Musikhochschule, angedeutet wurde, umfaßt jedoch nur einen Teil der Möglichkeiten; eine große Anzahl weiterer Aufgaben wird sich natürlich erst im Laufe der Arbeiten ergeben. Mit den technischen Einrichtungen der Versuchstelle machte bei der Eröffnungsfeier ein Vortrag von Prof. Leithäuser bekannt, dessen Ausführungen eine Filmvorführung unterstützte.

Das wichtigste Hilfsmittel der Versuchstelle ist eine neuzeitliche Musikübertragungsanlage, die von der Firma Siemens & Halske geliefert wurde. Diese Anlage wurde ihrem Verwendungszweck als Versuchsanlage entsprechend so eingerichtet, daß sie möglichst vielseitig zu benutzen ist. Die Anlage ermöglicht es, von jedem Raum zu jedem anderen Musik oder Sprache zu übertragen, wobei alle Arten Aufnahmemikrophone, Verstärker und Wiedergabegeräte eingeschaltet werden können. Vom Verstärkerraum im Dachgeschoß (Abb. 9) führen Leitungen zu allen Räumen, die an die Übertragungsanlage angeschlossen sind; es sind dies u. a. der große und kleine Musiksaal, mehrere Unterrichtszimmer und Hörsäle, das Direktorzimmer und der Verstärkerraum selbst. Aus jedem Raum führt je eine Doppelleitung zu der links sichtbaren Mikrophontafel und zu der rechts angebrachten Lautsprechertafel; eine weitere Doppelleitung geht zu einem Fernsprechschrank und ermöglicht es, zwischen zwei beliebigen Räumen eine Fernsprechverbindung herzustellen. Die Verstärkereinrichtung besteht z. Zt. aus einem Mikrophon-Hauptverstärker, einem Endverstärker und zwei wahlweise einschaltbaren Zusatz-Endverstärkern, die eine unverzerrte Leistung von 150 bzw. 250 W hergeben. Außerdem befinden sich im Verstärkerraum noch die nötigen Drosselsätze, verschiedene Übertrager und die Bedienungsschalttafel für den in einem benachbarten Raum aufgestellten Maschinensatz, der u. a. eine 1500 V-Dynamo zur Erzeugung der Anodenspannung enthält. Über der Umschaltetafel in der Mitte ist ein Kontrollautsprecher angebracht, mit dem vom Verstärkerraum aus die Güte der Übertragung überprüft wird. Die Anordnung ermöglicht es, sämtliche angeschlossenen Räume in beliebiger Weise auf den Verstärkerraum zu schalten.

Abb. 10 zeigt ein Unterrichtszimmer mit einem Klemmenkasten, in dem ein Bändchenmikrophon und ein Lautsprecher angeschlossen sind. Außer Bändchenmikropho-

nen werden als Aufnahmegräte vorzugsweise noch Kondensatormikrophone (Abb. 11) benutzt. Zur Wiedergabe benutzt man gewöhnlich Protos-Lautsprecher, außerdem verfügt das Institut auch über mehrere Faltlautsprecher und einen Riesenblatthaller neuester Bauart (Abb. 12). Außer der Musikübertragungsanlage ist als wichtiges Hilfsmittel noch ein Oszillograph von Siemens & Halske vorhanden, der zum Aufzeichnen von Klängen dient und ebenfalls mit Hilfe des beschriebenen Verteilungsnetzes auf sämtliche Räume geschaltet werden kann. Endlich ist noch ein Stillescher Schreiber zu erwähnen, der die aufgenommenen akustischen Schwingungen in magnetischer Form auf einem Stahldraht festhält und sie jederzeit wieder abgeben kann. Der Apparat ist ein wertvolles Hilfsmittel beim Unterricht und wird benutzt, indem er dem Schüler seine eigene Leistung vorführt und ihn so auf etwaige Fehler hinweist. Auch dieser Schreiber läßt sich auf sämtliche Räume des Hauses schalten.

Bemerkenswert ist die Einrichtung des Aufnahmeraumes. Dieser ist nämlich durch Vorhänge beliebig zu unterteilen, so daß man Feststellungen über die günstigste Größe, die zweckmäßigste Aufstellung der Künstler und ähnliche Fragen machen kann. Einige von den Apparaten wurden bei der Einweihungsfeier im Betriebe vorgeführt, um ihre Eigenschaften und vielseitige Verwendbarkeit zu zeigen. Verschiedene Übertragungen aus dem Aufnahmeraum zum Musiksaal zeigten, daß der verschiedene Klangcharakter der Instrumente und Stimmlagen im Faltlautsprecher gut zur Geltung kommt. Die Vorführung eines Fernunterrichts, bei der Lehrer und Schüler sich in verschiedenen Räumen aufhielten und durch Mikrophone und Lautsprecher miteinander verbunden waren, gab einen Ausblick auf die praktische Verwendbarkeit der in der Funkversuchstelle aufgenommenen Arbeiten.

Das gleiche galt für das von Prof. Dr. Erich Fischer erdachte und vorgeführte Ferndirigieren. Dieses besteht in der Hauptsache darin, daß der am Vorführungsort anwesende Dirigent die Partitur auf einem Klavier spielt, das durch eine Dämpfungsvorrichtung so weit abgedämpft wird, daß nur ein dicht an den Klavierseiten befestigtes Mikrophon die Klänge vernimmt, die, nach entsprechender Verstärkung, zu Kopfhörern weitergeleitet werden. Diese Kopfhörer werden von allen in verschiedenen Räumen vor ebensovielen Mikrophonen sitzenden Orchestermusikern getragen, und zwar so, daß jeder sein eigenes Spiel überprüfen kann. Durch den Kopfhörer vernimmt jeder Mitspielende nicht nur Takt und Tempo, die ihm das Klavierspiel des Ferndirigenten übermittelt, sondern auch den durch Lautsprecher im Vorführungsraum ertönenden Zusammenklang des Orchesters, so daß er dauernd feststellen kann, ob das Klang- und Stärkeverhältnis seines musikalischen Vortrages zu dem des übrigen Orchesters das richtige ist. Auf die gleiche Weise gelang es, eine Sängerin im Saal von mehreren ebenfalls getrennt voneinander sitzenden Musikern begleiten zu lassen. *Ikl.*

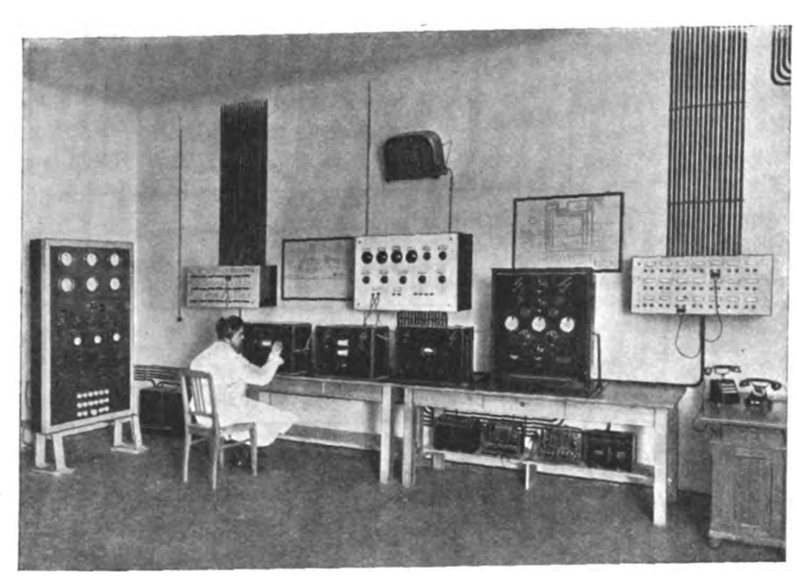


Abb. 9. Verstärkerraum der Musik-Übertragungsanlage in der Musikhochschule.

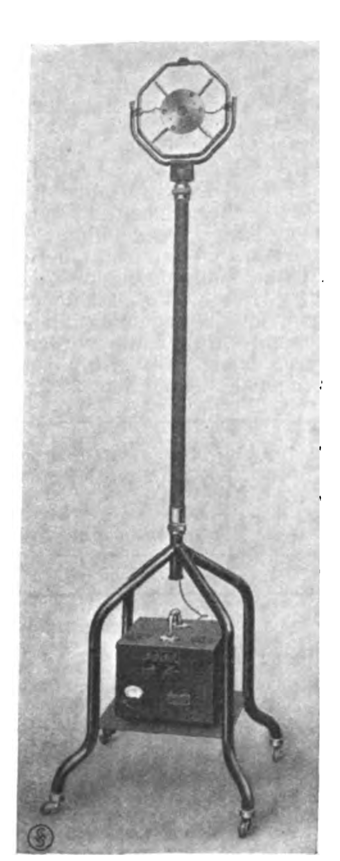


Abb. 11. Kondensatormikrophon nach Riegger



Abb. 10. Unterrichtszimmer mit Anschlüssen für Mikrophone und Lautsprecher.

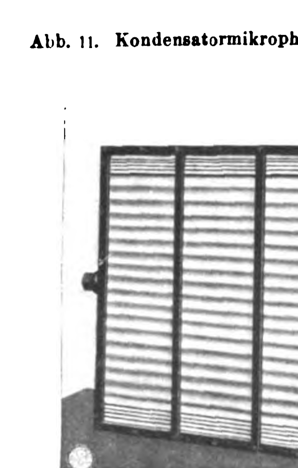


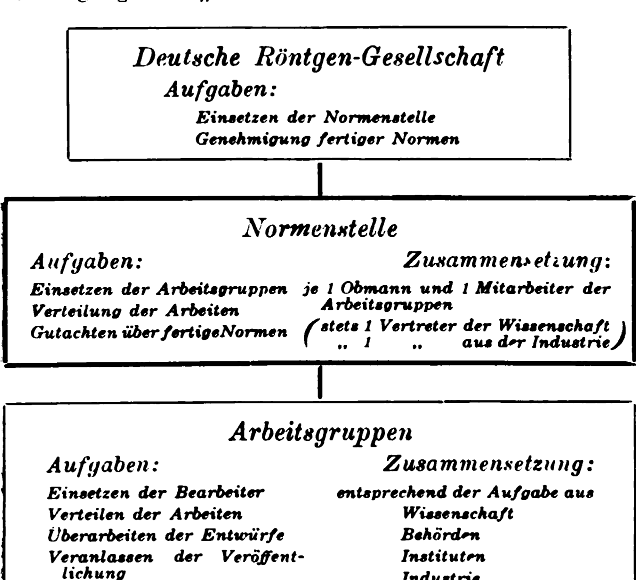
Abb. 12. Riesenblatthaller von Siemens & Halske.



Physik und theoretische Elektrotechnik.

Normen der Röntgentechnik. — Verschiedene Gruppen von Normungsfragen auf dem Gebiete der Röntgentechnik wurden bisher teils von Unterausschüssen der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG), teils von dem Unterausschuß „Hochspannungsschutz bei Röntgenapparaten" im „Komitee für den Anschluß elektromedizinischer Apparate an Starkstromnetze" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) sowie von der Gruppe „Elektromedizinische Apparate" im Fachnormenausschuß Krankenhaus (Fanok) bearbeitet.

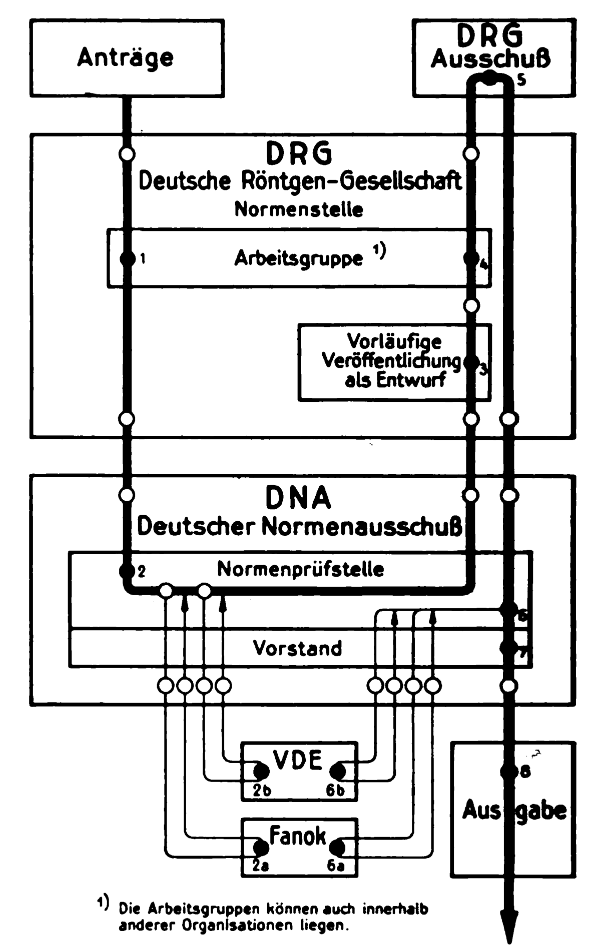
Um bei dem Ausbau der Röntgennormung einheitlich vorgehen und die Interessen aller an der Röntgentechnik beteiligten Kreise in bester Weise bei Bearbeitung der Normungsfragen berücksichtigen zu können, wurde im Jahre 1927 bei der DRG eine Normenstelle errichtet. Diese Normenstelle wird durch ihre neu errichteten Arbeitsgruppen im Einvernehmen mit den oben erwähnten, schon bestehenden Bearbeitungstellen des VDE und Fanok zusammenwirken und dadurch eine einheitliche Bearbeitung des gesamten Röntgengebietes gewährleisten. Die Vorschriften, Regeln und Leitsätze elektrotechnischer Natur unterliegen der Endgenehmigung durch den Verband Deutscher Elektrotechniker und werden in dessen Vorschriftenbuch aufgenommen. Für alle übrigen Normen gilt der Geschäftsgang nach „Übersicht 2".



Übersicht 1

Grundsätzlich erfolgt die Bearbeitung in enger Gemeinschaftsarbeit von ärztlicher, physikalischer und technischer Wissenschaft, von Behörden, Instituten und der Industrie in den einzelnen Arbeitsgruppen. Der Aufbau der Organisation ist der „Übersicht 1" zu entnehmen. Die von den Bearbeitungstellen schon geleisteten Vorarbeiten werden es möglich machen, schon in naher Zukunft eine Reihe von Normenentwürfen erscheinen zu lassen.

Die Normen einschließlich Vorschriften usw. werden als Entwürfe mit Einspruchfrist in dem Fachblatt „Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen", als dem Organ der DRG, in der ETZ, als dem Organ des VDE, und in der „Zeitschrift für das gesamte Krankenhauswesen", dem Organ des Fanok, veröffentlicht und nach Endgenehmigung mit dem Kennwort „Röntgentechnik" herausgegeben.



Übersicht 2.

Zuschriften in Fragen der Röntgennormung sind an den Vorsitzenden der Normenstelle der Deutschen Röntgengesellschaft, Herrn H. v. B u o l, Berlin-Siemensstadt, zu richten. H. v. B.

Verschiedenes.

Studienfahrt deutscher Ingenieure und Techniker nach Österreich. — Die Deutschösterreichische Reisevereinigung „Nord-Süd" mit dem Sitz in Graz veranstaltet gemeinsam mit dem Deutschen Verkehrsbüro in Wien Ende August eine Studienfahrt für deutsche Ingenieure durch Österreich. Es soll Gelegenheit geboten werden, die wichtigsten technischen Leistungen Deutschösterreichs, insbesondere auf dem Gebiete der Energiewirtschaft (Wasserkraftwerke, elektrisierte Bahnstrecken, neue Bergbahnen usw.) unter Führung hervorragender Fachmänner zu besichtigen und hierbei gleichzeitig die mannigfaltige Schönheit der österreichischen Lande, den anmutigen Zauber ihrer Stromlandschaften und Seen, der erhabenen Größe ihres Hochgebirges kennen zu lernen und gleichzeitig mit der alten deutschen Kultur der österreichischen Städte und der deutschen und lebensfreudigen Bevölkerung Fühlung zu erhalten.

Die Reise wird am 27. VIII. in Passau mit der Stromfahrt über Linz nach Wien beginnen und je nach Wunsch der Teilnehmer am 14. Tage mit der Besichtigung der Stadt Salzburg, oder am 18. Tage mit der Besichtigung des Bodensees von Bregenz aus enden. Es werden berührt Wien, Graz, Klagenfurt, Villach, Bad Gastein, Salzburg, die Semmering-Tauern- und Arlbergbahn, der Erzberg, Wörther- und Millstättersee, die neuen Bergbahnen der Rax in Niederösterreich, der Kanzel in Kärnten und des Pfänder in Vorarlberg. In Graz wird Gelegenheit geboten, an den Jubiläumsfestlichkeiten des achthundertjährigen Stadtjubiläums teilzunehmen.

Anmeldungen zur Gesellschaftsreise und Einzahlungen des Teilnehmerbeitrages müssen spätestens bis



1. VIII. bei der Deutschösterreichischen Reisevereinigung „Nord-Süd", Graz, bzw. bei der Süddeutschen Bank, Graz (auf Konto Dömirei), beide Radetzkystraße 1, eingegangen sein. Dortselbst sind auch ausführliche Programme der Reise erhältlich.

II. Kohlenkongreß 1928 in Pittsburgh[1]. — Auf Anregung des Carnegie Institute of Technology und des Präsidenten Dr. Thomas S. Baker wird in der Woche vom 19. XI. 1928 ein II. Kongreß im Carnegie Institute of Technology in Pittsburgh veranstaltet werden, mit der Aufgabe, die Erfahrungen und Studien über die Methoden der Verwertung der Kohle zwischen den Vertretern aller in Betracht kommenden Länder auszutauschen. Aus Europa werden an diesem Kongreß etwa 40 Fachleute teilnehmen, darunter 16 aus Deutschland. Das Programm wird umfassen: Die Erörterung der Niedrigtemperatur-Destillation, Hochtemperatur-Destillation, Kohlenteerproduktion, rauchlose Verbrennung, vollständige Vergasung der Kohle, Verwendung von Kohlenstaub, Stickstoffgewinnung usw. Man erwartet, daß dieser II. Kongreß an Umfang und Bedeutung den ersten, welcher 1926 am gleichen Orte stattfand, noch übertreffen wird. Wir werden seinerzeit über die Ergebnisse des Kongresses berichten.

Durch ein elektrisches Bügeleisen verursachter tödlicher Unfall und dessen überraschende Aufklärung. Als am 24. IX. 1927 eine 23jährige Frau in Wien bei Benutzung ihres Bügeleisens elektrisiert und hingestreckt wurde, glaubte man, daß es sich um einen gewöhnlichen „Körperschluß" handle, war doch auf dem Kleinfinger der rechten Hand eine elektrische Strommarke und auf dem Handgriff des Bügeleisens ein korrespondierender Fingerabdruck vorhanden. Der traurige Verlauf der Elektrisierung erschien um so verständlicher, als die Frau kurz vorher den Fußboden gescheuert hatte und hiernach barfuß bügelte. Auch darin bot die Geschichte des Unfalls nichts Neues, daß die Unfallszeugen von Hilferufen, deutlichen Atembewegungen und Pulsationen am Halse der Verunglückten zu berichten wußten, Beobachtungen, welche für verlangsamtes Absterben sprechen und durch das Obduktionsergebnis (Gehirnödem) ihre Bestätigung fanden. Für das Mißlingen der Rettungsversuche durfte sowohl die Verzögerung im Beginn als auch die Mangelhaftigkeit in der Ausführung verantwortlich gemacht werden, — lauter Einzelheiten, die sich leider nur allzu oft wiederholen. Das Neue dieses Falles bestand darin, daß das Bügeleisen, im kalten Zustande geprüft, eine tadellose Isolation aufwies, und zwar auch dann, wenn es unter volle Betriebspannung (220 V) gebracht wurde und wenn die Messung in den allerersten Sekunden nach dem Einschalten ausgeführt wurde. Erst dann, bis das Bügeleisen 30 s lang eingeschaltet und sehr heiß geworden war, geriet das Gehäuse unter Spannung. Wurde jetzt ein Voltmeter in der gleichen Weise eingelegt, wie die Frau eingeschaltet war, nämlich an das Gehäuse des Bügeleisens einerseits und an Erde anderseits, so gab es einen Ausschlag von 220 V. Diese und noch andere orientierenden Prüfungen haben den Beweis erbracht, daß die Schlußstelle auf sogenannten Temperaturkontakt zurückzuführen war.

Das Untersuchungsergebnis ist in gesundheitstechnischer Beziehung insofern von Belang, als die bezüglichen Sicherheitsvorschriften, die bisher eine Prüfung nur in kaltem Zustande forderten, eine Ergänzung erfahren müssen. In forensischer Hinsicht war diese Feststellung insofern von Interesse, als sie eine Unterlage lieferte für ein fachärztliches Gutachten, auf Grund dessen die strafgerichtliche Untersuchung, welche wegen § 337 österreichisches Strafgesetz gegen N. N. (bzw. Lieferanten des Bügeleisens) im Gange war, eingestellt wurde. (St. Jellinek, Wiener Medizin. Wochenschrift 1928, Nr. 12.) *Sb.*

Energiewirtschaft.

Die italienische Elektrizitätserzeugung im Jahre 1926[2]. — Auch für das Jahr 1926 hat das italienische Arbeitsministerium eine Statistik herausgegeben[3]. Sie weist folgende Zunahme auf:

Jahr	Wasserkraftwerke		Wärmekraftwerke	
	Anzahl	Leistung kW	Anzahl	Leistung kW
1920. . .	276	933 500	86	281 000
1925. . .	552	1 911 103	146	481 057
1926. . .	710	2 116 932	162	555 268

Von der Gesamtleistung von rd. 2,672 Mill. kW entfallen demnach 79 % auf Wasserkraft und 21 % auf Wärme. Die Verteilung der Werke nach ihrer Leistung ergibt sich aus Zahlentafel 1, während der Anteil der einzelnen Provinzen in Zahlentafel 2 angegeben ist:

Zahlentafel 1.

Leistung	Wasserkraftwerke		Wärmekraftwerke	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Über 15 000 kW	36	6	14	9
Von 15 000 bis 5 001 kW . .	82	12	11	7
„ 5 000 „ 1 001 „ . .	124	18	37	23
„ 1 000 „ 501 „ . .	79	11	27	17
„ 500 „ 301 „ . .	99	14	27	17
„ 300 und weniger. . .	250	36	46	27
Zusammen	710	100	162	100

Zahlentafel 2.

Provinzen	Anzahl		Leistung in kW		Insgesamt	
	Wasserkraftwerke	Wärmekraftwerke	Wasserkraftwerke	Wärmekraftwerke	Anzahl der Werke	Leistung kW
Piemonte . . .	186	25	706 407	39 834	211	746 241
Lombardia . .	136	28	512 221	121 011	164	633 232
Venezie . . .	152	21	296 905	61 550	173	358 455
Liguria	13	10	34 879	72 055	23	106 934
Emilia	34	12	75 686	8 479	46	84 165
Toscana. . . .	27	21	41 859	82 645	48	124 504
Marche	45	3	35 576	4 792	48	40 368
Umbria . . .	21	1	123 055	16 300	22	139 355
Lazio	19	2	71 978	47 100	21	119 078
Abruzzi e Molise	30	—	96 344	—	30	96 344
Campania . .	18	14	64 394	57 403	32	121 797
Basilicata . .	4	—	2 118	—	4	2 118
Puglie	—	8	—	5 373	8	5 373
Calabria . . .	15	6	8 925	1 910	21	10 835
Sicilia	7	8	22 185	29 478	15	51 663
Sardegna . . .	3	3	24 400	7 338	6	31 738
Zusammen	710	162	2 116 932	555 268	872	2 672 200

Die Zahlentafel 3 zeigt das Verhältnis der durch Wärme erzeugten zu der mittels Wasserkraft gewonnenen elektrischen Arbeit:

Zahlentafel 3.

Jahr	Erzeugung in Mill. kWh		Verhältnis a:b
	a) aus Wärme	b) aus Wasserkraft	
1920	125	3 562	0,035
1921	220	3 432	0,064
1922	275	3 652	0,075
1923	203	4 674	0,043
1924	242	5 381	0,045
1925	352	6 193	0,057
1926	363	7 280	0,050
Zusammen	1 780	34 174	0,052

Die Entwicklung der Energieerzeugung während dieser sieben Jahre (1920/1926) veranschaulicht Abb. 1. Ordnet man die Wasserkraftwerke nach ihrer geographischen Lage innerhalb Italiens in vier Hauptgruppen, nämlich Alpenkette, Nordapennin, Zentralapennin und Süditalien nebst den Inseln, so ergibt sich die Verteilung der erzeugten Energie aus Abb. 2, die wiederum erkennen läßt, daß Alpenwässer den Hauptteil ausmachen.

Nach Italien eingeführt wurden 1926 rd. 223,5 Mill. Kilowattstunden, u. zw. fast ausschließlich aus der Schweiz.

Die Bewegung der Wassermengen in den Staubecken, über die Näheres in der ETZ 1927, S. 408, berichtet wurde,

[1] ETZ 1927, S. 1670.
[2] Für 1925 s. ETZ 1927 S. 407 u. 1388.
[3] Ministero dei Lavori pubblici, Servizio idrografico, „La produzione di energia elettrica in Italia nel 1926". Roma 1927, Provveditorato generale dello stato.



wird jetzt in Italien auf das Genaueste statistisch verfolgt. Das Königreich verfügt heute über 48 Staubecken, deren größtes mit 120 Mill. m³ Fassungsvermögen der Lago S. Croce in Venetien ist. Ihre Verteilung auf die einzelnen Gebiete ist aus Zahlentafel 4 ersichtlich:

Zahlentafel 4.

Gebiet	Staubecken				Energiespeicherung 1926
	Anzahl		Fassungsvermögen in Mill. m³		
	1926	1925	1926	1925	Mill. kWh
Alpen	27	18	299,9	281,9	446,1
nördl. Apennin	13	} 14	52,0	} 52,1	27,9
mittl. „	3		23,7		9,8
südl. „	3	2	24,6	16,6	27,7
Inseln	2	1	395,0	378,0	67,5
Zusammen	48	35	795,2	728,6	579,0

Die Verwendung der elektrischen Arbeit im Jahre 1926 wird wie folgt geschätzt:

	1926	1925
Beleuchtung und Heizung	12 %	15 %
Motorische Antriebe	61 „	60 „
Zugförderung	9 „	11 „
Metallurgische und chemische Industrie	18 „	14 „

Der Brennstoffverbrauch in den Wärmekraftwerken war für 327 von 363 Mill. kWh statistisch zu erfassen, und wenn man berücksichtigt, daß auch Wärmekraftzentralen mit Naturgasen (Laderello in Toscana) betrieben werden, bleibt folgende Verteilung übrig:

Steinkohle	150,2 Mill. kWh	= 46,6 %
Hochofengas	49,8 „ „	= 14,6 „
Schweröl	55,1 „ „	= 17,4 „
Braunkohle	14,1 „ „	= 4,4 „
Torf	16,0 „ „	= 5,0 „
Ungewiß	36,2 „ „	= 12,0 „
Zusammen	321,4 Mill. kWh	= 100,0 %

Der Anteil an einheimischen Brennstoffen (Braunkohle und Torf) beträgt etwa 9,4 %, daher werden 90,6 % der aus Wärme erzeugten Energie mit ausländischen Brennstoffen gewonnen. Im Mittel wurden für 1 kWh 1,31 kg Kohle bzw. 0,63 kg Schweröl konsumiert, die entsprechenden Werte des Vorjahres waren 1,35 bzw. 0,73 kg je 1 kWh. Man schätzt den Steinkohlenverbrauch im Jahre 1926 für die Elektrizitätserzeugung auf rd. 0,2 Mill. t, während die Einfuhr 11 Mill. t betrug. Demnach wurden nur etwa 2 % für Stromerzeugung verwendet.

Die aus Wasserkraft erzielte Energiemenge betrug etwa 8 Milliarden kWh, und da man für 1 kWh etwa 1,1 kg Kohle (wegen des besseren Belastungsfaktors) rechnen kann, ergibt sich, daß rd. 9 Milliarden Lire nötig gewesen wären, wenn Italien über keine Wasserkräfte verfügte.

Erhebungen bei 175 stromerzeugenden Gesellschaften, deren Produktion 80 % der Gesamtgewinnung darstellt, zeigten, daß die Erzeugung in den ersten 10 Monaten des Jahres 1927 5,2 Milliarden kWh erreichte und damit die Produktion im gleichen Zeitraum des Vorjahres um 200 Mill. kWh überschritten hat. *Rtz.*

Die durch vorstehende Angaben gekennzeichnete günstige Entwicklung der italienschen Elektrizitätswirtschaft hat schon seit einiger Zeit das Interesse des amerikanischen Kapitals gefesselt und zugleich mit den Möglichkeiten weiterer vorteilhafter Wasserkraftausnutzung vor kurzem zur Gründung einer Italian Superpower Corporation unter den Gesetzen des Staates Delaware durch zwei prominente New Yorker Bankhäuser unter Mitwirkung der Banca Commerciale geführt. Das Gesamtkapital soll 33 Mill. $ betragen. Präsident ist der Leiter einer der beiden Banken, L. K. Thorne, und dem Aufsichtsrat der neuen Holdinggesellschaft, bei der es sich um den Erwerb von Beteiligungen an bedeutenderen italienischen Licht- und Kraftunternehmungen, wie es heißt, aber nicht um deren Kontrolle handelt, gehören führende Persönlichkeiten der amerikanischen und italienischen Elektrizitätslieferungsindustrie an.

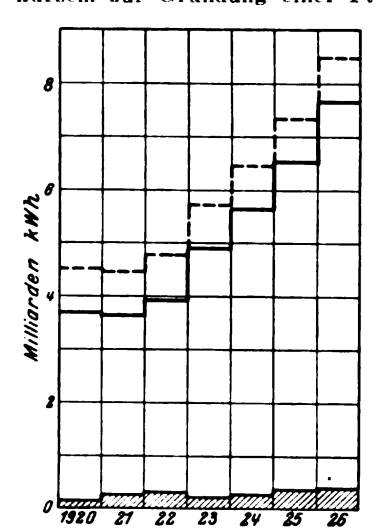


Abb. 1. Entwicklung der Stromerzeugung in Italien 1920/26 Die ausgezogene Linie zeigt die von der Statistik erfaßte Erzeugung, die gestrichelte Linie die wahrscheinliche Gesamtproduktion. Die schraffierte Fläche ist die aus Wärmekraftwerken gewonnene Arbeitsmenge.

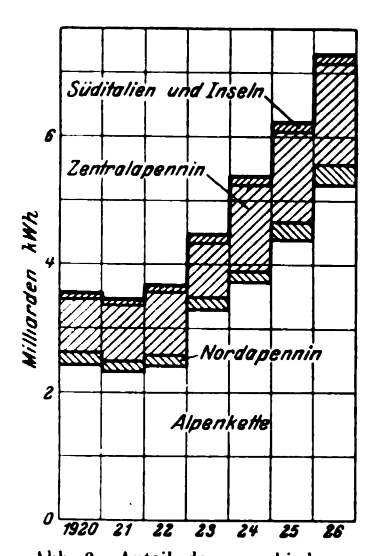


Abb. 2. Anteil der verschiedenen Landesteile Italiens an der 1920/26 aus Wasserkraft gewonnenen elektrischen Arbeit.

Im Zusammenhang damit ist eine von der Ind. Handelszg. wiedergegebene römische Meldung beachtlich, nach der die Subventionsbestimmungen für Wasserkraftanlagen einschränkend dahin geregelt worden ist, daß Werke, die eine staatliche Unterstützung beanspruchen, am 30. VI. in vollem Bau begriffen und Ende 1931 vollendet sein müssen. Bisher wurden nach einem Gesetz, das bis 1940 gelten sollte, 40 Le/PS und in Süditalien 70 Le bezahlt. Schließlich sei auf eine von der Tagespresse verbreitete Notiz hingewiesen, nach der der italienischen Kammer eine Regierungsvorlage zugegangen sein soll, die ganz allgemein, von außerordentlichen Fällen abgesehen, die Ein- und Ausfuhr elektrischer Arbeit verbietet. Nach den bezüglichen Bestimmungen vom 12. III. 1927 war bisher eine durch kgl. Dekret erteilte Genehmigung und für den Import die Entrichtung einer Gebühr von 2,5 cti/kWh erforderlich.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Ausschuß für Transformatoren in Kleinspannungsanlagen.

Der Ausschuß hat in ETZ 1928, Seite 305, den Entwurf 1 zu „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Kleintransformatoren mit Kleinspannungen R.E.K.T./1929" nebst Erklärungen bekanntgegeben.

Nachstehend werden im Anschluß an den in Heft 22 der ETZ bereits veröffentlichten Schlußentwurf noch die auf Grund der eingegangenen Einsprüche notwendig gewordenen Änderungen der Erklärungen bekanntgemacht.

Erklärungen.

Nach der beim Beginne der Arbeiten des Ausschusses herrschenden Auffassung, die nunmehr im Neuentwurf zu den „Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen" und dem Entwurf für „Leitsätze über Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen" nach manchen Zweifeln wieder zur Geltung gelangt ist, soll § 3d der Errichtungsvorschriften als erfüllt gelten, wenn die genormten Kleinspannungen angewendet werden.

Die endgültige praktische Durchsetzung dieser Schutzmaßnahme wird voraussichtlich eine ausgedehntere An-



wendung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen herbeiführen, da die Erdung von Verbrauchsgeräten an der Verwendungsstelle in vielen Betrieben mit Unbequemlichkeiten verbunden ist. Es mag auch erwähnt sein, daß außerdem Kleintransformatoren für Kleinspannungen bereits in praktischem Gebrauch sind, deren Anwendung nicht auf Erwägungen der Sicherheit beruht, wie z. B. in Beleuchtungsanlagen für 16²/₃ Per/s, für die eine Kleinspannung wegen der Flimmerfreiheit niedervoltiger Glühlampen gewählt wird, oder in Kinotheatern für den Betrieb von Projektionsglühlampen, die nur bei Niederspannung als punktförmige Lichtquellen ausgestaltet werden können. Auf diese Kategorie finden die Regeln keine Anwendung, weil kein Bedürfnis vorliegt, diese Verbrauchsgeräte auf ein geringeres Potential als das des Netzes zu bringen.

Zu § 3: Abgewichen von den Begriffserklärungen der R.E.T./1929 wird bei der Nenn-Sekundärspannung, die in den R.E.T.K./1929 als Spannung bei induktionsfreier Belastung mit der Nennleistung definiert ist, während in den R.E.T./1929 hierunter die aus der Nenn-Primärspannung und der Übersetzung berechnete Sekundärspannung des leerlaufenden Transformators verstanden wird.

Zu § 4: Für alle Schutzarten sind die allgemeinen Bestimmungen der Errichtungsvorschriften § 10 u. f. zu beachten, für die explosionsgeschützte Ausführungsart außerdem die besonderen der „Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten" sowie etwaiger Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften.

Zu §§ 5 und 6: Die Werte sind in Übereinstimmung mit dem Normblatt DIN VDE 2.

In den Errichtungsvorschriften und den Niederspannungsleitsätzen sind Anwendungen behandelt, für die nur die Spannung von 24 V, nicht 42 V, in Betracht kommt.

Auf den belasteten Zustand des Transformators sind die normalen Nenn-Sekundärspannungen deswegen bezogen, weil der Fertigung aller Gebrauchsapparate (z. B. Glühlampen) die Normalspannungen als Betriebsspannungen zugrunde liegen; dem zwischen Vollast und Leerlauf auftretenden Spannungsabfall sind in § 21 Grenzen gesetzt. Eine Sonderstellung nehmen Schutztransformatoren nach § 19 ein.

Zu § 7: Die Leistungen sind so gewählt, daß ein Anschluß bzw. eine Übereinstimmung mit den Normalleistungen der R.E.T. erreicht wurde; die beiden Leistungsreihen sind hierbei so gestuft, daß möglichst jede normale Drehstromleistung kombinatorisch durch Zusammenschaltung von drei normalen Einphasentransformatoren, aber auch konstruktiv durch Hinzufügung eines dritten Schenkels zur Einphasentype (Leistungssteigerung 50 %) erzielbar ist.

Als obere Leistungsgrenze sollen im allgemeinen mit Rücksicht auf das mit höheren Leistungen zunehmende Gefahrmoment 1000 VA bei Einphasen- und 1500 VA bei Drehstrom gelten. Es ist also auch nicht statthaft, diese Grenzleistung etwa durch Zusammenschaltung oder Parallelschaltung von entsprechenden Einphasen- oder Drehstrom-Grenzeinheiten zu überschreiten. Soweit in Ausnahmefällen für Einzelantriebe höhere Leistungen benötigt werden, sollen die hierzu erforderlichen Spezialtransformatoren den Regeln entsprechen.

Die Schaffung eines ausgedehnten Kleinspannungsnetzes, das als Ringleitung von zahlreichen Transformatoren gespeist wird, liegt hiernach ebensowenig im Sinne dieser Regeln.

Zu §§ 8 bis 10: Bei Drehstromtransformatoren soll der etwa vorhandene primärseitige Nullpunkt weder geerdet noch mit dem Nulleiter des Netzes verbunden werden; Versuche haben nämlich gezeigt, daß der Nullpunkt bei unterbrochener Erdungsleitung oder mangelhafter Erde spannungsführend werden kann, wenn eine Phasenzuleitung defekt ist oder der Kontaktschluß der drei Phasen nicht gleichzeitig erfolgt.

Das Verbot mehrerer Anschlüsse für verschiedene Netzspannungen und die Bestimmungen über die Ausführbarkeit von Umschaltungen zur Anpassung des Schutztransformators an Netze verschiedener Nennspannungen haben den Zweck, ungewollte Überschreitung der höchstzulässigen Kleinspannung infolge Vertauschung der Anschlüsse zu verhindern. Hierbei hat der Ausschuß nicht verkannt, daß unter Umständen die Lagerhaltung von Schutztransformatoren in Orten, die im Übergang von einer Spannung auf eine andere begriffen sind, erschwert wird, jedoch erschien die Sicherheitsforderung ausschlaggebend. Der Schutztransformator soll vom Hersteller gebrauchsfertig nur für e i n e Anschlußspannung geliefert werden, die gemäß § 16, 3 der vorliegenden Regeln auf dem Leistungsschild anzugeben ist. Wären die Umschaltungen jedem Händler oder Verbraucher zugänglich, so wäre keine Gewähr dafür vorhanden, daß die Angaben auf dem Leistungsschild nach Vornahme einer Umschaltung in Übereinstimmung mit der jeweiligen Schaltung gebracht würden. Deswegen darf jede Umschaltung nur vom Hersteller des Schutztransformators oder von den durch den Hersteller hierzu ausdrücklich Ermächtigten vorgenommen werden, die gleichzeitig die Möglichkeit haben, das Leistungsschild durch ein neues zutreffendes ordnungsgemäß zu ersetzen.

Im Gegensatz hierzu schien es zulässig, die zum Ausgleich von Spannungsschwankungen vorgesehenen Anzapfungen im Bereiche von ± 7 % durch die Verbraucher selbst betätigen zu lassen, da die ungünstigstenfalls mögliche Spannungserhöhung innerhalb einer Grenze liegt, die nach Ansicht der Erdungskommission mit Rücksicht auf die Erfordernisse der Praxis als Toleranz zugestanden wird.

Zu § 11: Ob und auf welche Weise geerdet, genullt oder schutzgeschaltet werden muß, ist nach § 3 d der Errichtungsvorschriften zu entscheiden. Der vorliegende Paragraph soll nur die Ausführbarkeit der Erdung usw. ermöglichen, f a l l s eine solche Schutzmaßnahme erforderlich ist. Das Verbot einer leitenden Verbindung von metallenen Leitungsumhüllungen mit dem Gehäuse soll eine etwaige Spannungseinschleppung von der Primär- auf die Sekundärseite im Falle eines primärseitigen Defektes der Anlage verhindern.

Während für ortsfeste Geräte im allgemeinen die Erdungsleitung fest verlegt wird, ist für ortsveränderliche Geräte eine Steckvorrichtung mit Schutzkontakt (für Erdung, Nullung und Schutzschaltung) vorzuziehen.

Zu § 12: Um der Forderung zu genügen, daß elektrisch voneinander unabhängige Wicklungen auch noch bei Drahtbruch keine Möglichkeit einer Spannungsübertragung zulassen, war ursprünglich beabsichtigt, die Anordnung der Primär- und Sekundärwicklung auf verschiedenen Schenkeln vorzuschreiben. Diese Maßnahme hätte jedoch eine Einengung der Konstrukteure bedeutet, zumal sie nicht der einzige Weg ist, um das Gewollte zu erreichen; beispielsweise gibt Scheibenwicklung auf getrennten Spulenkörpern nach Ansicht des Ausschusses genügende Gewähr für zuverlässige Isolierung.

Auch die Anbringung eines geerdeten Bleches zwischen den Wicklungen ist vorgeschlagen worden, doch glaubte die Mehrheit des Ausschusses, keiner Ausführungsform zustimmen zu können, die eine Erdnung als notwendig voraussetzt, zumal das geerdete Blech auch noch den konstruktiven Nachteil hat, daß es als Kurzschlußwindung wirkt.

Zu § 18: Wird z. B. ein Kessel mit Kleinspannungslampen beleuchtet, so soll nur Kleinspannung in das Innere des Kessels eingeführt werden, mithin muß der Schutztransformator außerhalb des Kessels bleiben. Mit Rücksicht auf derartige Fälle mußte bestimmt werden, daß die Verbindungsleitung zwischen Netzanschluß und Schutztransformator in ihrer Länge zu begrenzen und mit dem Schutztransformator selbst fest zu verbinden sei; diese Bestimmung darf keinesfalls durch Verwendung von Verlängerungstücken mit Kupplungen umgangen werden. Schutztransformatoren mit fest eingebauten Steckerstiften zum unmittelbaren Anschluß an die Netz-Steckdose gelten als zulässig; Stecker und Steckdosen haben aber den Bestimmungen der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung" zu entsprechen und sind gemäß den Normblättern DIN VDE 9402 und 9403 auszuführen.

Zu § 19: Dieser Paragraph findet auf solche Schutztransformatoren Anwendung, deren Leistung zu gering ist, als daß die Stromstärke bei kurzgeschlossener Sekundärseite mit Sicherheit zur Herbeiführung einer primär- oder sekundärseitigen Abschaltung ausreichte. Solche Schutztransformatoren werden z. B. angewendet für elektrische Gas- und Feueranzünder, elektrische Fanggeräte, elektrische Spielzeuge u. a. m. Sie müssen also den Schutz gegen übermäßige Erwärmungen im Kurzschlußfall in sich selbst tragen, damit Brandgefahr vermieden wird. Die dafür übliche Methode ist, den Transformator mit sehr hohem Spannungsabfall zu konstruieren. Für solche Schutztransformatoren, deren Spannung bei Leerlauf die Spannung bei Nennleistung wesentlich übersteigt, muß die vorschriftsmäßige Grenze von 42 bzw. von 33 V auf die L e e r l a u f s p a n n u n g bezogen werden.

Da unterhalb dieser Spannungen nur eine Normalspannung von 24 V besteht, bedeutet das praktisch, daß die Spannung bei der Nennleistung 24 V sein muß. Ein gegen Spannungsunterschiede empfindlicher Verbrauchs-

apparat muß den Transformator mit seiner vollen Nennleistung belasten; demnach dürfen mehrere Glühlampen nur derart angeschlossen werden, daß alle Lampen zugleich ein- und ausgeschaltet werden, nicht etwa einzelne Lampen für sich.

Für die Erwärmung der Wicklung im normalen Dauerbetrieb, d. h. bei Belastung mit der Nennleistung, gelten natürlich die Bestimmungen des § 14, nicht etwa die in § 19 angegebenen Grenztemperaturen für Kurzschluß, der doch nur selten und vorübergehend auftritt.

Zu § 20: Die Herausführung mehrerer Unterspannungen ist für Spielzeugtransformatoren deswegen erforderlich, weil Motoren und Lampen einer elektrischen Spielzeugbahn je mit anderer Spannung betrieben werden können; im Gegensatz zu § 8 erscheint dies zulässig, weil Schutztransformatoren für Spielzeuge im allgemeinen „kurzschlußsicher" nach § 19 ausgeführt werden. Da für elektrisches Spielzeug die normale Nennspannung 24 V beträgt, eine Leerlaufspannung von 42 V aber als zu hoch anzusehen ist, ist die Höchstgrenze für den Leerlaufzustand des Spielzeugtransformators auf 33 V als denjenigen Wert festgesetzt, den die Hersteller noch als ausreichend ansehen, um die durch § 19 erforderliche Steilheit des Spannungsabfalles herzustellen.

Zu § 21: Die Bestimmung dieses Paragraphen gilt nicht für Schutztransformatoren, die nach § 19 auszuführen sind, weil diese für wechselnde Belastungsverhältnisse nicht anwendbar sind. Die Begrenzung des Spannungsabfalles anderer Schutztransformatoren braucht nicht den Unterschied zwischen Null- und Vollast zu erfassen, weil 15 W die Leistung der kleinsten Glühlampe ist, also unterhalb 15 W die Spannung des Schutztransformators praktisch nicht interessiert.

Bekanntmachung.

Der europäische Fernsprechdienst stellt unseren Verbandsmitgliedern ein Heftchen „Fernsprechverkehr in Deutschland", in dem neben den kurz erläuterten Gesprächsarten die Gesprächsgebühren zwischen 200 Orten bekanntgegeben werden, bis auf weiteres kostenlos zur Verfügung. Bestellungen sind unter Bezugnahme auf die VDE-Mitgliedschaft unmittelbar zu richten an: Europäischer Fernsprechdienst, G. m. b. H., Berlin SW 68, Charlottenstraße 96.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin, und Verband der Elektrizitätswerke, Wien. 26. bis 30. VI. 1928, Hauptvers. in Wien mit folg. Vorträgen:

28. VI. 1928, vorm. 8½ h, Konzerthaus, Lothringer Str. 20, gr. Saal.

1. Dr. Gleichmann, „Aufbau von Großkraftw. für Höchstdruck unter bes. Berücks. d. Bensonkessels". 2. Prof. Dr. Petersen, „Die techn. u. wirtsch. Entwickl. der Hochspannungskabeltechnik".

29. VI. 1928.

1. Dr. Gauster, „Erdschlußschutz parallel geführter Freileit.". 2. Prof. Matthias, „Experimentelle Wege z. Klärung d. Ölschalterproblems u. verwandter Aufg.". 3. Obering. Quack, „Materialfragen f. d. Bau v. Dampfturbinen". 4. Aussprache.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin und Ärztl. Verein für Strahlenkunde, Berlin. 29. VI. 1928, abds. 8 h, Langenbeck-Virchow-Haus (kl. Saal) Luisenstr. 58/59: 1. H. Behnken. „Die Eichung von Dosismessern mit Radium". 2. v. Schubert, „Die neue Stromversorg. in den elektromedizin. Inst. d. Charité". 3. H. H. Berg, „Röntgenbeitrag zur Pathologie der gr. Gefäße".

Dt. Gesellschaft für techn. Physik u. Physikal. Gesellschaft zu Berlin. 29. VI. 1928, nachm. 5½ h, gr. Hörsaal d. Physikal. Inst. d. Univ., Reichstagsufer 7/8: M. Planck, „Gedächtnisrede auf Hendrik Antoon Lorentz".

Vereinigung von Freunden der T. H. zu Darmstadt. 7. VII. 1928, Hauptversammlung in Verbind. m. d. gemeinsam v. d. Dt. Chem. Ges., dem Verein d. Chem. u. d. Dt. Bunsen-Ges. veranstalteten Liebig-Wöhler-Feier.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Schwebungserscheinungen und Relaisversager in Kraftübertragungsnetzen.

Im Heft 11 der ETZ 1928, S. 417, behandelt Herr Prof. Hans THOMA das bekannte Problem der Schwebungserscheinungen in Kraftübertragungsnetzen bei Kurzschlüssen auf Grund der Ergebnisse der von ihm durchgeführten Versuche. Die dabei veröffentlichten Oszillogramme bringen die charakteristischen Vorgänge bei Schwebungen eindeutig zum Ausdruck und beweisen, daß es für die Betriebsicherheit in solchen Fällen erforderlich ist, die außer Tritt geratenen Maschinen in kurzer Zeit voneinander zu trennen. Die von Herrn THOMA erwähnten Relais können infolge ihrer Eigenart diese Abschaltungen nicht herbeiführen. Er schlägt daher vor, die unabhängigen Überstromzeitrelais mit besonderen Sperrvorrichtungen, welche das Zurückgehen der Relais in die Anfang-

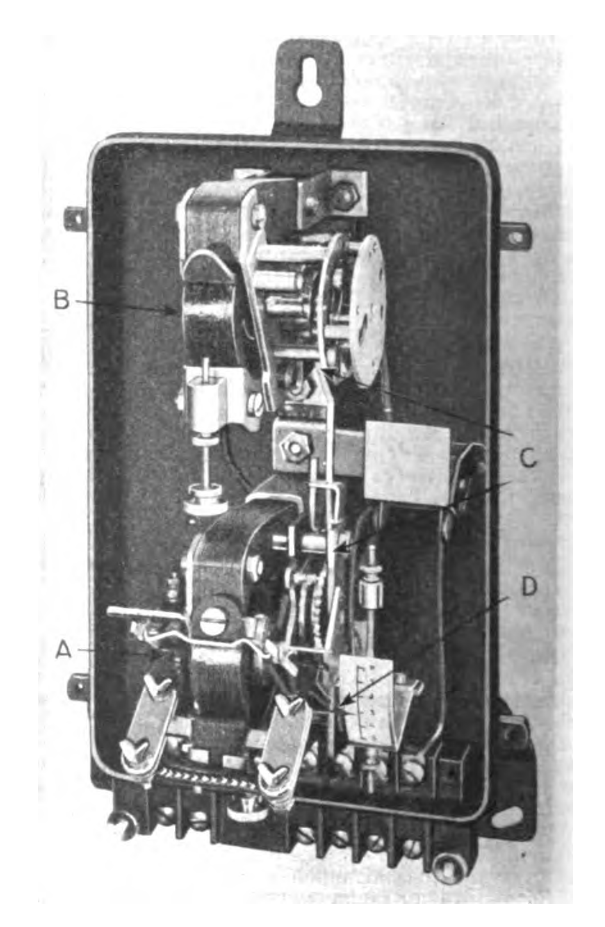


Abb. 1.

stellung verhindern, auszuführen und diese mit einer weiteren zusätzlichen Einrichtung zu steuern, welche mit angemessener Verzögerung die Sperrung aufhebt. Solche Einrichtungen erscheinen jedoch kompliziert und teuer und ihre praktische Durchbildung dürfte auf nicht geringe Schwierigkeiten stoßen. In Ergänzung der Ausführungen



des Herrn THOMA möchte ich darauf hinweisen, daß schon seit längerer Zeit Relaiskonstruktionen auf dem Markte sind, welche auch bei Schwebungserscheinungen einwandfrei arbeiten. Es sind dies die Relais nach dem thermischen Prinzip. Die charakteristische Verzögerung dieser Relais verhindert ein Zurückgehen des Systems im Bereich des Schwebungsknotens und gewährleistet somit eine sichere Abschaltung. Derartige Relais werden z. B. von der Dr. Paul Meyer A. G., Berlin, als Selektivrelais nach dem Impedanzprinzip und als begrenzt abhängige Überstrom-Zeitrelais ausgeführt. Das Selektivrelais (N-Relais) ist seit fünf Jahren in Betrieb und hat wiederholt außertrittgefallene Kraftwerke anstandslos voneinander getrennt. So wurden erst kürzlich im Netz der Gemeinde Wien die Kraftwerke Simmering und Ebenfurth entkuppelt. Veranlaßt wurde die Abschaltung durch starke Schwebungen, welche von einem nicht im direkten Leitungszuge liegenden Kurzschluß hervorgerufen wurden. In dem vom Fehler betroffenen Kabel waren unabhängige Überstrom-Zeitrelais mit einer Zeiteinstellung von 4 s eingebaut.

Über das Abschalten bei Schwebungserscheinungen durch N-Relais berichtet auch Herr Dr. FISCHER vom Ostpreußenwerk in der ETZ 1928, S. 398.

Berlin, 27. III. 1928. M. Walter.

Erwiderung.

Auf die Zuschrift des Herrn Obering. WALTER bemerke ich, daß im allgemeinen die Vorheizung der Bimetallstreifen des N-Relais der Dr. Paul Meyer A. G. als Nachteil empfunden wird. Anderseits ist es richtig, daß diese Vorheizung im Falle des Auftretens von Schwebungserscheinungen in ähnlicher Weise wirkt, wie eine Zeitrücklaufsperre und daher unter Umständen die Abschaltung noch bewirkt, in Fällen, in denen gewöhnliche Relais versagen. Der Nachteil eines derartigen Bimetallstreifens ist in dieser Hinsicht darin zu suchen, daß es schwierig ist, die Auskühlzeit und damit sozusagen die Rückstellzeit des Relais in einer für den Betrieb passenden Form gesetzmäßig zu bestimmen.

Daß im übrigen gewöhnliche Relais mit Zeitrücklaufsperre weder kompliziert noch unzuverlässig sind, geht aus einer an mich gelangten Mitteilung des Herrn Dr. LULOLFS, Amsterdam, hervor, wonach derartige Relais im Betriebe der städtischen Elektrizitätswerke daselbst seit einiger Zeit erprobt und bewährt sind. Abb. 1 zeigt ein derartiges Relais. Es besteht aus zwei Zeitelementen; das untere ist ein gewöhnliches UMZ-Relais mit deutlich sichtbarer Rücklaufsperre, welch letztere durch das obere UMZ-Relais herausgehoben wird, sobald dieses mit einer längeren Rücklaufzeit ausgestattete Relais in seine Ausgangslage zurückgekehrt ist. Nach Mitteilung des El.-W. Amsterdam hat sich diese Einrichtung im dortigen Betrieb nicht nur bewährt, sondern zur Vermeidung früher häufig auftretender Störungen als unentbehrlich erwiesen.

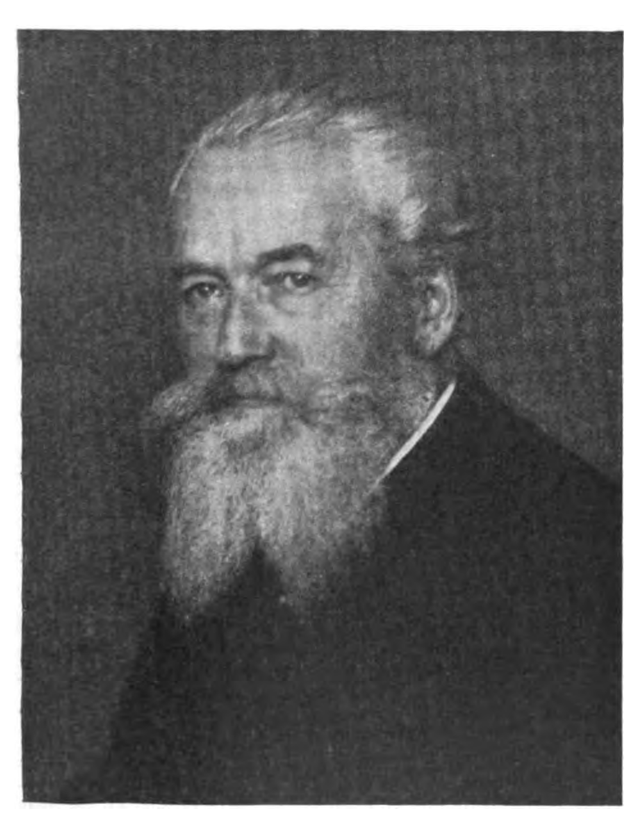
Herrn Dr. FISCHER sind diese Fragen aus einem von mir im vergangenen Jahr gehaltenen Vortrage bekannt.

Karlsruhe, 20. IV. 1928. Thoma.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Auszeichnungen. — Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat auf seiner diesjährigen Jahresversammlung in Berlin die Ehrenmitgliedschaft verliehen:



Wilhelm Kohlrausch.

Karl Strecker.

Herrn Geh.-Rat Dr.-Ing. E. h. Dr. Wilhelm Kohlrausch, o. Prof. em. der T. H. Hannover, „dem um die Bestimmung der elektrischen Einheiten und um ihre gesetzliche Festlegung verdienten Forscher, dem Schöpfer der Theorie des Bleiakkumulators, dem ausgezeichneten Lehrer der akademischen Jugend und seinem erfolgreichen Vorsitzenden in schwierigen Zeiten",

Herrn Präsidenten a. D., Geh. Oberpostrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. Karl Strecker, „dem in der deutschen wie der ausländischen Elektrotechnik anerkannten wissenschaftlichen Fachschriftsteller, dem seit mehr als 40 Jahren erfolgreichen Förderer des elektrischen Nachrichtenwesens, dem Schöpfer des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen, seinem verdienten Mitarbeiter".



— Dem Obering. E. Rühle, Chefelektriker der Berliner Städtische Elektrizitätswerke A. G., wurde von der T. H. Berlin in Anerkennung seiner Verdienste um die Förderung der Hochspannungs-Kraftübertragung die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen. — Die T. H. Dresden hat gelegentlich ihrer Jahrhundertfeier den nachstehend genannten Herren die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen: Stadtbaurat K. Wahl, Dresden, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die technische und organisatorische Ausgestaltung der städtischen Energieversorgung; Oberbaurat F. Wöhrle, Generaldirektor der A. G. Sächsische Werke, Dresden, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die technische und wirtschaftliche Entwicklung der sächsischen Landeselektrizitätsversorgung; Prof. Dr. J. Zenneck, T. H. München, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie von den ersten Anfängen bis in die neueste Zeit.

Hochschulnachrichten. — Prof. Dr. Hamel ist zum Rektor der T. H. Berlin für die Amtszeit vom 1. VII. 1928 bis Ende Juni 1929 erwählt worden.

Jubiläum. — Am 16. VI. d. J. feierte Direktor Walter Berndt in Siegmar, Vorstandsmitglied der Sächs. Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft A. G., sein 25jähriges Dienstjubiläum. Direktor Berndt ist über seinen eigentlichen Wirkungskreis hinaus in führender Weise in verschiedenen wirtschaftlichen Organisationen tätig, so im Verband Sächs. Elektrizitätswerke, im Arbeitgeberverband Sächs. Elektrizitätswerke usw.

LITERATUR.

Besprechungen.

Handbuch der Physik. Herausg. v. H. Geiger u. K. Scheel. Bd. 16: Apparate u. Meßmethoden für Elektrizität und Magnetismus. Bearb. v. mehr. Fachgen., redig. v. W. Westphal. Mit 623 Abb., IX u. 801 S. in 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1927. Preis geh. 66 RM, geb. 68,40 RM.

Die Grenze zwischen Physik und Technik wird mit der Zeit immer weniger scharf. Nie konnte der Techniker ohne die Grundlagen und Erkenntnisse der Physik arbeiten, aber lange Zeit glaubte sich der Physiker von der Technik absondern zu können als von etwas handwerkermäßigem, was mit der Gelehrsamkeit nichts zu tun hatte. Das läßt sich aber auf die Dauer nicht aufrechterhalten: von dem berufstätigen Physiker werden heute auch reichliche technische Kenntnisse gefordert, er hat neben dem Diplom-Ingenieur zu arbeiten, man erwartet von ihm nur, daß er der Physik näher steht als der Technik, wie man vom Diplom-Ingenieur wünscht, daß er der Technik, der Konstruktion und Fabrikation näher steht als der „reinen" Physik. Um diesen unabwendbaren Übergang zu erleichtern, ist ja auch schon im Jahre 1919 die „Gesellschaft für technische Physik" gegründet und das „Lehrbuch der technischen Physik" von Gehlhoff herausgegeben worden.

Nunmehr erscheint bei Julius Springer ein Handbuch der Physik in 24 Bänden, von denen zur Zeit bereits 20 Bände herausgekommen sind. Wenn man den vorliegenden Band als Referent einer elektrotechnischen Zeitschrift betrachtet, so bleibt doch trotz der hervorragenden Ausstattung, trotz der Mitarbeit ausgezeichneter Physiker mancher Wunsch unbefriedigt und manches zu beanstanden. Das Buch umfaßt 28 Kapitel, von denen 23 Kapitel elektrische Maßsysteme, Normalien und Meßverfahren behandeln. Zwischen ihnen sind fünf andere eingefügt, die Apparate zur Erzeugung von Reibungselektrizität, Funkeninduktoren, Gleichrichter, Telephon und Mikrophon, sowie elektrische Schwingungserzeuger behandeln. Die Kapitel über Messungen sind ihrer Anlage nach durchaus erschöpfend, es werden alle Arten von Messungen behandelt, auch die der Hochfrequenztechnik, elektrochemische und erdmagnetische Messungen.

Die Einteilung des Stoffes erscheint stellenweise allzu willkürlich und die Technik zu wenig berücksichtigend. Das Kap. 8 „Elektrostatische Meßinstrumente" behandelt diese Apparate nur für das Gebiet der luftelektrischen Forschung und der Radioaktivität. Die technischen Ausführungen sind auf S. 250 nur sehr kurz gestreift worden. Dagegen ist auf S. 393 eine weitere Abhandlung über elektrostatische Instrumente von Schering zu finden. Das deutet darauf hin, daß die einzelnen Mitarbeiter die Beiträge der andern erst bei der Herausgabe des gesamten Bandes kennengelernt haben. Bei diesem Verfahren ist natürlich die Abgleichung der Einzelkapitel ganz und gar in die Hand des Herausgebers gelegt.

Es ist zweifellos schwierig, mit 15 Mitarbeitern, namentlich wenn es anerkannte Autoritäten sind, ein einheitliches Werk zu schaffen, weil es nicht möglich ist, jedem Mitarbeiter den Inhalt, den Umfang seines Beitrags und die Darstellungsweise vorzuschreiben. Indessen könnte man wenigstens äußerliche Verschiedenheiten vermeiden, wenn die 15 Verfasser doch die gleichen Formelzeichen und für die Bilder die gleichen Symbole benutzen möchten. Der AEF hat beispielsweise festgelegt, daß die Größe des elektrischen Widerstandes mit R bezeichnet wird. Trotzdem wird auch noch der Buchstabe W verwendet, von dem Verfasser des 23. Kap. in anscheinend willkürlicher Folge neben R, wobei noch außerdem r (S. 581) für die Dämpfung benutzt wird. Das Gleiche gilt von der neuen AEF-Bezeichnung U (Umlauf) für die Spannung. Der Berichterstatter weiß, daß sich diese in der Praxis geringer Beliebtheit erfreut, trotzdem sollte man sie aber im ganzen Band einheitlich entweder immer verwenden oder nie verwenden. Hinsichtlich der Symbole hat ebenfalls jeder Mitarbeiter die ihm geläufige Darstellung genommen.

Ein Übelstand, der nicht nur diesem Buch eigen ist, sondern fast der gesamten Fachliteratur, ist der, daß alle Verkleinerungspotenzen benutzt werden: 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} usw.; das macht die mitgeteilten Zahlenwerte schwer vergleichbar. Wir haben uns doch alle so gut daran gewöhnt, nur mit t, kg, mg, mit km, m, mm zu rechnen, aber nicht mehr mit Dezimeter, Hektometer, Dekagramm usw. Der AEF hat die Vergrößerungs- und Verkleinerungszeichen von 10^3 zu 10^3 fortschreitend festgelegt[1]:

	G	M	k	m	μ	n
für	10^9	10^6	10^3	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9},

weshalb können Empfindlichkeiten nicht auch durchweg in μA und nA, in μV und nV angegeben werden?

Einige Mitarbeiter haben ihren Abschnitt auf den neuesten Stand der Technik gebracht, z. B. Kapitel 5 Gleichrichter, Kapitel 6 Telephon und Mikrophon. Leider werden aber an anderen Stellen veraltete Apparate genannt. In einem modernen Handbuch der Physik war es nicht notwendig, wie auf S. 72 mit Abb. 16, einfache Stromschlüssel abzubilden und auf den nächsten Seiten offene Quecksilbernapf-Umschalter in Wort und Bild zu beschreiben. Der Berichterstatter hat solche offenen Quecksilberschalter in Industrielaboratorien noch nicht gesehen. Ebenso sind auch die Abb. 18 („Metallumschalter") und 19 („Umschalter für mehrere Stromkreise") weder für das Verständnis notwendig, noch geben sie einen Begriff für eine moderne Bauweise. Den Ausdruck „Gyroskop" für „Stromwender" hat der Berichterstatter auf S. 73 zum erstenmal festgestellt.

Die im 9. Kap. gewählte Einteilung der Instrumente, wobei zu elektrodynamischen Instrumenten auch Drehspul-, Dreheisen- und Drehfeldinstrumente gezählt werden, ist von der üblichen abweichend, wenn auch gegen ihre grundsätzliche Berechtigung nichts einzuwenden ist. Hier sind auch Elektrizitätszähler mit behandelt worden, leider außerordentlich knapp, mit nur einer Seite für Gleichstromzähler und einer halben Seite für Wechselstromzähler.

Den Galvanometern ist, wie fast in allen Büchern der Meßtechnik, sehr viel mehr Raum gegeben worden. Leider ist hier, wie auch in den anderen Abschnitten des Buches, der modernen Forschung des Auslandes nicht gedacht worden. Von den vielen Arbeiten, die in dem seit wenigen Jahren erscheinenden „Journal of Scientific Instruments" enthalten sind, hat der Berichterstatter keine zitiert gesehen. Im 10. Kap. ist nach Meinung des Berichterstatters der Oszillograph zu Unrecht zu den Schwingungsinstrumenten gerechnet worden. Von einem solchen kann man nur sprechen, wenn das bewegliche Organ entweder ungedämpfte oder schwach gedämpfte Schwingungen ausführt, was z. B. auf die Zungenfrequenzmesser und Vibrationsgalvanometer zutrifft, während bei dem Oszillographen das Meßorgan stark gedämpft sein muß. Die hohe Eigenfrequenz des beweglichen Organs kann die-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 481.



Zuteilung zu den Schwingungsinstrumenten nicht rechtfertigen.

Das Kap. 16 bringt eine sehr umfassende Darstellung über Widerstände und Widerstandsapparate auf 20 Seiten. Hierfür gilt besonders die Bemerkung über die Nichtberücksichtigung der neueren ausländischen Arbeiten. Von den Hochohmwiderständen abgesehen (S. 432) ist hier zwar Literatur bis zurück zum Jahre 1841, aber auch keine neuere nach dem Jahre 1913 genannt worden, obgleich das Bureau of Standards und englische Autoren darüber manches Neue berichtet haben.

Das Sachverzeichnis mit rd. 900 Worten ist für ein Werk mit 800 Seiten bei so gedrängter Darstellungsweise viel zu dürftig. Für ein solches Werk müßte man mit mindestens drei Stichworten für die Seite rechnen statt mit einem, wie es der Fall ist. Es kann dabei nicht wundernehmen, daß man Worte, wie Scheitelspannungsmessung oder Kugelfunkenstrecke vergeblich sucht, obwohl diese Gegenstände im Text ausführlich genug behandelt worden sind.

Sieht man von den genannten Mängeln des Buches ab, die alle nicht solcher Art sind, daß sie den Gesamtwert merklich herabsetzen, aber doch den Verfassern und Herausgebern künftig zu erscheinender Werke ähnlicher Art genannt werden mußten, so muß gesagt werden, daß hier ein in seiner Art sehr gutes Werk vorliegt, das aber dem Physiker mehr zusagen wird als dem berufstätigen Ingenieur.

Keinath.

Akkumulatorenbatterien und Ladestationen für Elektrofahrzeuge. Herausgeg. vom Ausschuß für wirtschaftliches Förderwesen beim AWF. Mit 15 Textabb. u. 26 S. in 8°. (RKW-Veröff. Nr. 3.) Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1927. Preis kart. 0,75 RM.

Das Heft nimmt die zunehmende Verwendung der Elektrokarren und -schlepper zur Veranlassung, deren Benutzer auf die hauptsächlichsten Gesichtspunkte in der Auswahl der Akkumulatorenbatterien und Ladeeinrichtungen hinzuweisen. Es bespricht im ersten Teil unter Beifügung guter Abbildungen kurz die verschiedenen, für die genannten Fahrzeuge zweckmäßigen Akkumulatorentypen nebst deren Ladekurven, im zweiten Teil die Ladestationen mit Gleich- und Wechselstrom, die Grundlagen der selbsttätigen Ladung, die gebräuchlichsten Ladeeinrichtungen nebst einigen Beispielen für deren Auswahl.

Daß die Angaben richtig sind und dem neuesten Stand der Technik entsprechen, braucht nicht besonders hervorgehoben werden, da das Heft von einigen bekannten Fachleuten verfaßt wurde. Besonders anerkennenswert ist dagegen, daß auf den nur 26 Seiten des Heftes so viel Wissenswertes zusammengedrängt und doch in einer auch für Laien leicht verständlichen Weise dargestellt ist. Bei einer neuen Auflage wäre es nur vielleicht zweckmäßig, auf S. 16 bei der Besprechung des Ladeschalters System Pöhler noch kurz darauf hinzuweisen, daß die Zeit zwischen dem steilen Spannungsanstieg und dem Ende der Ladung praktisch unabhängig ist von der Tiefe der vorausgehenden Entladung, eine Tatsache, die das Verständnis der Wirkungsweise dieses Apparates zweifellos erleichtern würde.

Dr. Straßer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Arthur Zinzen. Der Einfluß der Anfangsdampftemperatur und der Endnässe auf den Wirkungsgrad von Dampfturbinen. T. H. Berlin 1927. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928.

Friedrich Wolff, Untersuchungen über die Wasserrückkühlung in künstlich belüfteten Kühlwerken. T. H. Berlin 1927. Verlag von R. Oldenbourg, München 1928.

Paul Brenner, Lautal als Baustoff für Flugzeuge. T. H. Berlin 1927. Verlag v. R. Oldenbourg, München 1928.

Fritz Hinz, Beiträge zur Erfassung der wärmetechnischen Vorgänge der Kohlenstaubfeuerung unt. bes. Berücksichtigung d. Verwendung d. Kohlenstaubfeuerung für Lokomotivkessel. T. H. Darmstadt 1926. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928.

J. Paul Mehner, Störende Bewegungen bei pendelnd aufgehängten Zentrifugen (Zusammenfassung). T. H. Darmstadt 1925.

Kurt Wolf, Untersuchungen an Elektrodensystemen, die eine Wasserstoff-Elektrodenfunktion zeigen; zugleich ein Beitrag zur Theorie und Praxis der Röhrenverstärkung. T. H. Darmstadt 1927.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der Geschäftswelt. — Wie wir hören, liegt die Verwaltung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft seit dem Tode des Geheimrats Dr. F. Deutsch in den Händen eines schon vor der Reise des Verstorbenen nach Amerika im Rahmen des Gesamtvorstandes gebildeten Direktionskomitees, dem der Wirkl. Legationsrat a. D. Dr. H. Bücher für Finanzielles und Äußeres, Prof. Dr. W. Petersen für Technik, Dr. A. Elfes für die Fabrikation und A. Pfeffer für den Verkauf angehören. Die Gesellschaft, für die bereits 1925 zwei Anleihen von je 10 Mill. $ in Amerika aufgelegt worden sind, hat vor kurzem zur Stärkung ihrer Betriebsmittel und für die Finanzierung vorliegender großer Geschäfte eine weitere, diesmal reine Obligationsanleihe von 10 und 5 Mill. $ abgeschlossen, aus deren Prospekt als wichtige Ergänzung des letzten Geschäftsberichts[1] hervorgeht, daß der Umsatz, von dem rd. ein Drittel auf den Export entfällt, 100 Mill. $ betrug gegen 54 Mill. $ in 1924 und 85 Mill. $ im Durchschnitt der Jahre 1910/14. Die Erzeugnisse der AEG werden in Deutschland durch 79 größtenteils mit Reparaturwerkstätten verbundene Zweigstellen vertrieben. In allen europäischen Ländern sowie in Mexiko, Südamerika, Südafrika, China und Indien unterhält die Gesellschaft eigene Vertretungen. — Die in Berlin mit 18 Mill. RM Grundkapital gegründete Siemens-Planiawerke A.G. für Kohlefabrikate bezweckt die Fabrikation von Erzeugnissen aller Art aus Kohlenstoff, Kunstkohle, Graphit usw. und von im Zusammenhang mit diesen herzustellenden Stoffen, den Handel mit solchen usw. Gründer des Unternehmens sind im wesentlichen die Siemens & Halske A. G., die u. a. ihren unter dem Namen Gebrüder Siemens & Co. in Lichtenberg und Meitingen geführten Betrieb einbringt, und die Rütgerswerke A. G., deren früher der Planiawerke A. G. gehörende Anlage in Ratibor dem neuen Unternehmen zufällt. — Nach dem Geschäftsbericht der Julius Pintsch A. G., Berlin, für 1927 zeigten ihre elektrischen Abteilungen eine günstige Fortentwicklung; insbesondere haben die Arbeiten der Abteilung für Luftfahrtbefeuerung und Seebeleuchtung gute Fortschritte gemacht. Das Ergebnis des Glühlampenwerkes wird als erfreulich bezeichnet. — Der Eltax Elektro-A. G., Berlin, ist 1927 besonders die zunehmende Elektrisierung der Städte zugute gekommen, die auch für die Zukunft eine Absatzsteigerung erwarten läßt. Daneben war die Gesellschaft auf dem Radiogebiet recht gut beschäftigt. Ungünstig liegen dagegen in der letzten Zeit die Verhältnisse in den landwirtschaftlichen Absatzgebieten, aus denen trotz teilweise dringenden Bedarfs sowohl Aufträge wie Zahlungen recht schleppend eingehen. Besonders gut hat sich der Export entwickelt, obgleich der Wettbewerb infolge der Erhöhung der Produktionskosten in Deutschland immer schwieriger wird. Der Reingewinn betrug 38 603 RM (30 203 i. V.) und die Dividende 10 % auf 0,32 Mill. RM Aktienkapital (6 % i. V.). — Gegenstand der in Berlin mit 20 000 RM eingetragenen Kabelvertriebsgesellschaft Berlin m. b. H. ist der Vertrieb und die Fabrikation elektrotechnischer Erzeugnisse. — In Tübingen wurde mit 0,1 Mill. RM Stammkapital die Kraftwerk Tübingen-Herrenberg G. m. b. H. errichtet, die den ausschließlich gemeinwirtschaftlichen Ausbau und Betrieb der am Neckar zwischen Kiebingen und Tübingen liegenden Gefällstufen bezweckt.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[2]. Der April 1928 hat nach der Zahlentafel für den Tarifunterabschnitt 18 B bei der Einfuhr gegen den Vormonat (9399 dz bzw. 3,605 Mill. RM) eine Abnahme um 2783 dz oder 29 % bzw. um 0,793 Mill. RM oder 22 % ergeben. Auch die Ausfuhr war im Vergleich zum März (113 252 dz bzw. 39,187 Mill. RM) um 4541 dz oder 4 % und um 3,247 Mill. RM, d. s. 8 %, geringer. Die hier einbegriffenen Reparationssachlieferungen betrugen im Berichtsmonat 1415 dz bzw. 0,558 Mill. RM. Für die ersten vier Monate weist der Import gegen den gleichen Zeitabschnitt von 1927 eine Erhöhung um 13 799 dz bzw. 67 % und um 6,068 Mill. RM, d. h. um 72 % auf. Eingeführt wurden während dieser Periode 9937 Lichtmaschinen (3223 i. V.), 43 600 Dynamos, Elektromotoren usw. (22 002 i. V.), 366 Bogen- usw. Lampen (553 i. V.), 1,48 Mill. Metalldrahtlampen (2,02 i. V.) und 21 200 Kohlefaden- usw. Lampen (27 000 i. V.). Der auf den genannten Zeitabschnitt entfallende Export umfaßte an Reparationssachlieferungen 10 160 dz im Wert von 5,002 Mill. RM und stellte sich im Vergleich zu denselben Monaten des Vorjahres, in deren Ziffern nunmehr auch die Reparationssachlieferungen enthalten sind, um 103 782 dz oder 31 % und wertlich um 40,887 Mill. RM bzw. 36 % höher.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 172.
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 823; 1928, S. 759.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz April 1928	Einfuhr in dz Januar/April 1928	Einfuhr in dz Januar/April 1927	Ausfuhr in dz April 1928	Ausfuhr in dz Januar/April 1928	Ausfuhr in dz Januar/April 1927
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	153	959	281	442*	1 974*	992*
907 b bis g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer; Transformatoren und Drosselspulen[1]	3 013	15 422	9 980	29 896*	112 846*	71 676*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	18	105	585	2 796*	11 704*	4 027*
908 a, b	Elektrizitätssammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	425	2 130	554	3 702*	16 140*	15 068*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	1 036	6 587	3 667	28 693*	120 525*	118 833*
910 a bis c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	11	40	56	327	1 173	1 078
911 a	Metallfadenlampen	119	725	1 073	766	3 780*	2 545*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	—	13	13	46	318	276
912 A 1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	2	9	79	39	82	61
912 A 2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittelungseinrichtungen; Bestandteile davon	67	190	260	1 198*	4 984*	4 260*
912 A 3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	276	1 267	659	2 626*	13 789*	9 410*
912 A 4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	123	713	338	2 444*	9 558*	9 743*
912 B	Bügeleisen; Bestandteile davon	—	10	13	353	1 979	1 576
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate; Bestandteile davon	77	374	178	996	4 062*	2 570*
912 D	Röntgenröhren; Bestandteile davon	1	3	1	12	38	31
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	268	1 039	583	1 469*	5 242*	3 328*
912 F 1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	24	82	92	981*	3 366*	2 773*
912 F 2	Vorrichtung für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	848	4 070	1 631	25 950*	100 899*	67 432*
912 F 3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	61	208	271	1 317	5 629*	3 863*
912 F 4	Galvanische (auch Trocken-) Elemente, elektr. u. galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	72	257	119	2 932	15 691	13 487*
912 F 5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	3	99	98	[6]	[6]	[6]
912 F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	19	49	21	41	175*	199*
912 F 7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe; Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 685	7 771*	4 715*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Menge in dz	6 616	34 351	20 552	108 711*	441 725*	337 943*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18 B: Wert in 1000 RM	*2 812*	*14 494*	*8 426*	*35 940**	*153 705**	*112 818**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	24	173	82	541	3 255	2 823
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	3	18	45	58	274	196
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	—	18	10	396	2 766	2 489
648 d	Elektroden	1 602	4 585	2 380	21 982	77 705	63 799*
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	28	78	—	5 319*	18 291*	19 726*
740 a	Glühlampenkolben	57	97	39	655	3 250	3 063
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	149	644	281	} [8]	[8]	[8]
799 c	dsgl. aus schmiedbarem Eisen	151	394	202	}		
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	165	613	1 065	9 409*	40 493*	32 554*

Einschließlich der Reparationssachlieferungen hat Deutschland in den vier Monaten 27 351 Lichtmaschinen (12 729 i. V.), 202 398 Dynamos, Elektromotoren usw. (168 832 i. V.), 7349 Bogen- usw. Lampen (6692 i. V.), 17,88 Mill. Metalldrahtlampen (12,28 i. V.) und 0,83 Mill. Kohlefaden- usw. Lampen (0,88 i. V.) ausgeführt. Der Überschuß des Exports, einschl. der Reparationsachlieferungen, betrug 407 374 dz im Wert von 139,211 Mill. RM (317 391 dz bzw. 104,392 Mill. RM i. V.).

[1] Die Ausfuhr von Quecksilberumformern ist in Nr. 912 F 2 enthalten. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Quecksilberumformer aus Nr. 907 b/g und Isolationsgegenstände, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroid, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art aus Steingut oder Porzellan. — [8] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 219: Welche Firma baut Transformatoren mit sekundärer Schwebespule („schwebende Jungfrau")?

Frage 220: Wer stellt gepreßte Heizkörper (1200 W) für Kochapparate her?

Frage 221: Wer stellt die Universal-Back-, Brat- und Kochapparate „Wikü" her?

Abschluß des Heftes: 16. Juni 1928.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

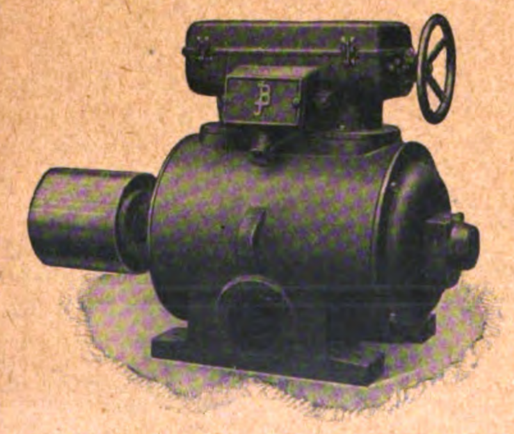
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT



. HEFT / 49. JAHRG. / VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN / 28. JUNI 1928
5—996)



Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme Dr. F. Meißner, Dipl.-Ing. W. Kraska — Verlag von Julius Springer — Berlin W 9, Linkstr. 23/24

49. Jahrgang Berlin, 28. Juni 1928 Heft 26

Die XXXIII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin.

Die diesjährige Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hat in den Tagen vom 17. bis 19. Juni d. J. als eine rein geschäftliche und technisch-wissenschaftliche Veranstaltung stattgefunden. Die Veranlassung zu dieser, im Einvernehmen mit der Vereinigung der Elektrizitätswerke getroffenen Neuerung gab das Bestreben, in der festlichen Veranstaltung mehr Zurückhaltung zu üben und dadurch den Kongreßbesuchern, die zu großem Teil für beide Vereine dieselben sind, Zeit und Kraft zu sparen. Man wird nunmehr abwechselnd nur alle zwei Jahre zu einer festlichen Tagung zusammentreten.

Das geschäftliche sowohl, wie das technisch-wissenschaftliche Programm der Berliner Tagung griff so tief in das Interesse der Verbandsmitglieder ein, daß sich gleichwohl eine, gegen die Jahresversammlungen früheren Stils nicht zurückstehende Anzahl von Teilnehmern eingefunden hatte. Nach vorbereitenden Sitzungen des Vorstandes und Ausschusses am Sonntag, den 17. VI. begann am Montag, den 18. VI. im großen Festsaal von Kroll die 1. Verbandsversammlung. Sie wurde eröffnet durch eine Ansprache des Vorsitzenden des Verbandes, Herrn Generaldirektors Krone, der nach einer Begrüßung der stattlichen Zahl von Ehrengästen als Vertreter der Reichs-, Staats- und Kommunalbehörden, der Hochschulen und befreundeten Verbände und Vereine zunächst der dem Verbande im Verlauf des letzten Geschäftsjahres durch den Tod entrissenen Mitglieder gedachte, darunter des Geh. Reg.-Rats Prof. Dr. phil., Dr.-Ing. E. h. Gustav Rössler in Danzig und des Geheimrats Dr. Felix Deutsch, Vorsitzenden des Direktoriums der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

Der Vorsitzende erstattete dann weiter einen Bericht über die Entwicklung der deutschen Elektrotechnik seit der letzten Jahresversammlung in Kiel 1927. Hiernach waren mit geringen Schwankungen nahezu alle Zweige der Elektroindustrie gut beschäftigt. Es stand jedoch der Mengenkonjunktur ein einigermaßen entsprechender Nutzen nicht gegenüber. Statt der mit allem Nachdruck durch Verbesserung der Betriebseinrichtungen, Ausbau der Verwaltungs- und Verkaufsorganisationen und größte Einschränkung der unproduktiven Ausgaben angestrebten Preissenkungen mußten vielfach Preiserhöhungen vorgenommen werden. Die Preise beeinträchtigten einerseits das Auslandsgeschäft, während sie anderseits immer noch zu niedrig waren, um die auf den Betrieben ruhenden Lasten zu tragen. Lediglich die Qualität der deutschen elektrotechnischen Arbeit und die Stärke der Organisation ermöglichten die Überwindung der genannten Schwierigkeiten.

Auf dem Gebiet der Schwachstromindustrie, insbesondere der Nachrichtenübermittlung, ergab sich die Stetigkeit in der Entwicklung lediglich als ein Ausgleich zwischen den Staatsaufträgen einerseits und dem Absatz an die Privatkundschaft anderseits. Die Wirkung der weitgehenden Einschränkungen der ersteren wäre gegen Ende des Jahres katastrophal gewesen, wenn nicht eine Zunahme der Aufträge seitens der Privatkundschaft eingesetzt hätte. Zwar erfolgte dieser Ausgleich nicht an allen Stellen und bei allen Firmen in gleicher Weise, doch war das Gesamtergebnis glücklicherweise so, daß dem starken Versagen der Reichspost eine für den Fortbestand der Betriebe dringend erforderliche Ausdehnung der Umsätze an die Privatkundschaft ausgleichend gegenübertrat. Hierzu verhalfen die Entwicklung und Ausbreitung der Radioapparate, der Automatisierung der Fernsprechämter namentlich im Auslande, der drahtlosen Telegraphie und Telephonie und der Fernkabelverbindungen.

Auf dem Starkstromgebiet dagegen zeigte sich in den einzelnen Zweigen eine ziemlich gleichmäßige und stetige Aufwärtsentwicklung bis zu einem Höhepunkt am Ende des vorigen Jahres. Es wurden in der Erzeugung, Verteilung und Anwendung des elektrischen Stromes auf den verschiedenen Gebieten technische und wirtschaftliche Erfolge erzielt. Generatoren, Transformatoren und Schaltvorrichtungen stetig zunehmender Leistungsfähigkeit haben zu zahlreichen Neukonstruktionen geführt. Der Ausbau der Höchstspannungsnetze schritt weiter voran. Dem Belastungsausgleich der Elektrizitätswerke und Versorgungsgebiete wurde eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt. Die elektrischen Haushaltgeräte haben im vergangenen Jahre stark vermehrten Eingang gefunden. In den Einzelantrieben, wie Textil-, Holz- und Metallverarbeitungsindustrie u. dgl. fand ein lebhafter Austausch der Erfahrungen statt. Im Berg- und Hüttenwesen wurden erhebliche Lieferungen erledigt. Die Elektroöfen und das elektrische Schweißen gewannen zunehmende Bedeutung. Einen großen Umfang nahm der Umsatz in allen elektrotechnischen Fabrikaten zur Vervollkommnung der Wärmetechnik an. Die fortschreitende Mechanisierung der Betriebe führte der Elektrotechnik als Helferin zahlreiche neue Aufgaben und Aufträge zu. Auf dem Bahngebiet war die Beschäftigung befriedigend, reichliche Arbeit bot die Elektrisierung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen. Die selbsttätige Zugbeeinflussung zur Verhinderung des Überfahrens der Haltsignale wurde weiter gefördert.

Wie lange die Mengenkonjunktur auf ihrem gegenwärtigen Stande verharren wird, ließe sich zur Zeit noch nicht absehen.

Mit diesen Entwicklungen hielt die wissenschaftlich-technische Forschung allenthalben Schritt.

Nach Beendigung dieses von der Versammlung mit gespannter Aufmerksamkeit entgegengenommenen Berichts des Vorsitzenden überbrachte Ministerialdirektor Prof. Dr. Gleichmann die Begrüßung der Jahresversammlung seitens der Reichs- und Staatsbehörden sowie der Reichsbahn, Herr Prof. Dr. Kloß diejenigen der Technischen Hochschulen und Universitäten. Es folgten dann noch Begrüßungen durch Vertreter befreundeter Verbände und Vereine des In- und Auslandes.

Hierauf verkündete der Vorsitzende die Verleihung der Ehrenmitgliedschaft des Verbandes an Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Wilhelm Kohlrausch in Hannover, den erfolgreichen Altmeister der angewandten Elektrotechnik und früheren verdienstvollen Vorsitzenden des Verbandes, sowie an Herrn Präsidenten, Geh. Oberpostrat Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. Karl Strecker, den verdienstvollen Fachschriftsteller und Vorsitzenden des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen sowie des Deutschen Komitees der Internationalen Elektrotechnischen Kommission. Über beide Ehrungen ist hier[1] schon ausführlich berichtet worden.

Den Hauptvortrag der Jahresversammlung hielt nunmehr Herr Reichsbahndirektor Wechmann über „Die Elektrisierung der Deutschen Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Berliner Stadt- und Vorortbahnen". Der von einer großen Zuhörerschaft mit ungeteiltem Interesse entgegengenommene Vortrag wurde hier bereits im Wortlaut veröffentlicht, so daß darauf verwiesen werden kann[2]. Er bewies in Wort und Bild, daß die Deutsche Reichsbahn dieses Problem zielbewußt und energisch verfolgt und mit

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 961

[2] ETZ 1928, S. 887.



ihren umfangreichen Bahn-Elektrisierungen schon große Erfolge erzielt hat.

Die Versammlung widmete sich hierauf internen Angelegenheiten. Herr Generalsekretär Schirp erstattete zunächst den üblichen Bericht über die Tätigkeit des Verbandes im abgelaufenen Geschäftsjahr. Aus dem, hier schon vollständig veröffentlichten, Bericht[3] sei an dieser Stelle hervorgehoben, daß eine große Zahl von Kommissionsarbeiten der Jahresversammlung fertig zur Genehmigung vorgelegt werden konnten und diese fanden, und daß bei einigen weiteren der Vorstand ermächtigt wurde, nach Klärung von Einsprüchen die Bekanntmachung und Verabschiedung der Arbeiten von sich aus vorzunehmen. Insgesamt fanden auf diesem Wege 16 Kommissionsarbeiten ihre Erledigung. Weiter vermerkte der Tätigkeitsbericht, daß der Mitgliederbestand des Verbandes im vergangenen Geschäftsjahr von 9660 am 1. VI. 1927 auf 10 052 am 15. V. 1928 gestiegen ist.

Bei den nun folgenden Neuwahlen zum Vorstande wurden die satzungsgemäß ausscheidenden Herren Voith und Zell wiedergewählt, und an Stelle des durch den Tod ausgeschiedenen verdienstvollen Mitgliedes, Herrn Rössler, Herr Dettmar neugewählt. Ferner wurde beschlossen, den Vorstand um einen neuzuschaffenden Sitz zu vermehren und diesen mit einem Vertreter der Reichsbahn zu besetzen. Als VDE-Vertreter des Ausschusses wurden die Herren Blochmann und Scholtes wiedergewählt und Emde, Stuttgart, in Zuwahl neu berufen.

Zum Ort der nächstjährigen Jahresversammlung wurde Aachen bestimmt, wo bisher eine Jahresversammlung noch nicht stattgefunden hat und im Jahre 1929 ein neuzeitliches Elektrotechnisches Institut eingeweiht werden soll.

Nach Annahme einiger Satzungsänderungen teilte der Vorsitzende mit, daß infolge des am Ende des Jahres vertragsmäßig übergehenden Besitzes der Elektrotechnischen Zeitschrift an die Vereine, d. h. Verband Deutscher Elektrotechniker und Elektrotechnischen Verein, eine ETZ-Verlags-G. m. b. H. gegründet werden soll, während Kommissionsverlag und Anzeigengeschäft vertragsgemäß noch einige Jahre beim Verlag Julius Springer verbleiben.

Am Nachmittag des 1. Versammlungstages fanden in der Technischen Hochschule Fachsitzungen statt, welche sich wiederum eines zahlreichen Besuches erfreuten und lebhafte Erörterungen der Fachvorträge zeitigten. Daneben wurde in einigen Gruppen das Großkraftwerk Klingenberg besichtigt.

Für den Abend hatte außerhalb des Programms des VDE der Elektrotechnische Verein die Tagungsteilnehmer zu einem Begrüßungsabend auf den Terrassen am Halensee eingeladen und bot den Teilnehmern damit eine besondere Gelegenheit zu persönlicher Fühlungnahme und Aussprache.

Die 2. Verbandsversammlung am Dienstag, den 19. VI. brachte in Fortführung des Hauptthemas der Jahresversammlung über die elektrische Zugförderung zwei weitere bedeutende Vorträge. Zunächst sprach Herr Geh. Rat Prof. Dr. W. Reichel über die „Gleichstromversorgung der Deutschen Reichsbahn, insbesondere durch Gleichrichteranlagen". Der von zahlreichen bildlichen Darstellungen begleitete Vortrag ist hier im Wortlaut bereits zum Abdruck gekommen[4], so daß an dieser Stelle lediglich darauf verwiesen werden kann.

An diesen Vortrag schloß sich der zweite von Prof. Dr.-Ing. Petersen über „Wechselstromversorgung der Reichsbahn unter besonderer Berücksichtigung der Netzkuppelung". Beginnend mit der Energieversorgung, äußerte sich der Redner zu der viel erörterten Frage: Bahneigene Kraftwerke oder Anschluß an die bestehenden Stromnetze. Als die Reichsbahn mit der Elektrisierung der Hauptbahnen begann, lagen die Verhältnisse für den Anschluß an die Drehstromversorgung recht ungünstig; letztere erfolgte durch eine große Zahl verhältnismäßig kleiner und voneinander unabhängiger Kraftwerke; es fehlte an einheitlichen und leistungsfähigen Leitungen für die Energieübertragung zwischen Kraftwerk und Speisepunkt der Bahn; der Ausfall eines Kraftwerkes hätte nicht nur die von diesem gespeiste Bahnstrecke stillgelegt, sondern mangels Kuppelung mit den benachbarten Werken auch den Betrieb der Anschlußstrecken gestört. Die Reichsbahn entschied sich daher bei Beginn der Fernbahnelektrisierung mit Recht für bahneigene Kraftwerke.

[3] ETZ 1928, S. 770.
[4] ETZ 1928, S. 903.

Die Verhältnisse haben sich in der Zwischenzeit grundlegend geändert; die zahlreichen Elektrizitätsgesellschaften mit Kraftwerken von wenigen Tausend Kilowatt sind heute zu wenigen großen Stromlieferungskonzernen zusammengelegt, deren Kraftwerke Leistungen von mehreren 100 000 kW aufweisen und durch 100 kV-Leitungen einheitlicher Ausführung miteinander verbunden sind. Ihre Länge beträgt Tausende von Kilometern; sie bilden schon heute ein über ganz Deutschland fast gleichmäßig verteiltes Netz. Leitungen von doppelter und dreifacher Spannung und entsprechend vergrößerter Leistungsfähigkeit sind im Bau. Überall bieten sich Anschlußmöglichkeiten für die leistungsfähigsten Umformerwerke der Bahn, so daß die bei bahneigenen Kraftwerken notwendigen Speiseleitungen erspart werden und weitgehende Gewähr für die Sicherheit des Betriebes, selbst bei Ausfall einer Teilstrecke, geboten wird. Die Leistungsfähigkeit und Vermaschung der Speiseleitungen tragen wesentlich bei zur Verbesserung des Gleichzeitigkeitsfaktors der Bahnbelastung. Die gleiche Zahl von Zügen kann daher mit einer kleineren Maschinenleistung betrieben werden, als dies bei bahneigenen Kraftwerken möglich wäre.

Rückwirkungen der früher nicht ohne Grund gefürchteten Laststöße der Bahnen auf die allgemeine Drehstromversorgung dürfen heute als unbedenklich betrachtet werden. Abgesehen von der Milderung dieser Wirkung durch den bereits erwähnten Lastausgleich, beansprucht die Stromentnahme für Bahnzwecke durchweg nur einen Bruchteil der für die übrige Versorgung verfügbaren Leistung. Hieran wird sich auch in Zukunft kaum etwas ändern. Der jährliche Energiebedarf bei Elektrisierung sämtlicher der Elektrisierung würdiger Bahnen wird auf 10...12 Md. kWh veranschlagt, d. s. etwa 20 % der gesamten Elektrizitätsversorgung, wenn man annimmt, daß bis zu diesem Zeitpunkt der übrige Strombedarf etwa 40 Md. kWh erreicht hat.

Die Drehstromwerke passen sich leichter den Fortschritten der Technik zur Verbilligung der Stromkosten an als ein bahneigener Kraftbetrieb; sie können wegen der Verzweigtheit ihrer Netze nicht nur im Inland sondern auch in den angrenzenden Ländern die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten zur Verbilligung des Stromes leichter ausnutzen; der Redner erinnerte hierbei an die Energiespeicherung durch künstliche oder natürliche Staubecken, die heute erst im Anfang ihrer Entwicklung steht.

Die zukünftige Entwicklung des Zusammenschlusses der Speiseleitungen verspricht in der Betriebsicherheit noch weitere erhebliche Verbesserungen, da die Kabeltechnik schnell fortschreitet und Übertragungen mit 100 kV-Kabeln sich bald einführen dürften.

Der Redner behandelte danach die Frage der Umformung von Drehstrom von 50 Hz in Einphasenstrom von 16⅔ Hz, wie solcher für den Zugbetrieb benötigt wird. Nach der Art ihrer Kuppelung kann man drei Arten unterscheiden: Umformer mit unelastischer Kuppelung der Netze durch Synchronmaschinen, mit elastischer Kuppelung durch Verwendung von Asynchron- oder Kollektormaschinen und die Umformung über Maschinen mit unveränderlichem oder vorgeschriebenem Leistungsaustausch zwischen den beiden Netzen. Entwicklungsmöglichkeiten zur weiteren Vereinfachung und Verbilligung der Umformung mittels ruhender Transformatoren wurden erwähnt.

Zum Schluß streifte Redner kurz die Frage der Periodenzahl, ohne für die Beibehaltung der zwei verschiedenen Periodenzahlen oder deren Vereinheitlichung Stellung zu nehmen. Das System der Bahn mit 16⅔ Hz hat sich bisher durchaus bewährt. Hinzukommt, daß, wie bereits angedeutet, weitere Verbilligungen der Umformung zu erwarten sind. Ein Anlaß, hiervon abzugehen, wäre nur dann gegeben, wenn ein Bahnmotor für 50 Hz hergestellt wird, der dem jetzigen Motor technisch und wirtschaftlich überlegen ist, ein Nachweis, der mit den bisher vorgeschlagenen Ausführungen noch nicht erbracht worden sei. Die Zweckmäßigkeit des von der Reichsbahn gewählten Systems könne daher nicht bezweifelt werden.

An diese beiden Vorträge, welche vor dichtbesetztem Saal stattfanden, schloß sich eine gemeinsame Besprechung, welche noch einige Ergänzungen brachte.

Auch an diesem Tage fanden, wie am Vortage, nachmittags Fachsitzungen und eine Besichtigung des Großkraftwerks Klingenberg statt. Über die Fachberichte und ihre Erörterungen wird später in gewohnter Weise ein Sonderbericht herausgegeben werden. Zehme.



Grundsätzliches zur Kontrolle der im Gebrauch befindlichen Isolier- und Dampfturbinenöle.

(Mitteilung aus dem RWE-Laboratorium.)

Von Dr. **Baader**, Goldenberg-Werk, Knapsack bei Köln.

Übersicht. Nach Besprechung der einzelnen Ursachen für die Ölalterung werden die grundsätzlichen Forderungen, die an ein Kontrollsystem für gebrauchte Öle zu stellen sind, entwickelt und daraus ein brauchbares Kontrollsystem abgeleitet.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß Isolier- und Dampfturbinenöle im Betrieb altern. Hat diese Alterung eine bestimmte Grenze erreicht, dann kann es zu unangenehmen Betriebstörungen kommen, ja sogar der Betrieb ernstlich gefährdet werden. Es ist daher außerordentlich wichtig, durch eine regelmäßige Kontrolle der bereits im Betrieb befindlichen Öle den zulässigen Grenzpunkt der Alterung festzustellen, um rechtzeitig die Öle auswechseln bzw. reinigen zu können. Die Aufstellung eines geeigneten Kontrollplanes setzt aber einen klaren Einblick in die Alterungsvorgänge voraus, wenigstens soweit sie für den Praktiker von Bedeutung sind. In diesem Zusammenhang sind vor allem die Alterungsursachen und die Formen, in denen sie sich auswirken, also die Alterungsmerkmale, richtig einzuschätzen.

Nach dem heutigen Stande unseres Wissens können folgende Ursachen bei der Ölalterung mitwirken:

1. Die Oxydation mit ihren Begleiterscheinungen, nämlich der Bildung von freien und gebundenen Säuren, die zunächst gelöst bleiben, aber nach Überschreiten der Löslichkeitsgrenze ausfallen und als Ölschlamm besonders störend wirken.
2. Die Polymerisation und ähnliche Umlagerungsvorgänge.
3. Die Verdampfung von Ölanteilen.
4. Elektrische Einflüsse.
5. Verunreinigung durch Fremdstoffe.

Unter diesen Alterungsursachen sind die erste und letzte die weitaus wichtigsten, während den übrigen, wenigstens vorerst noch, eine geringere praktische Bedeutung zukommt.

Die Polymerisation und die Verdampfung verändern zwar das spezifische Gewicht, den Flammpunkt, die Zähigkeit und ähnliche physikalische Öleigenschaften. Allein diese Veränderungen sind selbst bei Dampfturbinenölen, die — annähernd gleiche Oxydationsneigung vorausgesetzt — um ein Mehrfaches schneller altern als die Isolieröle, nach einigen tausend Betriebstunden noch so gering, daß sie innerhalb oder noch sehr nahe der Meßfehlergrenze liegen. Daher können sie vorerst vernachlässigt werden.

Die elektrischen Einflüsse mögen insbesondere beim Isolieröl nicht unbedeutend sein, können aber auch Dampfturbinenöle in Form von Lagerströmen oder vagabundierenden Strömen nachteilig verändern. Allein diese Zusammenhänge sind zur Zeit noch so wenig geklärt, daß einstweilen ein Hinweis darauf genügt. Indessen erscheint eine baldige Klärung dieses Fragenbereiches sehr wichtig. Es wäre insbesondere aufzuklären, wie das elektrische Feld auf die Oxydation einwirkt. Für Isolieröle wäre auch wertvoll zu wissen, welchen Einfluß die verschiedenen Formen der Entladung auf die Ölalterung haben.

Über die Oxydation, die man als normale Ölalterung der zufälligen gegenüberstellen kann, wie sie besonders durch eingeführte Fremdstoffe veranlaßt wird, ist viel geschrieben worden. Dabei gingen die Verfasser in der Regel von Laboratoriumsversuchen am neuen Öl aus, anstatt von der eingehenden Beobachtung der im Betrieb eintretenden Veränderungen. Auch an einzelnen von Verbrauchern eingesandten Proben gebrauchter Öle läßt sich diese Beobachtung nicht durchführen, sondern nur durch laufende Untersuchung von im Betrieb befindlichen Ölen während der ganzen Betriebsdauer. Dabei ist überdies Voraussetzung, daß der Untersuchende selbst peinlich genau die einzelnen Betriebsvorgänge verfolgt.

Das in der Literatur niedergelegte Wissen über die Oxydationsvorgänge ist zum weitaus größten Teil aus Laboratoriumsversuchen mit künstlicher Alterung abgeleitet worden. Die künstliche Alterung besteht darin, daß das zu untersuchende Öl längere Zeit erhitzt wird, und zwar mit oder ohne Anwendung von Beschleunigungsmitteln. Es sind dafür eine ganze Reihe von Verfahren entwickelt worden. Wieweit die Verfahren voneinander abweichen, ergibt sich aus folgendem:

Die angewandten Temperaturen schwanken zwischen 100 und 200 °. Die Erhitzungsdauer bewegt sich zwischen 30 min und 300 h; einzelne Vorschläge gehen sogar bis 1000 h. Als Beschleunigungsmittel dienen Sauerstoff, Luft, Natronlauge, Natriumsuperoxyd, Metalle (insbesondere Kupfer) und das elektrische Feld.

Nach Beendigung der künstlichen Alterung wird die eingetretene Veränderung auf verschiedene Weise bestimmt. Die meist bestimmten Merkmale sind: Säurezahl, Teerzahl, Schlammbildung und Einwirkung auf die Zerreißfestigkeit von Baumwollfäden. Alle diese Verfahren gehen von der a priori angenommenen Voraussetzung aus, daß die bei der künstlichen Alterung sich bildenden Stoffe dieselben seien wie diejenigen, die sich im Betrieb bilden. Gewiß entstehen in beiden Fällen Oxydationsprodukte. Allein die Oxydationsvorgänge können qualitativ und quantitativ in ganz verschiedenen Bahnen verlaufen, je nach der Versuchsanordnung, insbesondere nach dem Grade der Erhitzung und der Art der angewendeten Beschleunigungsmittel. Man darf sich daher nicht wundern, daß die verschiedenen Verfahren für ein und dasselbe Öl ganz verschiedene, zum Teil widersprechende Ergebnisse liefern.

Die für den Praktiker hinsichtlich der Oxydation wichtigen Gesichtspunkte lassen sich wie folgt zusammenstellen:

1. Die Oxydation ist eine Hauptursache der Ölalterung. Sie wird durch den Luftsauerstoff hervorgerufen, durch erhöhte Temperatur und durch die Berührung mit bestimmten eingeführten Fremdstoffen beschleunigt. Durch andere Stoffe, z. B. eingeleiteten Stickstoff, kann sie verzögert werden.

2. Keines der bisher im In- und Ausland angewendeten und in der Literatur beschriebenen Prüfverfahren gestattet, auf die voraussichtliche Oxydationsgeschwindigkeit eines Öles ein zuverlässiges Urteil zu ziehen, und zwar gilt dies auch dann, wenn nur normale Betriebsverhältnisse berücksichtigt werden[1].

3. Dem unter 1 gesagten entsprechend wird den durch Oxydation hervorgerufenen Schäden wirksam begegnet durch Fernhaltung des Luftsauerstoffs, was durch die sogenannten Ölschützer in genügender Weise erreicht wird; ferner durch Vermeidung unzulässiger Erhitzung, also von Öltemperaturen über 95 ° (nach den Vorschriften der Internationalen Elektrotechnischen Kommission dürfte das Öl höchstens bis 55 ° erhitzt werden); weiterhin durch Fernhaltung von Fremdstoffen aller Art, worüber noch besonders die Rede sein wird; endlich durch regelmäßige Kontrolle der Öle, wodurch übermäßige Oxydation und besonders das Eindringen von Fremdstoffen rechtzeitig festgestellt und die Einleitung von Gegenmaßnahmen ermöglicht wird. Sobald ein brauchbares Prüfverfahren zur Vorausbestimmung der Alterungsneigung eines Öles vorliegt, kann übermäßiger Ölalterung auch durch geeignete Ölauswahl vorgebeugt werden.

Neben der bisher behandelten normalen Alterung ist die zufällige, hauptsächlich durch eingeführte Fremdstoffe verschiedener Art hervorgerufene Alterung von besonderer Bedeutung.

Geht man zur regelmäßigen Ölkontrolle über, so wird man ziemlich häufig finden, daß ein Öl von bestem Ruf in bestimmten Apparaten unerwartet stark gealtert oder verunreinigt oder feucht ist. Anderseits kann man feststellen, daß ein scheinbar mit großer Sorgfalt eingefülltes Öl schon bei der erstmaligen Prüfung eine oder mehrere der eben erwähnten Erscheinungen zeigt. Bei genauer Prüfung der Arbeitsweise wird man in solchen

[1] Über ein neues Prüfverfahren des Verfassers ist demnächst eine Veröffentlichung beabsichtigt.



Fällen in der Regel irgendeinen Arbeitsfehler entdecken, der dem Laien unbedeutend, vielleicht sogar kleinlich erscheint. Wegen der großen Fülle der bestehenden Möglichkeiten sollen hier nur einige Beispiele hervorgehoben werden.

Einführung von Feuchtigkeit in trockene Isolieröle kann beim Nachfüllen vorkommen durch Verwendung von Fässern, Pumpen, Rohrleitungen, Filterpressen usw., die nach Laienbegriffen trocken sind, aber nicht so trocken, wie es angesichts der großen Empfindlichkeit der Isolieröle gegen Feuchtigkeit notwendig ist. Es sei hier besonders auf den Feuchtigkeitsgehalt von Filterpapieren hingewiesen und von Preßluft, die bisweilen zum Öltransport herangezogen wird.

In gleicher Weise können Alterungstoffe in gutes Öl übergeführt werden durch Verwendung von Fässern, Behältern, Pumpen, Rohrleitungen, Ölkochapparaten und dergleichen, die vorher altes Öl enthalten haben und vor Gebrauch nicht gründlich gereinigt worden sind.

Beim Nachfüllen kann, allerdings nur durch Nachlässigkeit, ein gutes Öl infolge Vermischung mit ungeeignetem Öl verschlechtert werden. Es kann auf diese Weise vorkommen, daß Harzöle, fette Öle, Altöle und dergleichen ins Gebrauchsöl gelangen. Auch die Verunreinigung mit Isolierlacken und Isoliermasse ist keine allzu große Seltenheit, besonders wenn Störungen vorangegangen sind, die mit starker Wärmeentwicklung verbunden waren.

Die Gepflogenheit, bei Reparaturen ölaufsaugende Materialien, wie Sägespäne, Stroh, Torfmull, auf den Boden zu streuen, kann bei Unachtsamkeit zur Verunreinigung des Öls durch Staub dieser Materialien führen. Aber auch Feilspäne, Kohlen- und Aschenstaub findet man in Isolier- und Turbinenölen. Dabei sind, soweit Isolieröle in Frage kommen, die spezifisch schweren Anteile weniger gefährlich als die spezifisch leichten; denn erstere sinken rascher zu Boden und widerstehen der Aufwirbelung besser, während die leichten in Schwebe bleiben und die Durchschlagfestigkeit herabsetzen. Eine Reihe der genannten Fremdstoffe wirkt beschleunigend auf die Oxydation ein, wie bereits erwähnt wurde. Aus dem bisher über die Ölalterung gesagten folgt die Notwendigkeit einer laufenden Kontrolle der im Betrieb befindlichen Isolier- und Turbinenöle nach einem den Betriebsbedürfnissen gerecht werdenden Plan.

Hier erhebt sich allerdings sogleich die Frage, nach welchen Grundsätzen die Kontrolle erfolgen soll. Denn die erwähnten Alterungsursachen bewirken eine große Anzahl von Veränderungen im Betrieb. Allein diese Veränderungen, die im folgenden als Alterungsmerkmale den Alterungsursachen gegenübergestellt werden, können größtenteils nicht als Grundlage für die Ölkontrolle dienen. Denn ein den Anforderungen des Betriebes entsprechendes Kontrollverfahren muß den nachfolgenden Voraussetzungen genügen:

1. Die für den Nachweis der Veränderungen bestimmten Prüfverfahren müssen einfach, rasch durchführbar und zuverlässig sein, und zwar auch in Anwendung auf gebrauchte Öle.

2. Die nachgewiesenen Veränderungen müssen eindeutig auswertbar sein, d. h. die eingetretenen Veränderungen dürfen nicht auf mehrere Ursachen zurückzuführen sein, da sonst aus den gewonnenen Ergebnissen keine praktischen Schlußfolgerungen gezogen werden können.

Für die ohne Chemiker arbeitenden Betriebe sind noch zwei weitere Forderungen zu erheben, nämlich:

3. Die Prüfungen müssen von Laien mit genügender Genauigkeit ausführbar sein.

4. Die Prüfgeräte und Chemikalien müssen in einer jederzeit und an jedem Ort gebrauchfertigen, also leicht transportablen Zusammenstellung vereinigt sein.

Als einer oder mehreren der vorgenannten Bedingungen widersprechend (s. die Angaben in Klammer) und daher als ungeeignet erwiesen sich: spezifisches Gewicht (2), Flammpunkt (1, 2, 4), Stockpunkt (1, 2, 4), elektrische Leitfähigkeit (1...4), Teerzahl (1...4), Asche (1, 3, 4) und andere. Für die ohne chemisch vorgebildete Kraft arbeitenden Betriebe gehört hierher auch die Verseifungszahl, die sonst das beste Alterungsmaß darstellt.

Dagegen sind nachfolgende Alterungsmerkmale für die Gebrauchsölkontrolle geeignet:

1. Freies und gebundenes Wasser; denn beide gefährden die Durchschlagfestigkeit. Das Auftreten freien Wassers macht Trocknung notwendig, während bei Nachweis von gebundenem Wasser das Öl auszuwechseln ist. Solange übrigens das freie Wasser nur in der Bodenprobe nachweisbar ist, kann es bei geeigneter Behälterkonstruktion durch Ablassen von etwa 5 % Öl unter entsprechender Nachfüllung entfernt werden.

2. Normalbenzinunlösliche Anteile sind Vorboten beginnender Schlammbildung, wenn auch Säurezahl und Verseifungszahl entsprechend gestiegen sind. Die Auswechslung des Öles ist dann ins Auge zu fassen. Sind dagegen Säure- und Verseifungszahl seit der Einfüllung nur wenig gestiegen, dann weisen normalbenzinunlösliche Anteile auf Verunreinigung durch Reste alten Öles oder anderer Stoffe hin, also auf Arbeitsfehler bei der Aufbereitung oder Pflege des Öles.

3. Ölruß, bei Schaltern eine normale Erscheinung, läßt bei Transformatoren auf Überschläge schließen, so daß Revision angezeigt ist.

4. Nicht neutrale Reaktion des wässerigen Auszugs macht immer Auswechslung des Öles notwendig, denn saure Reaktion weist auf niedrigmolekulare Säuren von bedeutender Zerstörungskraft hin. Alkalische Reaktion dagegen ist immer ein Zeichen von außen eingedrungener alkalischer Fremdstoffe, also mangelhafter Überwachung.

Während die vorstehend genannten Prüfungen nur qualitativ durchzuführen sind, ist für die folgenden die Messung notwendig.

5. Die Säurezahl als Maß der freien Säuren und

6. die Verseifungszahl als Maß der gebundenen Säuren — die Art der Bindung soll hier nicht erörtert werden — sind die besten Maße für die eingetretene Oxydation. Die dabei erfaßten Stoffe erhöhen die elektrische Leitfähigkeit, wirken zerstörend auf das Wicklungsmaterial und behindern, wenn sie sich als Schlamm ausscheiden, den Wärmeübergang. Hat die Säurezahl 1,0 oder die Verseifungszahl 4,0 erreicht, dann ist die Auswechslung des Öles angebracht. Bei dem heutigen Stand der Ölregeneration sollte man es gar nicht erst zur Schlammbildung kommen lassen.

7. Die Schwefelsäurereaktion bzw. ihre Zunahme seit der Einfüllung ist als Ersatz der Verseifungszahl für diejenigen Betriebe wertvoll, in denen die Kontrolle von einer chemisch nicht vorgebildeten Kraft vorgenommen wird. Die Schwefelsäurereaktion erfaßt alle Alterungstoffe. Ist sie um 5 Volumenprozente gestiegen, dann ist eine Sonderuntersuchung angezeigt, die von einem Fachmann vorzunehmen ist.

8. Die Durchschlagfestigkeit, deren Ausführung und Bedeutung genügend bekannt ist, so daß ein näheres Eingehen darauf überflüssig erscheint.

Die Beschreibung der einzelnen Prüfverfahren würde den Umfang dieses Aufsatzes allzu sehr ausdehnen. Es sei daher auf den vom Verfasser zusammengestellten und von der Firma Ströhlein & Co., Düsseldorf 39, Aderstraße 93, in den Handel gebrachten Ölkontrollapparat[2] hingewiesen, dessen Gebrauchsanweisung die Beschreibung der erwähnten Prüfmethoden außer der Verseifungszahl und Durchschlagfestigkeit enthält. Für die Verseifungszahl, die besondere Einrichtungen erfordert, ist kürzlich eine erprobte Arbeitsvorschrift veröffentlicht worden[3].

Es ist klar, daß das vorbeschriebene Kontrollverfahren nur für die größeren bzw. besonders wichtigen Einheiten durchgeführt werden soll. Die Grenzziehung muß sich nach den örtlichen Verhältnissen richten.

---

[2] Näheres s. ETZ 1926, S. 701; Chemiker-Zg. 1926, S. 811; Petroleum 1927, S. 288.

[3] Baader, Erdöl u. Teer Bd. 4, H. 14 u. 15.

Ein einfaches Verfahren zum Magnetisieren von permanenten Magneten*.

Von Dr.-Ing. **Erich Schulze**, Hannover.

Übersicht. **Es wird das Magnetisieren von permanenten Magneten (Zählerbremsmagneten) durch einen Induktionsstromstoß, der in einem Kurzschlußring eines mit Gleichstrom erregten Transformators beim Abschalten und Einschalten entsteht, theoretisch und experimentell untersucht. Anschließend wird gezeigt, wie dieses einfache und wirtschaftliche Verfahren, das eine sehr starke Magnetisierung ermöglicht, in der Praxis Anwendung findet.**

A. Einleitung.

Das Magnetisieren von permanenten Magneten geschieht in der Praxis nach verschiedenen bekannten Verfahren. Man setzt beispielsweise die Magnete, wenn ihr Luftspalt nicht zu klein ist, auf die Polschuhe eines kräftigen Elektromagneten. Im anderen Falle steckt man die Magnete unter Anbringen eines Eisenschlusses auf Kupferschienen und schickt durch diese einen sehr starken Strom, der entweder einer Batterie von geringer Spannung aber großer Kapazität oder einer Hochstrommaschine, z. B. einer Unipolarmaschine, entnommen wird. Die Anwendung dieses letzten Verfahrens setzt Einrichtungen voraus, die in vielen Betrieben nicht vorhanden sind und deren Beschaffung mit erheblichen Kosten verbunden ist.

Ein außerordentlich einfaches Verfahren[1] zum Magnetisieren von permanenten Magneten besteht darin, daß der zur Magnetisierung erforderliche starke Stromstoß in einem Kurzschlußring durch Abschalten oder Einschalten eines mit Gleichstrom erregten Transformators erzeugt wird (D.R.P. Nr. 241 705). Im folgenden sollen die Vorgänge dieses Verfahrens theoretisch und experimentell untersucht und anschließend gezeigt werden, wie ein Apparat (Transformator) zur gleichzeitigen Magnetisierung einer gegebenen Zahl von Magneten entworfen wird.

B. Das Verfahren zum Magnetisieren von permanenten Magneten nach D.R.P. Nr. 241 705.

I. Das Magnetisieren durch Abschalten.

a) Theoretische Grundlagen. — Die theoretischen Grundlagen für diesen Vorgang bilden die bekannten Ausgleichvorgänge[2] beim Abschalten eines Gleichstrommagneten mit Dämpferwicklung. In Abb. 1 liegt ein solcher Magnet an einer Gleichstromquelle mit der Spannung U Volt. Die Erregerwicklung (Index 1) hat mit m_1 Windungen den Selbstinduktionskoeffizienten L_1 und den Ohmschen Widerstand r_1. Die entsprechenden Größen der Kurzschlußwicklung (Index 2) seien m_2, L_2 und r_2. Die Zeitkonstanten der beiden Kreise sind daher

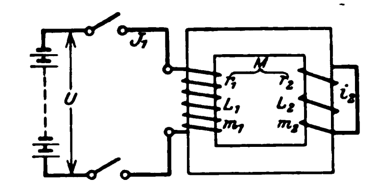


Abb. 1. Gleichstrommagnet mit Dämpferwicklung.

$$T_1 = \frac{L_1}{r_1} \qquad \text{und} \qquad T_2 = \frac{L_2}{r_2}, \quad \ldots \quad (1)$$

die im wesentlichen gegeben sind durch die Kupfervolumina ihrer Wicklungen. Ihre Eigenkapazität sei vernachlässigbar klein und die magnetische Verkettung unvollkommen; der gegenseitige Induktionskoeffizient ist daher

$$M = \varkappa \sqrt{L_1 L_2}, \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

wobei $\varkappa$ der magnetische Kuppelungsfaktor ist. Häufig rechnet man mit dem Streukoeffizienten

$$\sigma = 1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}, \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

so daß die Beziehung besteht

$$\sigma = 1 - \varkappa^2. \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

Die Streuinduktivität des Kreises *1* gegen Kreis *2* ist daher

$$\Lambda_1 = L_1 - \frac{m_1}{m_2} M \quad \ldots \ldots \quad (5)$$

und die des Kreises *2* gegen Kreis *1*

$$\Lambda_2 = L_2 - \frac{m_2}{m_1} M. \quad \ldots \ldots \quad (6)$$

Die Erregerwicklung erzeugt bei geschlossenem Schalter im stationären Zustand durch den Strom $J_1 = \frac{U}{r_1}$ entsprechend der AW-Zahl $m_1 J_1$ das Feld Φ_0; seine magnetische Energie ist, wenn man von der Sättigung im Eisen absieht,

$$W_1 = \frac{1}{2} L_1 J_1^2 = \frac{1}{2} m_1 \Phi_0 J_1 . 10^{-8} \text{ Wattsek.} \quad \ldots \quad (7)$$

Beim schnellen Öffnen des Schalters verschwindet, ohne Berücksichtigung der Funkenbildung am Schalter, das Streufeld

$$\Phi_s = \left(1 - \frac{m_1}{m_2} \frac{M}{L_1}\right) \Phi_0 \quad \ldots \ldots \quad (8)$$

sofort, während das Hauptfeld

$$\Phi_h = \frac{m_1}{m_2} \frac{M}{L_1} \Phi_0 \quad \ldots \ldots \quad (9)$$

im Augenblick des Abschaltens von der Dämpferwicklung übernommen wird und nach ihrer Zeitkonstante exponentiell verlöscht. Hierdurch wird in der Kurzschlußwicklung eine EMK induziert, wodurch ein Dämpferstrom

$$i_2 = \frac{M}{L_2} J_1 \, \varepsilon^{-\frac{t}{T_2}} \quad \ldots \ldots \quad (10)$$

entsteht; dabei ist ε die Basis der natürlichen Logarithmen. Der Dämpferstrom springt also im Moment des Abschaltens entsprechend der Größe des Hauptfeldes auf einen Wert $\frac{M}{L_2} J_1$, der unabhängig ist vom Ohmschen Widerstand der Kurzschlußwicklung, und klingt dann exponentiell nach deren Zeitkonstante ab. Hierdurch wird ein Teil der magnetischen Energie W_1 in Stromwärme übergeführt,

$$W_2 = \int_0^\infty i_2^2 r_2 \, \mathrm{d} t = \frac{1}{2} \frac{M^2}{L_2} J_1^2, \quad \ldots \ldots \quad (11)$$

während der Rest im wesentlichen in Form von Wärme am Schalter frei wird. Diese Schalterarbeit W_s errechnet sich zu

$$W_s = W_1 - W_2 = \frac{1}{2} L_1 \left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2}\right) J_1^2 = \frac{1}{2} L_1 \sigma J_1^2 \quad . \quad (12)$$

und wirkt sich als Lichtbogen am Schalter in Verbindung mit erheblichen Überspannungen aus.

Zur Erzielung einer starken Magnetisierung der Magnete muß der Dämpferstrom einen hohen Anfangswert haben und möglichst langsam abklingen. Man erreicht dies nach Gl. (10) durch eine möglichst vollkommene magnetische Verkettung zwischen beiden Wicklungen und durch eine Dämpferwicklung mit kleinster Selbstinduktion und dabei großer Zeitkonstante, also großem Kupfervolumen; d. h. die Dämpferwicklung wird zweckmäßig durch einen starken Kurzschlußring aus Kupfer gebildet, also eine einzige Windung von möglichst großem Querschnitt, der jedoch begrenzt sein kann durch die Abmessungen der aufzusteckenden Magnete. Für den idealen Grenzfall einer vollkommenen magnetischen Verkettung würde sich nach Gl. (10) der Anfangswert des Dämpferstromes zum primären Erregerstrom umgekehrt verhalten wie die Windungszahlen ihrer Wicklungen:

$$i_{2_0} = \frac{m_1}{m_2} J_1,$$

da, wenn kein Streufeld vorhanden, die Dämpferwicklung im Augenblick des Abschaltens das gesamte Feld Φ_0 der Erregerwicklung übernimmt. In Wirklichkeit werden solche hohen Anfangswerte des Dämpferstromes aus mehrfachen Gründen nicht erreicht. Durch das Aufstecken der Magnete auf den Kurzschlußring wird seine Streuinduktivität Λ_2 gegenüber der Erregerwicklung vergrößert, was, ebenso wie die schon zuvor bestehende Streuung zwischen beiden Wicklungen, den Anfangswert des Dämpferstromes herabsetzt. Die Magnete bilden für den

---

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen) am 14. II. 1928. Besprechung s. S. 983.

[1] Patentinhaber: Prof. Dr.-Ing. Beckmann, T. H. Hannover.

[2] R. Rüdenberg, Elektrische Schaltvorgänge, 2. Aufl. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

Kurzschlußring eine äußere induktive Belastung entsprechend der zusätzlichen Induktivität L_{2a}; daher wird

$$\Lambda_2 = L_2 + L_{2a} - \frac{m_2}{m_1} M \, . \qquad (13)$$

Der Kurzschlußring wird aber nach wie vor von dem unveränderten Hauptfeld Φ_h durchsetzt und übernimmt im Augenblick des Abschaltens dessen konstante Kraftlinienwindungszahl $M J_1$. Daher wird der Dämpferstrom

$$i_2 = \frac{M}{L_2 + L_{2a}} J_1 \varepsilon^{-\frac{t}{T_2}}, \qquad (14)$$

dessen Anfangswert

$$i_{2_0} = \frac{M}{L_2 + L_{2a}} J_1 < \frac{M}{L_2} J_1$$

mit wachsender Zahl der aufgesetzten Magnete abnimmt, aber nach der größer werdenden Zeitkonstante

$$T_2 = \frac{L_2 + L_{2a}}{r_2} \qquad (15)$$

langsamer verlöscht.

In demselben Sinne wird der Dämpferstrom beeinflußt durch die erheblichen Lichtbogen, die auch bei schnellem Öffnen des Schalters entstehen und mit der Zahl der aufgesetzten Magnete noch größer werden. Der Lichtbogen wirkt als Widerstandschalter und verlangsamt den Abschaltvorgang. Hierdurch werden die beträchtlichen Überspannungen wesentlich herabgesetzt und gleichzeitig, aber in unerwünschter Weise, auch die Anfangswerte des Dämpferstromes. Die magnetische Energie des Streufeldes der Erregerwicklung kann eben, wie jede Energie, nicht sprungweise in eine andere Form übergeführt werden.

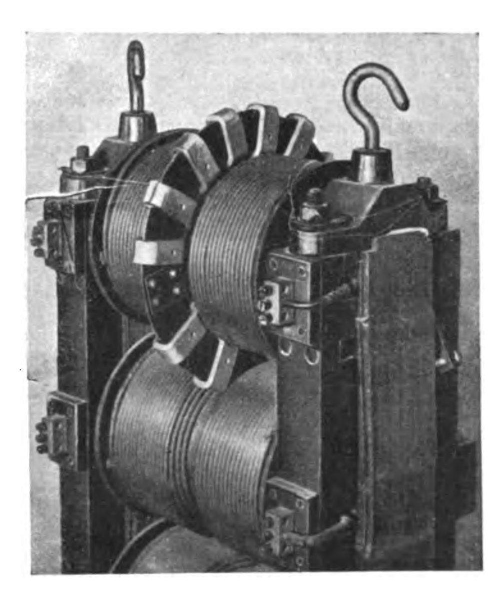


Abb. 2. Magnetisierungsapparat.

Das Magnetisieren beim Abschalten stellt sich also im Sinne aller Zustandsänderungen dar als ein Problem der Energieübertragung: Es findet hier ein Austausch von magnetischer Energie statt, vermittelt durch den Dämpferstrom des Kurzschlußringes; dabei treten auch die unvermeidlichen Verluste auf, und zwar zerfällt die in der Erregerwicklung aufgespeicherte magnetische Energie, abzüglich der Energie des Remanenzfeldes im Eisen des Transformators, beim Abschalten in zwei Hauptbestandteile:

1. die nutzbare magnetische Energie der magnetisierten Magnete,
2. die Verluste beim Magnetisieren, und zwar im wesentlichen
   a) Stromwärme einschließlich Wirbelstromverluste im Kurzschlußring,
   b) Schalterarbeit im Lichtbogen und Stromwärme des primären Reststromes in der Erregerwicklung,
   c) Wirbelstromverluste im Eisen, insbesondere in den zu magnetisierenden Magneten.

Diese Vorgänge lassen sich vergleichen mit einem klassischen Beispiel aus der Dynamik, dem Stoß zweier nicht vollkommen elastischer Körper. In sinngemäßer Weise überträgt hier der bewegte Körper durch den Kraftimpuls seine Bewegungsenergie auf einen ruhenden; bei dem Energieaustausch zwischen beiden treten Verluste auf. Daher kann man das Verfahren zum Magnetisieren der Magnete durch einen Stromstoß beim Abschalten als „Stoßmagnetisierung" bezeichnen. Die weiteren Einzelheiten dieser Vorgänge lassen sich am besten aus den Versuchen erkennen.

b) Versuchsergebnisse. — Die Versuchsanordnung zeigt Abb. 2. Die Versuche wurden ausgeführt an 12 Zählerbremsmagneten (Dr. Paul Meyer A. G., Berlin) mit einem Luftspalt von etwa 2 mm. Als Magnetisierungsapparat dienten ein 12 kVA-Drehstromtransformator älterer Bauart und zwei Kurzschlußringe von verschiedenem Querschnitt, nämlich zweiteilige Flachringe aus Kupfer mit folgenden Abmessungen:

Ring *1*: 1,96 mm Stärke, 54 mm Höhe,
Ring *2*: 1,96 mm Stärke, 18 mm Höhe.

Die Dreiphasenwicklungen des Transformators mit genau bekannten Daten wurden nur teilweise benutzt, eine als Erregerwicklung ($m_1 = 132$, $r_1 = 0{,}059\,\Omega$), eine andere als Prüfwicklung ($m_h = 67$).

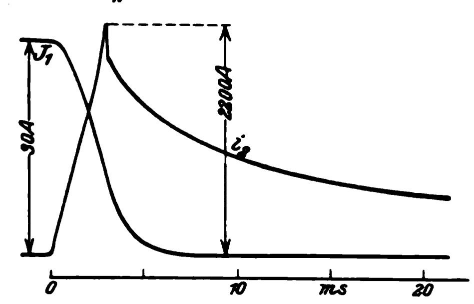


Abb. 3. Abschaltvorgang mit Dämpferwicklung. Ring *1* ohne Magnete

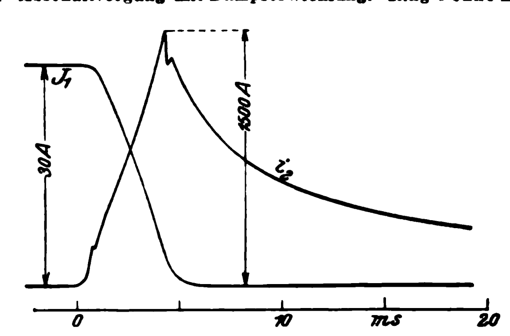


Abb. 4. Abschaltvorgang mit Dämpferwicklung. Ring *2* ohne Magnete.

Sämtliche Ausgleichvorgänge beim Abschalten des Transformators wurden mit dem Oszillographen unter allen möglichen Verhältnissen eingehend untersucht. Zur oszillographischen Aufnahme des Dämpferstromes erhielt jeder Kurzschlußring am äußeren Umfang eine Prüfwicklung (Kreis *3*); um den Dämpferstrom hierdurch möglichst wenig zu beeinflussen, muß ihre Zeitkonstante T_3 sehr klein sein gegenüber der Zeitkonstante T_2 des Kurzschlußringes (Kreis *2*), da sich infolge der hier praktisch vollkommenen magnetischen Verkettung der beiden Kreise *2* und *3* ihre Zeitkonstanten für den Abschaltvorgang addieren. Die Prüfwicklung wurde daher aus dünnem Draht mit einer möglichst kleinen Windungszahl m_3 hergestellt, deren untere Grenze jedoch gegeben sein kann durch die Stromempfindlichkeit der Meßschleife. Da sich aber die EMKe der beiden Kreise verhalten wie ihre Windungszahlen, also

$$e_2 = \frac{m_2}{m_3} e_3 = \frac{e_3}{m_3} \text{ für } m_2 = 1 ,$$

so konnte aus der Spannungseichung der Meßschleife und den bekannten Widerständen der Prüfwicklung und des Kurzschlußringes der tatsächliche Dämpferstrom errechnet werden.

Um das Entstehen des Feldes Φ in den Zählerbremsmagneten selbst zu untersuchen, wurde ein Magnet mit einer kleinen Hilfswicklung versehen zum Anschluß an eine Oszillographenschleife. Bei einer Windungszahl w der Hilfswicklung erhält man aus der hiermit aufgenommenen Spannungskurve

$$e = -w \frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ Volt}$$

durch schrittweise Integration derselben den zeitlichen Verlauf des Feldes $\Phi = f(t)$. Abb. 3 und 4 zeigen den Abschaltvorgang für beide Kurzschlußringe ohne aufgesteckte Magnete beim zweipoligen Abschalten der Erregerwicklung ($m_1 = 132$, $J_1 = 30$ A). Der Dämpferstrom i_2 erreicht erst nach einer gewissen Zeit seinen Höchstwert, da der Erregerstrom J_1 nicht sofort auf Null fällt. Der Abschaltvorgang wird durch den Lichtbogen verlangsamt, besonders beim Ring *2*. Dagegen zeigt Abb. 5 den Vorgang mit

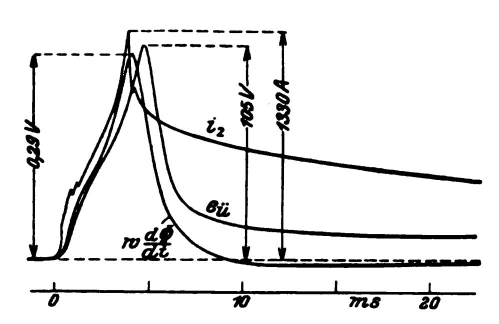


Abb. 5. Abschaltvorgang mit 12 Zählermagneten auf Ring *1*.

12 eisengeschlossenen Magneten auf Ring *1*. Hierbei sind außerdem noch die Differentialkurve $w\frac{d\Phi}{dt}$ für das Feld eines Zählermagneten und die Überspannung $e_ü$ aufgenommen, die bei zweipoligem Abschalten an der Erregerwicklung auftritt. Das Oszillogramm ist in Abb. 6 aus-

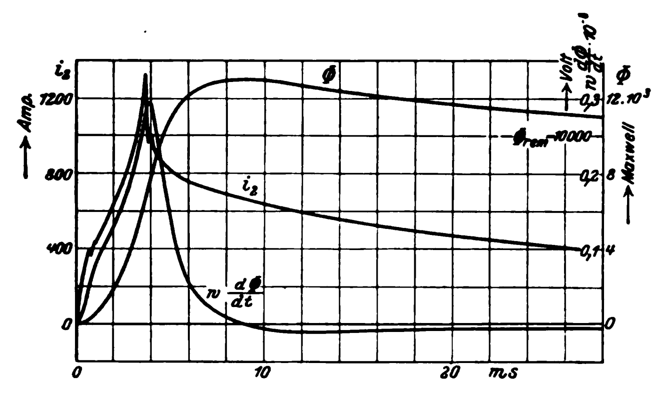
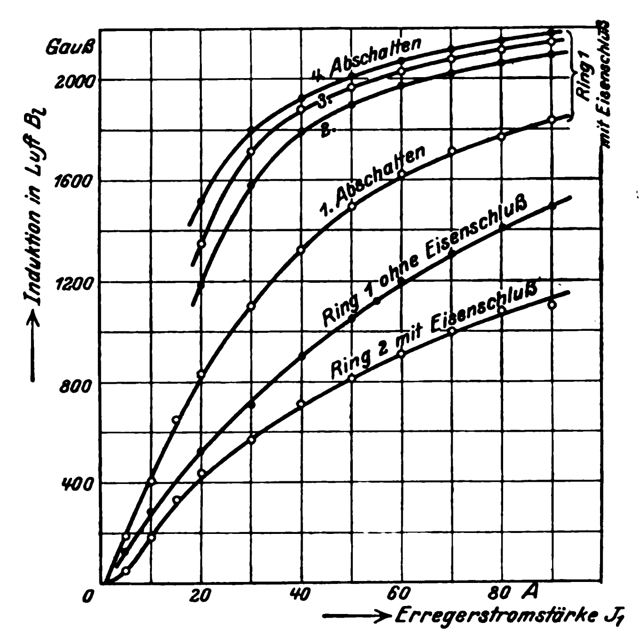


Abb. 6. Der Vorgang beim Magnetisieren eines Zählermagneten durch Abschalten.

gewertet; hiernach erreicht das Feld des Zählermagneten ein Maximum, infolge der Wirbelströme im Stahl erheblich später als der Magnetisierung-Stromstoß, und klingt dann auf einen „wahren" Endwert $\Phi_{rem} = 10\,000$ Maxwell ab, um nach Entfernen des Eisenschlusses noch weiter zu fallen auf eine „scheinbare" Remanenz, die Induktion im Luftspalt $B_l = 1100$ Gauß. Die magnetische Induktion B_l im Luftspalt aller Magnete wurde grundsätzlich mit einem ballistischen Galvanometer und einer Prüfspule von bekannter Windungsfläche gemessen. Weitere Spezialuntersuchungen jedoch erfolgten nur an einem Magneten, der in seinen Eigenschaften einen Mittelwert im Vergleich zu den anderen Magneten ergab. Das häufig erforderliche Entmagnetisieren der Magnete geschah mit Wechselstrom fallender Stärke durch Umschalten des Transformators auf eine Wechselstromquelle. Bei allen Magnetisierungsversuchen erhielten die Magnete im Luftspalt einen Eisenschluß, und die Erregerwicklung des Transformators wurde grundsätzlich langsam über einen Vorwiderstand eingeschaltet, um eine Vormagnetisierung der Magnete im entgegengesetzten Sinne zu vermeiden.

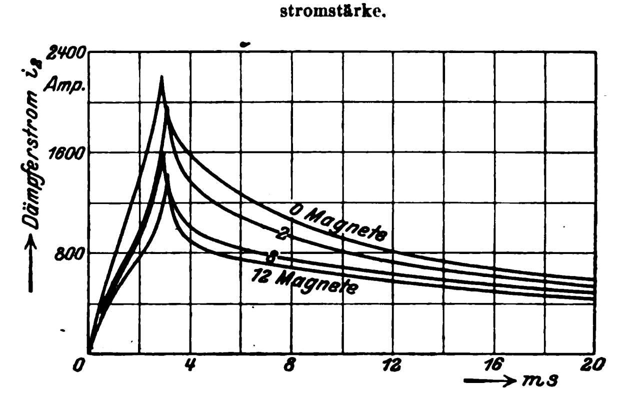
Die erreichbare Remanenz der Zählermagnete wächst mit zunehmender primärer Erreger-AW-Zahl ($m_1 J_1$) und kann durch mehrmaliges Abschalten hintereinander noch mehr gesteigert werden, wobei eine Grenze gegeben ist durch den Eintritt der magnetischen Sättigung. In jedem Falle muß ein möglichst starker Kurzschlußring verwendet und die Erregerwicklung durch einen zweipoligen Schalter sehr schnell abgeschaltet werden. Diese theoretischen Überlegungen werden durch die Versuchsergebnisse in Abb. 7 bestätigt. Hierbei ist auch der günstige Einfluß des Eisenschlusses deutlich zu erkennen. Abb. 8 zeigt als Ergebnis mehrerer Oszillogramme, wie der Anfangswert des Dämpferstromes durch Aufstecken der Magnete auf Ring *1* verkleinert wird. Daher nimmt auch in Abb. 9 die erzielte Induktion im Luftspalt mit größerer Zahl der magnetisierten Magnete erheblich ab.

Eine Vormagnetisierung der Magnete im entgegengesetzten Sinne, die beim schnellen Einschalten der Erregerwicklung entstehen kann, erweist sich nach Abb. 10 in jedem Falle als schädlich: Bei einer entgegengesetzten Vormagnetisierung von $B_{l_v} = 1700$ Gauß wird durch den Abschaltvorgang, der ohne diese Vormagnetisierung eine Induktion im Luftspalt von $B_l = 1100$ Gauß ergibt, überhaupt keine Magnetisierung mehr erzielt.



12 Magnete, 132 Erregerwindungen

Abb. 7. Magnetisieren durch Abschalten bei verschiedener Erregerstromstärke.



$J_1 = 30$ A, $m_1 J_1 = 3960$ Amp.-Wind.

Abb. 8. Einfluß der Magnete auf den Dämpferstrom im Ring *1*.

Nach den früheren Überlegungen wird nur ein Teil von der magnetischen Energie des Transformators als nutzbare Energie auf die Zählermagnete übertragen. Dies sei an folgendem Beispiel zahlenmäßig gezeigt:

Erregerstromstärke $J_1 = 30$ A, Windungszahl $m_1 = 132$
12 Magnete auf Ring *1*, $B_l = 1100$ Gauß ($\Phi_{rem} = 10\,000$ Maxwell).

Hierfür wurden die Magnetisierungskurven, nämlich Neukurven und Hysteresisschleifen des Transformators und eines Zählermagneten mit Hilfe eines ballistischen Galvanometers aufgenommen und in Abb. 11 und 12 dargestellt. Die Flächen zwischen den Kurven $\Phi = f(i)$ und den Ordinaten ergeben bekanntlich unter Berücksichtigung der Eisensättigung die magnetische Energie

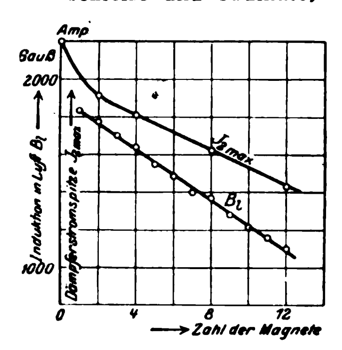
$$W = \int_0^\Phi m\, i\, d\Phi \,.\, 10^{-8} \text{ Wattsek.}$$

der Systeme. Durch Planimetrieren erhält man

1. die gesamte magnetische Energie des Transformators (Fläche zwischen Neukurve und Ordinate) . . $W = 11{,}18$ Ws

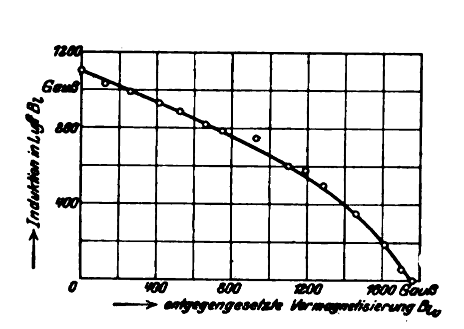
2. die freiwerdende Energie des Transformators (Fläche zwischen absteigendem Ast der Hysteresisschleife und Ordinate) . . . . . $W_m = 7{,}14$ Ws
3. die magnetische Energie, übertragen auf einen Zählermagneten (Fläche zwischen Neukurve, absteigendem Ast der Hysteresisschleife und Ordinate) . . . . $W_z = 0{,}129$ Ws.

Diese Gleichungen sagen aus, daß sich für den Ausgleichvorgang die Zeitkonstanten der beiden Wicklungen addiert haben. Beide Ströme steigen beim Einschalten sprungweise an. Die Anfangswerte der Ausgleichströme verhalten sich wie die Zeitkonstanten ihrer Wicklungen, wobei der Dämpferstrom durch das Verhältnis der Win-



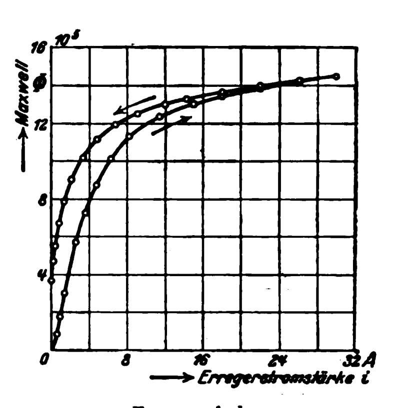
$J_1 = 30$ A, $m_1 J_1 = 3960$ Amp.-Wind. Ring *1*

Abb. 9 Einfluß der Magnete auf die Induktion im Luftspalt und die Dämpferstromspitze.



$J_1 = 30$ A, 12 Magnete auf Ring *1*

Abb. 10. Einfluß einer Vormagnetisierung im entgegengesetzten Sinne.



132 Erregerwindungen

Abb. 11. Magnetisierungskurven des Transformators.

Die Verluste im Lichtbogen am Schalter und sämtliche Stromwärmeverluste lassen sich ohne weiteres aus den entsprechenden Oszillogrammen ermitteln. Die im Eisen auftretenden Wirbelströme verlangsamen das Entstehen des Feldes in den Magneten und setzen die erreichbare Remanenz herab infolge der begrenzten Dauer des Magnetisierungsstromstoßes. Zur Ermittlung dieser Verluste kann man die vom Stromstoß geleistete „wirkliche Magnetisierungsarbeit" messen als Leistungsimpuls mit Hilfe eines ballistischen Dynamometers; dabei wird die eine Spule dieses Meßgerätes vom Magnetisierungsstromstoß und die andere von dem Impuls der Spannung beeinflußt, die in einer Hilfswicklung auf dem Magneten durch das entstehende Feld induziert wird. Aus der Differenz dieser „wirklichen Magnetisierungsarbeit" und der magnetischen Energie, die sich aus der statischen Magnetisierungskurve (Abb. 12) durch Planimetrieren ergibt, erhält man die Wirbelstromverluste beim Magnetisieren. Von dieser Ermittlung der Wirbelstromverluste sei jedoch abgesehen, da für eine genauere Verlustrechnung die 12 Versuchsmagnete zu verschieden sind. Bei vollkommen gleichen Magneten wäre die gesamte nutzbare magnetische Energie

$$\sum W_z = 12 \cdot 0{,}129 = 1{,}55 \text{ Ws},$$

d. h. 21,7 % der freiwerdenden und etwa 13,8 % der gesamten magnetischen Energie des Transformators.

Jedenfalls sind die Hauptverluste gegeben durch das Remanenzfeld im Transformator, durch die Lichtbogen am Schalter und die Wirbelströme in den Magneten selbst, da nach den aufgenommenen Oszillogrammen der Feldanstieg außerordentlich rasch erfolgt.

II. Das Magnetisieren durch Einschalten.

a) Theoretische Grundlagen. — In ähnlicher Weise kann das Magnetisieren von permanenten Magneten erfolgen durch einen Stromstoß, der beim Einschalten des Transformators in einem Kurzschlußring erzeugt wird.

Um die folgenden theoretischen Untersuchungen möglichst kurz und einfach zu halten, wird zunächst eine vollkommene magnetische Verkettung zwischen der Erregerwicklung und dem Kurzschlußring angenommen. Durch diese Vereinfachung erhält man den besten Einblick in die Vorgänge, die für das Magnetisieren maßgebend sind. Dann ist mit den Bezeichnungen in Abb. 1

$$M = \sqrt{L_1 L_2} \quad \text{und} \quad \frac{L_1}{L_2} = \frac{m_1^2}{m_2^2} \quad . . . . (16)$$

Beim Einschalten entsteht ein Erregerstrom[3]

$$i_1 = J_1 \left(1 - \frac{T_1}{T_1 + T_2} \varepsilon^{-\frac{t}{T_1 + T_2}}\right) \quad . . . . (17)$$

und ein Dämpferstrom

$$i_2 = -J_1 \frac{m_1}{m_2} \frac{T_2}{T_1 + T_2} \varepsilon^{-\frac{t}{T_1 + T_2}} . \quad . . . . (18)$$

[3] K. W. Wagner, Über die Wirkungsweise von Dämpferwicklungen auf Gleichstrommagneten. El. u. Maschinenb. Bd. 27 H. 35.

dungszahlen auf die primäre Seite reduziert erscheint. In Wirklichkeit gehen die Ströme beim Einschalten infolge der Streuung nicht sprungweise auf solche hohen Anfangswerte. Durch das Aufsetzen der Magnete wird der

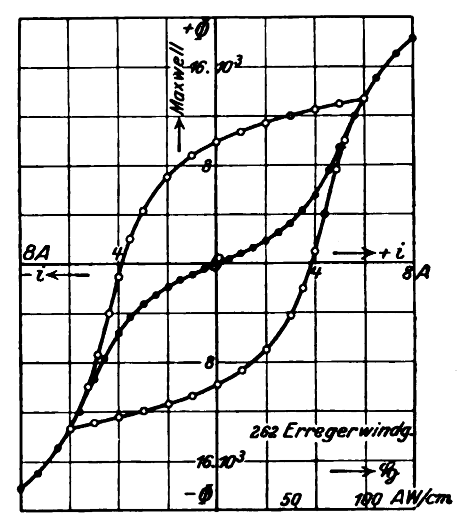
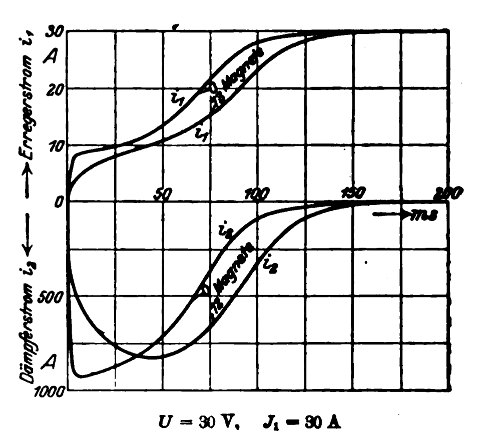


Abb. 12. Magnetisierungskurven eines Zählermagneten.



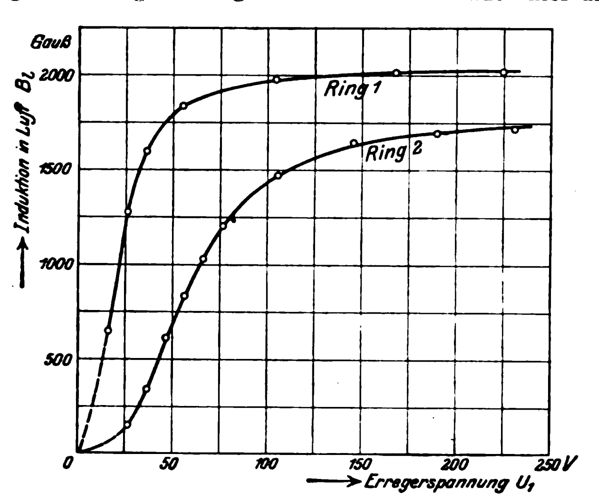

$U = 30$ V, $J_1 = 30$ A

Abb. 13. Einschaltvorgang mit Dämpferwicklung (Ring *1*). Einfluß der Magnete.

Stromanstieg noch mehr verlangsamt und der Höchstwert des Dämpferstromes weiter herabgesetzt. Abb. 13 zeigt diese Einschaltvorgänge nach zwei Oszillogrammen; hierbei wurde die Erregerwicklung an eine Spannung $U = 30$ V

gelegt mit einem Vorwiderstand R_v entsprechend einem Endstrom $J_1 = \frac{U}{R_v + r_1} = 30$ A. Der Einfluß der Magnete auf die Ausgleichströme ist deutlich zu erkennen; der Sattel in der Erregerstromkurve zeigt den Eintritt der magnetischen Sättigung im Transformator an.

Der Höchstwert des Dämpferstromes wird sehr groß, wenn die Windungszahl m_2 der Kurzschlußwicklung sehr klein, ihre Zeitkonstante T_2, d. h. ihr Kupfervolumen sehr groß und dagegen die Zeitkonstante T_1 der Erregerwicklung möglichst klein sind. Zur Erzielung einer kräftigen Magnetisierung der Magnete wird man also auch hier die



12 Magnete mit Eisenschluß. $J_1 = 30$ A, $m_1 = 132$ Windungen

Abb. 14. Magnetisieren durch Anschalten an verschiedene Spannungen. Einfluß des Kurzschlußring-Querschnittes.

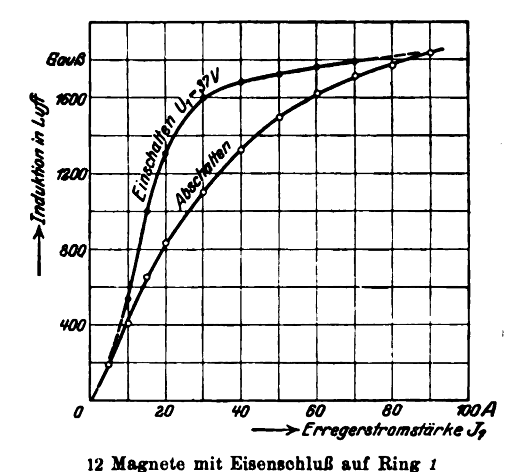
Dämpferwicklung durch einen starken Kupferring bilden, der Erregerwicklung aber einen Vorwiderstand (R_v) geben, um ihre Zeitkonstante T_1 klein zu machen. Bei vollkommener magnetischer Verkettung zwischen beiden Kreisen würde für den Grenzfall $T_1 = 0$ ($R_v = \infty$) die anfängliche Gegen-AW-Zahl des Dämpferstromes, jetzt wesentlich unabhängig vom Widerstand des Kurzschlußringes, gleich der End-AW-Zahl des Erregerstromes sein, nämlich nach Gl. (13)

$$i_{2_0} = -\frac{m_1}{m_2} J_1 ; \quad \dots\dots\dots \quad (19)$$

denn der Erregerstrom geht dann im Augenblick des Einschaltens sofort auf seinen Endwert $J_1 = \frac{U}{R_v + r_1}$, das Feld aber kann nicht sprungweise anwachsen. Wie die Versuche zeigen, wird in Praxis ein derartig großer Vorwiderstand gar nicht nötig sein, um eine genügende Magnetisierung der Magnete zu erzielen.

b) Versuchsergebnisse. — Das Magnetisieren durch Einschalten wurde in analoger Weise untersucht wie beim Abschalten, dabei aber die Erregerwicklung langsam über einen Vorwiderstand abgeschaltet, um die durch das Einschalten magnetisierten Magnete beim Abschalten nicht wieder zu schwächen. Um den Einfluß des primären Vorwiderstandes durch den Höchstwert des Dämpferstromes auf die Magnetisierung zu erkennen, wurden je 12 Magnete auf Ring *1* und *2* magnetisiert durch Anschalten der Erregerwicklung an eine in weiten Grenzen veränderliche Spannung und dabei die Vorwiderstände geändert derart, daß der Endwert des Erregerstromes $J_1 = 30$ A konstant blieb. Nach Abb. 14 steigt die erzielte Remanenz der Magnete mit wachsender Spannung (Vorwiderständen) schnell auf sehr hohe Werte an bis zum Eintritt der magnetischen Sättigung. Selbstverständlich ist die Anwendung eines möglichst starken Kurzschlußringes wieder vorteilhaft; dagegen ist es unzweckmäßig, die Spannung über 35 ... 40 V, also etwa das 20fache der Mindestspannung von 1,8 V ($J_1 r_1 = 30 \cdot 0{,}059 \approx 1{,}8$ V) zu erhöhen.

Ebenso wie beim Abschalten läßt sich auch beim Einschalten die Magnetisierung erheblich steigern durch Vergrößern des primären Erregerstromes. Entsprechende Versuche wurden beim Einschalten an eine konstante Spannung $U = 37$ V ausgeführt und die Ergebnisse mit denen beim Abschalten in Abb. 15 verglichen. Hiernach ist die Gesetzmäßigkeit für beide Magnetisierungsverfahren verschieden. Dies erklärt sich durch den verschiedenen Einfluß des Erregerstromes auf den Magnetisierungstromstoß: Beim Abschalten steigt der Höchstwert des Dämpferstromes, von einer veränderlichen Streuung infolge der Eisensättigung abgesehen, ungefähr proportional mit dem Erregerstrom und verschwindet im wesentlichen nach derselben Zeitkonstante des Dämpferkreises. Beim Einschalten dagegen nimmt der Höchstwert des Dämpferstromes erheblich weniger zu als der Erregerstrom und verlöscht dafür etwas langsamer, da der Vorwiderstand bei konstanter Erregerspannung mit wachsendem Erreger-



12 Magnete mit Eisenschluß auf Ring *1*

Abb. 15. Magnetisieren mit verschiedener Erregerstromstärke durch Ein- und Abschalten. Vergleich beider Verfahren.

strom verkleinert und somit die primäre Zeitkonstante vergrößert wird.

III. Vergleich der beiden Verfahren und ihre praktische Anwendung.

Einen interessanten Vergleich der beiden Magnetisierungsverfahren gibt Abb. 16, wo die Oszillogramme der Vorgänge zusammengestellt sind. Beim Einschalten an eine Erregerspannung $U = 30$ V wurden mit dem Oszillographen wieder der Dämpferstrom i_2 und die Differentialkurve $w \frac{d\Phi}{dt}$ des entstehenden Feldes im Zählermagneten aufgenommen und hieraus durch schrittweises Planimetrieren derselben der zeitliche Feldanstieg ermittelt. Hiernach steigt das Feld im Zählermagneten auf ein Maximum und sinkt nach Verlöschen des Dämpferstromes auf ein „wahres" Remanenzfeld $\Phi_{rem} = 14\,400$ Maxwell, das nach Entfernen des Eisenschlusses weiter fällt auf eine „scheinbare" Remanenz, eine Induktion im Luftspalt

$$B_l = 1450 \text{ Gauß.}$$

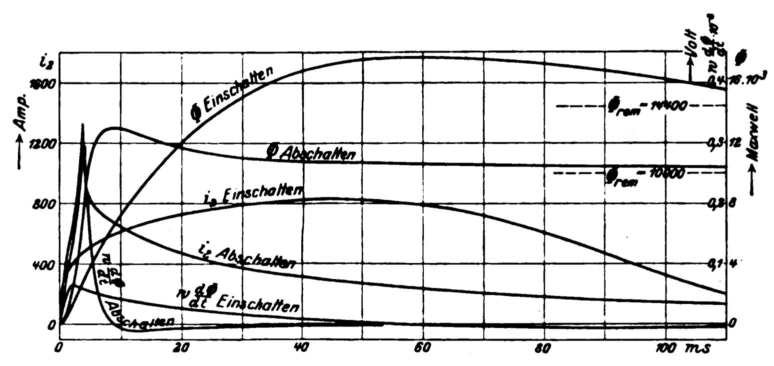


Abb. 16. Die Vorgänge beim Magnetisieren eines Zählermagneten durch Ein- und Abschalten.

Bei gleicher Erreger-AW-Zahl des Transformators ist also die Magnetisierung des Zählermagneten durch Einschalten erheblich stärker als durch Abschalten, obwohl der Höchstwert des Dämpferstromes beim Einschalten ($J_{2\max} = 825$ A) viel kleiner ist als der beim Abschalten ($J_{2\max} = 1330$ A). Dafür steigt der Dämpferstrom beim Einschalten allmählich auf seinen Höchstwert und klingt, beeinflußt durch die primäre Zeitkonstante, recht langsam ab, während er beim Abschalten sehr schnell entsteht und

auch bald wieder verschwindet. Bei der Stoßmagnetisierung kommt es eben nicht nur auf die Größe des Stromstoßes sondern auch auf seinen zeitlichen Verlauf an, weil das Entstehen des Feldes im Magneten erheblich verlangsamt wird durch die Wirbelströme und möglicherweise auch durch das erforderliche Umlagern der Kristallite im Stahl. Daher können kurzzeitige starke Stromstöße, die sehr schnell ansteigen und verlöschen, eine geringere magnetisierende Wirkung haben als ein gleicher Impuls $\left(\int i\,dt\right)$ mit kleinerem Stromhöchstwert, der aber dafür viel langsamer entsteht und verschwindet.

Beim Magnetisieren durch Einschalten liefert die Gleichstromquelle die magnetische Energie gleichzeitig für die Zählermagnete und den Transformator, so daß man durch Abschalten anschließend eine weitere Reihe von Magneten magnetisieren könnte. Der Bedarf an elektrischer Arbeit ist beim Magnetisieren durch Abschalten außerordentlich gering, beim Magnetisieren durch Einschalten infolge des erforderlichen Vorwiderstandes erheblich größer, aber immerhin noch von geringer Bedeutung, da die Erregerwicklung nur kurze Zeit eingeschaltet werden muß. Dafür kann der Transformator für gleiche magnetisierende Wirkung, wie die Versuche gezeigt haben, beim Einschalten kleinere Abmessungen erhalten als beim Abschalten.

Der bei den Versuchen benutzte Transformator erwies sich für das Magnetisieren als nicht besonders geeignet. In der Praxis erhält der Transformator einen Luftspalt derart, daß seine schädliche Remanenz erheblich verkleinert wird und man durch eine gegebene Erreger-AW-Zahl eine möglichst große Änderung seines magnetischen Feldes erzielt. Außerdem läßt sich das Kupfervolumen des Kurzschlußringes noch vergrößern, indem man die beiden Schenkel des Transformators mit der Erregerwicklung vollständig mit je einem starken geschlitzten Kupferrohr umgibt. Diese beiden Kupferrohre werden zur Herabsetzung der Wirbelströme mehrfach unterteilt und parallel geschaltet durch zwei herausgeführte Schienen, die man nach Aufbringen der Magnete durch einen Spezialschalter schließt.

Bei der Bemessung des Eisenkernes geht man aus von der magnetischen Energie, die zur gleichzeitigen Magnetisierung einer bestimmten Zahl von Magneten erforderlich ist. Unter Berücksichtigung der beim Abschalten auftretenden Verluste ergibt sich dann die gesamte erforderliche magnetische Energie W und hieraus das Eisenvolumen

$$V = \frac{W}{\sigma}\,; \qquad (20)$$

hierbei ist σ die Energiedichte

$$\sigma = \frac{1}{4\pi}\int_0^{\mathfrak{B}} \mathfrak{H}\, d\mathfrak{B} \text{ Erg/cm}^3, \qquad (21)$$

die bekanntlich für eine gewählte übliche Induktion $\mathfrak{B}$ aus der Magnetisierungskurve des Eisens $\mathfrak{B} = f(\mathfrak{H})$ unter Berücksichtigung des Luftspaltes ermittelt wird. Für einen so gegebenen magnetischen Kreis läßt sich leicht die Erregerwicklung derart bemessen, daß sie beim Magnetisieren durch Einschalten mit einem erheblichen Vorwiderstand (etwa dem 20fachen Eigenwiderstand), dagegen beim Magnetisieren durch Abschalten direkt an die Gleichspannung gelegt werden kann. Mit einem nach diesen Richtlinien zweckmäßig konstruierten Magnetisierungsapparat lassen sich die Magnete außerordentlich stark magnetisieren. Man kann sie dann anschließend durch Wechselstrom wieder erheblich schwächen, wodurch eine gute Konstanz erzielt, d. h. ein späteres Altern vermieden wird.

Nach den vorstehenden Ausführungen sind beide Verfahren zum Magnetisieren von Magneten technisch bestens geeignet. Das Verfahren durch Abschalten ist infolge des geringeren Energiebedarfs wirtschaftlicher und sollte daher in der Praxis häufig angewendet werden.

Die elektrowirtschaftliche Bedeutung der Haushaltlichtwerbung[1]).

Von Dipl.-Ing. **A. G. Arnold**, Berlin.

Übersicht. Das Rationalisieren ist in der Industrie zum Schlagwort geworden. Die notwendige Folge war das Rationalisieren der „zahlreichsten Kleinbetriebe" eines Volkes, des Haushaltes. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die rationalisierte Arbeit im Haushalt ist die Schaffung guter Beleuchtung. Daher ist von der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V., dem Reichsverband des deutschen Elektro-Installateurgewerbes e. V. und der Glühlampenindustrie die Zentrale für Lichtwerbung am 3. IV. 1928 gegründet worden[2], welche im Jahre 1928 für eine Verbesserung der Beleuchtung der Küche, des Korridors, der Speisekammer, des Badezimmers usw. systematisch werbend eintritt. Aufgabe des Folgenden ist es, die technische und wirtschaftliche Bedeutung des erhöhten Beleuchtung-Stromverbrauches der Haushaltungen für die Elektrizitätswerke darzulegen und auf den Ausbau der Werbeabteilungen der Elektrizitätswerke hinzuwirken.

1. Einleitung. Betrachtet man die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung, die ihre Entstehung der Erfindung der Glühlampe verdankt, so ist es im höchsten Grade verwunderlich, daß die Versorgung mit Beleuchtungsstrom in den Anfängen stecken geblieben ist. Liegt der Grund in der geringen Benutzungsdauer der elektrischen Beleuchtung? Die Benutzungsdauer der Kraftwerke, bezogen auf die verfügbare Primärleistung, lag in Großstädten in den Jahren 1885 bis 1895 bei etwa 1000 h und stieg durch die Anwendung des elektrischen Stromes für Kraft im Laufe der Jahre auf etwa das Doppelte (s. Abb. 1).

Ein Hauptgrund ist wohl in der Jagd nach großen Zahlen, nach Großkonsumenten zu suchen, welche die elektrische Beleuchtung in den Hintergrund gedrängt hat. Nicht zu verkennen ist allerdings auch die damals erst einsetzende Entwicklung der Lichttechnik, die zuerst fast nur eine Leuchttechnik war. Auf jeden Fall ergibt sich die Tatsache, daß der Elektrisierungsgrad für Beleuchtung und Anwendung des elektrischen Stromes im Haushalt in Deutschland nur einige Prozent des Möglichen beträgt, während er für Kraft rund fast das Zehnfache ausmacht. Besonders befremdend wirkt dieses Faktum, da jede Intensivierung der Benutzung elektrischer Beleuchtung sich mit der Anzahl der Abnehmer, also mit 7 bis 8 Millionen multiplizieren und daher jede kleine Mehrbelastung total Millionen von Kilowattstunden je Jahr bedeuten kann. Liegt dieser Tatbestand vielleicht an dem Schmerzenskind der Elektrizitätswirtschaft, der Preisgestaltung des Stromes, dem Tarif?

Ein Glaubensbekenntnis über das Tarifwesen soll hier nicht abgelegt werden, aber zu welchen Folgen eine starke Stromwerbung durch Senkung der Strompreise führen kann, ist in Abb. 2 gezeigt. Der mittlere Strompreis der öffentlichen Stromversorgung der Schweiz[3] ist in Kurve A dargestellt und weist seit 1919 einen starken Abfall auf, daher ergibt sich in der Kurve E, den Stromeinnahmen, eine Sättigungskurve, d. h. eine nur geringe Zunahme der Einnahmen bei stark steigenden Stromabgaben. Die Stromkosten ab Werk, dargestellt in Kurve K, dagegen zeigen einen starken Anstieg im Laufe der Jahre, wie dies ja in der Ausnutzung „der weißen Kohle" begründet ist. Es ist daher nicht zu verwundern, daß die Differenzkurve D (Stromeinnahmen weniger Stromkosten) ihren Höhepunkt bereits vor Jahren überschritten hat und einen deutlichen Abfall erkennen läßt. Hieraus folgt, daß das Forcieren der

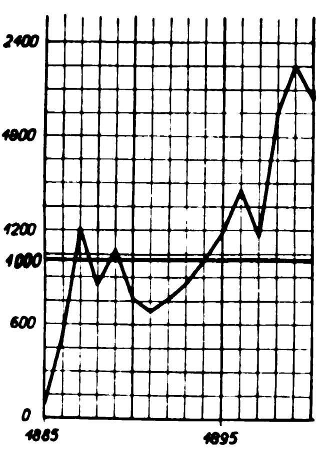


Abb. 1. Benutzungsdauer der verfügbaren Primärleistung in Großstädten.

[1] Vortrag, gehalten im Werbeleiter-Kursus, den die Vereinigung der Elektrizitätswerke und die Zentrale für Lichtwerbung am 19. IV. 1928 in Berlin veranstaltet haben.

[2] Vgl. ETZ 1928, S. 691.

[3] S. Dr. Bauer, Wirtschaftliche Betrachtungen und Folgerungen aus der jüngsten Entwicklung unserer Elektrizitätsversorgung, Bull. SEV, 1925, S. 221.

Abgabe von Wärme- und Kleinkraftstrom, welches die Ursache der bedeutenden Steigerung der schweizerischen Stromabgabe in den betrachteten Jahren ist, recht bald an eine Grenze kommt, wo keine Verbilligung des Strompreises mehr Erhöhung der Einnahmen zur Folge hat. Mit dem Auffüllen der Täler allein ist also auf keinen Fall auf die Dauer der Elektrowirtschaft gedient, wenn diese zu so billigen Preisen erfolgt, daß kaum nennenswerte Steigerungen der Stromeinnahmen stattfinden. (Die gestrichelten Teile der Kurven sind entsprechende Extrapolationen, also nicht tatsächlich erreichte Werte.)

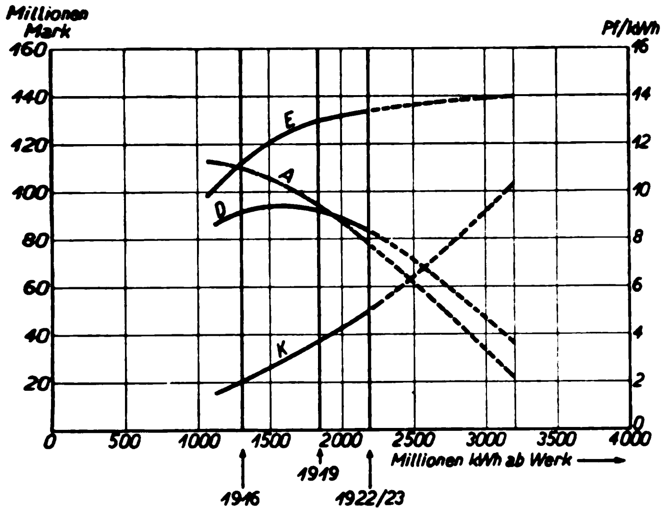


Abb. 2. Wirtschaftliche Grundlagen der öffentlichen schweizerischen Elektrizitätswerke.

In jüngster Zeit hat daher die Entwicklung wieder eine Schwenkung nach dem Ausgangspunkt der Elektrizitätsversorgung, nach der Anwendung des Stromes für künstliche Beleuchtung, also dem höchstbezahlten Stromabsatz vorgenommen. Das intensive moderne Leben ist ja erst durch die unentbehrlich gewordene elektrische Beleuchtung möglich.

2. W i r t s c h a f t l i c h e u n d t e c h n i s c h e B e d e u t u n g d e r H a u s h a l t l i c h t w e r b u n g. Jede technische Verbesserung ist in ihrer Ein- und Durchführung von ihrer Wirtschaftlichkeit abhängig. Wir fragen daher: Wie hoch beziffern sich die Summen und wo sind die Hauptkapitalien der Elektrizitätsversorgung investiert? Hier finden wir, daß der überwiegende Teil nicht in den Kraftwerken, sondern im Netz angelegt ist. Dies begründet teilweise die rasche Entwicklung und den Vorrang, den die Elektrokraft schnell gewann, wie die Abb. 3 dies für Berlin vor Augen führt.

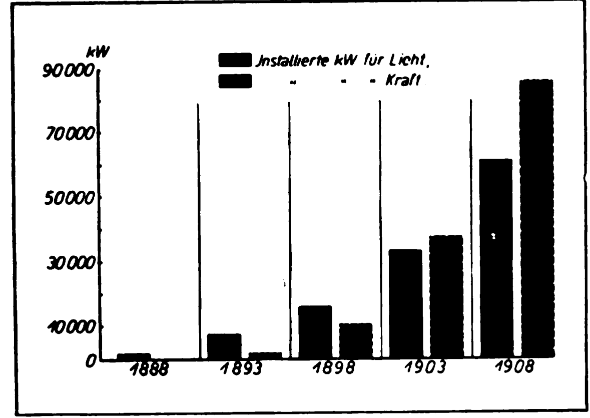


Abb. 3. Verhältnis der für Licht und Kraft in Berlin 1888/1908 installierten Kilowatt.

Die Elektrokraft konnte als Rohprodukt geliefert werden, d. h. vom Kraftwerk mit Hochspannung direkt zum Industrieunternehmen. Die weitläufige und sehr kostspielige Umspannung auf Fertigprodukt, also auf Niederspannungstrom, der ebenfalls frei Haus geliefert werden muß, war nicht nötig. Nehmen wir als Schulbeispiel Berlin, so wissen wir, daß in den Kraftwerken je Kilowatt rd. 300 RM, im Netz dagegen 700 bis 800 RM angelegt sind, also ist das Zweieinhalbfache an Kapital für das Netz erforderlich. Es folgt daher, daß jede Mehreinnahme beim Kleinabnehmer eine höhere Verzinsung usw. gerade des Teils verursacht, der die höchste Kapitalanlage bedeutet. Da für alle Elektrizitätswerke die Verpflichtung besteht, die Wohnungen mit Strom zu versorgen, so kann die Zahl dieser Kleinabnehmer praktisch nicht eingeschränkt werden, sondern wird sich im Laufe der kommenden Jahre durch die Elektrisierung der vorhandenen und durch die große Zahl der neu zu bauenden Wohnungen sogar noch erheblich vermehren.

In der oben erwähnten großen Anzahl der Kleinabnehmer liegt zugleich ein w e s e n t l i c h e r S c h u t z f ü r d i e S t e t i g k e i t der Elektrizitätsversorgung. Der Beleuchtungstrom wird nicht nur von den Kunden am höchsten bewertet und folglich auch am höchsten bezahlt, sondern, da er eine Lebensnotwendigkeit darstellt und die breitesten Massen ihn benutzen müssen, ist er auch fast unabhängig von Konjunkturschwankungen der Industrie. Hat ein Elektrizitätswerk fast nur Großbetriebe e i n e s Industriezweiges zu versorgen, so ist sein Wohl und Wehe mit eisernen Ketten an dessen Konjunkturschwankungen gefesselt. Empfindliche Geldeinbußen hat es also zu gewärtigen, und sein Strompreis muß eine Risikoprämie enthalten. Ganz anders steht es mit einem Elektrizitätswerk, das viele Industriezweige und eine große Anzahl von Kleinabnehmern für Licht beliefert. Schon die große Zahl der Kleinabnehmer allein wird es mit sich bringen, daß Konjunkturschwankungen in der Industrie durch das Ausgleichsbecken dieser stark gemildert, wenn nicht zum Verschwinden gebracht werden. Die Risikoprämie für den ersten angenommenen Fall eines Elektrizitätswerkes mit nur einer Kategorie von Industrieabnehmern wird also im zweiten Fall, der natürlich der weit häufigere ist, fast ausgeschaltet werden können. Daß die Kleinabnehmer auf Kosten der Großabnehmer billigen Strom erhalten, trifft durchaus nicht immer zu. Öfters tritt auch der umgekehrte Fall ein, wie eine nachträgliche Kostenanalyse, auf die wir weiter unten eingehen, schon gezeigt hat. In Wirklichkeit ergänzen sich Kleinabnehmer und Industrieabnehmer im allgemeinen so, daß eine Verdoppelung der Benutzungsdauer unserer Anlagen herausspringt.

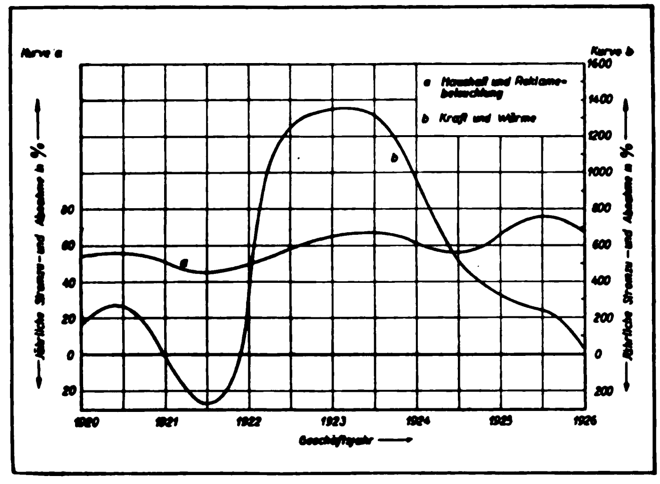


Abb. 4. Schwankungen der Stromabnahme der Haushaltungen und Reklamebeleuchtung sowie der Kraft- und Heizungstromabnahme bei den öffentlichen Elektrizitätswerken Italiens.

Als Beispiel sei die öffentliche S t r o m v e r s o r g u n g I t a l i e n s (Abb. 4) angeführt, die es uns leicht macht, nach Kraftstromverbrauch und Beleuchtungstromverbrauch wegen der Verteuerung des letzteren durch Besteuerung zu unterscheiden. Eine etwa 60prozentige stetige jährliche Zunahme des Haushalt- und Reklamebeleuchtungstromes ist seit Jahren in Italien zu verzeichnen, während der überwiegend für die Industrie gelieferte Strom jährliche Schwankungen von über — 200 % bis über + 1300 % durchgemacht hat (Kurve *a*, linker Maßstab, Kurve *b*, rechter Maßstab).

Eine Parallele zu obigen Überlegungen haben wir in der Gasversorgung. Bei dieser macht die Versorgung des Haushalts und der Straßenbeleuchtung, also des Kleinabnehmers und einer von der Industriekonjunktur ebenfalls unabhängigen Größe ungefähr 75 % aus, während die

Gaswerke nur zu etwa 25 % durch die Großabnehmer beansprucht werden. Die Gasversorgung hat daher erfahrungsgemäß in ganz geringem Maße unter Konjunkturschwankungen der Industrie zu leiden. Bei der Elektrizitätsversorgung in Deutschland liegen die Verhältnisse noch umgekehrt. Konjunkturschwankungen müssen sich also sehr stark bemerkbar machen, wie das Jahr 1926 auch deutlich gezeigt hat. Die Benutzungsdauer der deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke lag 1925 bei 2350 h und ging im Jahre 1926, das bekanntermaßen industriell schlecht beschäftigt war, auf 2150 h zurück. Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Leiter der Elektrizitätswerke in weitschauender Planung mit ihrer Bautätigkeit trotz der Industrieflaute nicht vor bedeutenden Erweiterungen zurückschreckten.

Die hohe Bewertung des elektrischen Beleuchtungsstromes seitens der Kunden hat im Verein mit anderen bestimmenden Faktoren, wie wir bereits erwähnten, sich dahin ausgewirkt, daß der Durchschnittspreis in Deutschland für Beleuchtungstrom noch bis vor kurzer Zeit bei 42 Pf/kWh lag. Trotzdem ist das Durchschnitteinkommen der deutschen Elektrizitätswerke je Lichtabnehmer kaum mehr als 50 RM/Jahr. Dies liegt natürlich daran, daß sich der Konsument über die Bedeutung der künstlichen Beleuchtung im allgemeinen keine Gedanken gemacht hat und noch aus den Zeiten der behördlichen Beschränkung des Stromverbrauches im Kriege und aus den wirtschaftlichen Gründen der Inflationszeit darauf bedacht ist, in erster Linie an „Licht" zu sparen. Es ist daher nicht zu verwundern, daß die Benutzungsdauer der elektrischen Beleuchtung, bezogen auf die installierte Leistung, heute noch mit etwa 400 h einzusetzen ist. Durch den Verschiedenheitsfaktor wird natürlich die gesamte Benutzungsdauer der Beleuchtung, bezogen auf das auftretende Maximum des Kraftwerkes, eine weit höhere (Mehrfaches dieser z. B. Amsterdam über 1500 h). Da das Lichtbedürfnis, einmal geweckt, wie manches andere Bedürfnis automatisch wächst, folgt, daß zwar der Anschlußwert, mithin auch die Spitze, zunimmt, aber notwendigerweise auch die Benutzungsdauer, u. zw. letztere in weit höherem Maße. Die Spitze wird bei einem Elektrizitätswerk, das nur Lichtabnehmer hat, um so ausgeprägter sein, je geringer das Lichtbedürfnis ist. Der Abnehmer wird nämlich seine Beleuchtung erst dann einschalten, wenn das Tageslicht ihm trotz größter Anstrengung seines kostbarsten Sinnesorgans, seiner Augen, nicht die Möglichkeit gibt, seine Arbeit zu verrichten. Da er von der Produktivität der Beleuchtung nichts weiß, betrachtet er sie als ein notwendiges Übel, beschränkt ihren Verbrauch auf ein Minimum und schaltet das elektrische Licht auch so rasch wie möglich wieder aus. Mithin wird durch ihn die Spitze steil. Ganz anders ist es mit dem Abnehmer, der davon überzeugt ist, daß die Ausgaben für elektrische Beleuchtung produktiv sind. Schon beim ersten Einsetzen der Dämmerung wird er seine Beleuchtung einschalten, sie so lange voll eingeschaltet lassen, wie seine Kräfte zur Arbeit oder seine Stimmung es gestatten. Die Benutzungsdauer wird also erhöht und die Spitze abgeflacht. Außerdem wird die zusätzliche künstliche Beleuchtung zur Tagesbeleuchtung dem Konsumenten, der von der Produktivität des Lichtes überzeugt ist, s e l b s t v e r s t ä n d l i c h s e i n, wie man dies heute schon z. B. bei der Schaufensterbeleuchtung beobachten kann. Auch dies führt zu einer höheren Benutzungsdauer und zu einer Abflachung der Spitze.

Ein weiterer Vorteil der elektrischen Beleuchtung ist ferner bei Wechsel- oder Drehstrom in dem Leistungsfaktor „1", der ihr eigen ist, zu suchen. Die Kupferquerschnitte der Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen werden äußerst günstig ausgenutzt, und die Spannungsregulierung, gegen die die elektrische Beleuchtung natürlich empfindlich sein muß, ist denkbar einfach.

3. D i e B e d e u t u n g d e r W e r b e a b t e i l u n g e n u n d i h r e H i l f s m i t t e l. Die Größenlage der finanziellen Mittel, welche für Werbung aufgewandt werden, können wir z. B. der Maschinenindustrie entnehmen, welche jährlich rd. 2 bis 3 % ihres Bruttoumsatzes für Werbekosten ausgibt. Die Einnahmen der deutschen öffentlichen Elektrizitätswerke liegen bei etwa 2 Milliarden RM/Jahr. Bei nur 2 % würden wir also bereits 40 Mill. RM jährlich für Werbung zur Verfügung haben. Die Mittel, die z. Z. aufgewendet werden, sind nur ein kleiner Bruchteil dieser Summe.

Betrachten wir die zur Verfügung stehende Anzahl von Werbeingenieuren, so gehen wir kaum fehl, wenn wir diese ebenfalls als völlig unzureichend bezeichnen. Aus Angaben der El. World vom 8. I. 1928 geht der Satz hervor, daß die Anzahl der bearbeiteten Kunden dort zwischen 500 und 6500 je Werbeingenieur schwankt. Nehmen wir nun die Anzahl der an die deutschen Elektrizitätswerke angeschlossenen Abnehmer mit nur 7 Millionen an, so erhalten wir selbst bei Unterstellung der außerordentlich schlechten Bearbeitung von 6000 Kunden je Werbeingenieur die beträchtliche Zahl von rd. 1200 notwendigen Ingenieuren. Ziehen wir von dieser Zahl die z. Z. tätigen Werbeingenieure in Deutschland, die wir schätzungsweise mit 200 bis 300 beziffern, ab, so bleiben 900 bis 1000 Plätze für neue Streitkräfte übrig. Der Fortschritt der Elektrisierung unseres Landes hängt nur z. T. von dem Betriebe ab, im überwiegenden Teil von den bestehenden und neuzugründenden Werbeabteilungen.

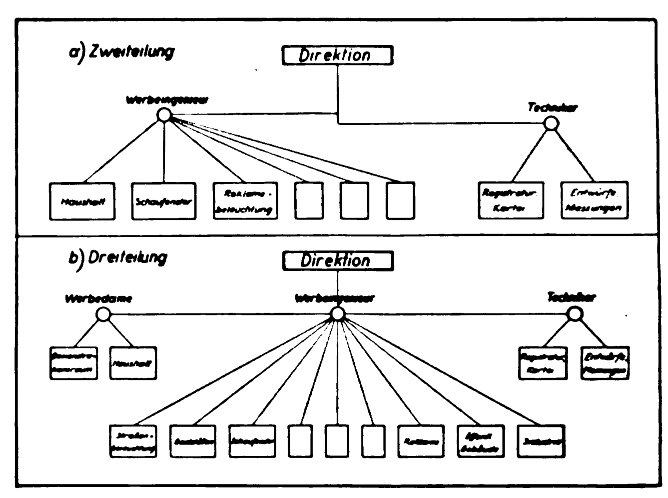


Abb. 5. Entwurf für die Organisation einer lichtwirtschaftlichen Werbeabteilung in einem Elektrizitätswerk.

Wie sieht nun die Organisation einer Werbeabteilung für Lichtwirtschaft eines Elektrizitätswerkes in einem einfachen Fall aus? Der wohl einfachste Fall ist in der Abb. 5a angegeben. Neben dem Werkingenieur steht ein ihm beigegebener Techniker, der die Registratur und Karteien sowie Entwürfe und Messungen ausführt. Da für das Jahr 1928 in ganz Deutschland die Haushaltlichtwerbung von der „Zentrale für Lichtwerbung" durchgeführt wird, so ergibt sich an erster Stelle als Tätigkeitsfeld des Werbeingenieurs der Haushalt, er wird dabei die Schaufenster- und Reklamebeleuchtung nicht vernachlässigen. In Abb. 5b ist die Werbeabteilung um eine Werbedame erweitert, die sich in diesem Jahre der Haushaltlichtwerbung widmet und den Demonstrationsräumen vorsteht.

Betrachten wir nun die g r u n d l e g e n d e n H i l f s m i t t e l, welche der Werbeabteilung dienen müssen. An erste Stelle setzen wir die K u n d e n k a r t e i, die zur Voraussetzung natürlich eine Zählerkartei im Elektrizitätswerk hat. Ein Beispiel einer Sichtkartei geht aus folgendem Schema hervor.

Straße: Warschauer Str. Nr. 67 — Ort: Berlin O 17

Stockwerk	Datum der Kontrolle	Anzahl Zimmer	Zählergröße Amp.	Anschlußwert kW	Verbrauch je Jahr kWh	Jahreseinnahme RM	Querschnitt der Steigeleitung mm²	Anzahl der Drähte	Bemerkungen
Erdgeschoß	1. 7. 28	3	10	0,8	100	48,50	10	3	
1. Stock									

Ausdrücklich sei bemerkt, daß die Kartei sich nur auf wenige Angaben beschränkt, die von dem Gesichtspunkte gewählt sind, daß die Daten vom Werk aus leicht feststellbar sind, also ein Schema für minimale Ansprüche. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn eine gewisse Einheitlichkeit in den Karteien der einzelnen Elektrizitätswerke stattfände, weil erst so vergleichbare Maßstäbe für die Elektrisierung bzw. die Auswirkung einer Werbeaktion möglich werden. Die letzten zwei Jahre, in denen die Schaufenster-Lichtwerbung in Deutschland stattfand, haben leider gezeigt, daß nur wenig Werke in der Lage waren, eine Bilanz dieser Werbung in ihrem Versorgungsgebiet zu ziehen. Zu besonderem Dank sind wir dem Elektrizitätswerk Stuttgart verpflichtet, dessen Bericht wir folgende Zahlen entnehmen. Die Zunahme der Spitze für Licht allein, auf 1925 als Vergleichsjahr bezogen, betrug 1926 etwa 10 %, 1927 26 %, während die Zunahme der Stromabgabe für Licht allein, wieder auf 1925 als Vergleichsjahr bezogen, 1926 24 %, 1927 aber 52 % betrug. Wir sehen, daß in Stuttgart der prozentuale Zuwachs der Spitze nur rund die Hälfte von dem prozentualen Zuwachs in Kilowatt für Licht betrug.

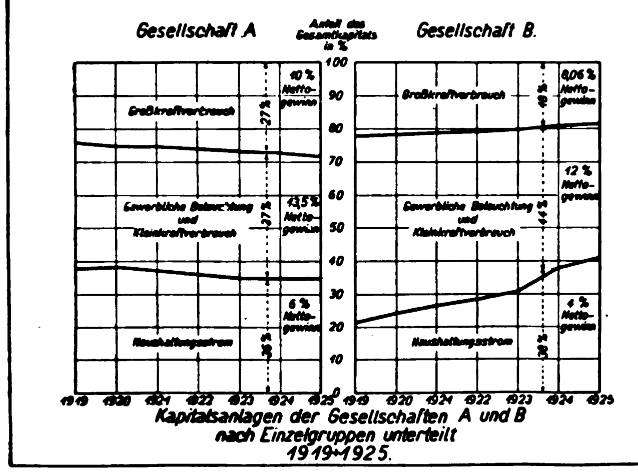


Abb. 6.

Ein weiteres unentbehrliches Hilfsmittel ist die Kostenanalyse, welche wir wenigstens in diesem Zusammenhange streifen wollen. Abb. 6 gibt zwei Kostenanalysen von zwei verschieden verwalteten Elektrizitätswerken wieder. Das Werk A hat einen werbekräftigen Tarif, das Werk B einen Kilowattstundentarif (Zählertarif nach Verwendungszweck). Der Durchschnittsverdienst von A beträgt 10 %, während Werk B 8 % herauswirtschaftet. Auffallend ist dabei, daß das Verhältnis des Nettogewinns aus dem Haushaltstrom zum gewerblichen Beleuchtungstrom und Kleinkraftstrom bei A rund 1 : 2, bei Werk B aber 1 : 3 beträgt. Sollte die Verwaltung B auf Kosten des Kleingewerbes die Haushaltungen „billig" beliefern? Immer größere Anteile am Anlagekapital nehmen die Haushaltungen beim Werk B in Anspruch. Wie sähe dessen Bilanz wohl aus, wenn eine Industrieflaute einsetzte? Der Nettogewinn von 8 % wäre sicher nicht herauszuwirtschaften. Aus anderen Angaben wissen wir, daß das Elektrizitätswerk A 40 % besser als B für den Kapitalisten ist, da die Rentabilität für A 33 %, für B 23 % beträgt. Auch der Kunde erhält mehr für sein Geld bei dem gut geleiteten Elektrizitätswerk A als bei dem noch nicht gleichgut geleiteten Werk B. In der Kostenanalyse haben wir also einen Maßstab für die Entwicklung der einzelnen Abnehmergruppen des Werkes, und auch damit den besten Wegweiser, um neues Kapital hochverzinslich anzulegen. Die Kostenanalyse gibt ferner die Möglichkeit der Auswertung einer Werbung. Die Bestimmung der Benutzungsdauer, der Belastungsdauer, des Gleichzeitigkeits- und Verschiedenheitsfaktors, besser der Höchstlastziffer, der Spitzenerhöhung usw. sind alles eng mit dieser Analyse verknüpfte Aufgaben.

4. Finanzielle Auswirkung verbesserter Haushaltsbeleuchtung. Welche finanzielle Auswirkung wird nun eine Erhöhung des Anschlußwertes der Haushaltung für das Elektrizitätswerk haben? Nehmen wir an, daß in einem Haushalt der Anschlußwert durch Verbesserung der Beleuchtungsanlage nur um 50 bis 75 W gesteigert wird, und setzen wir die Benutzungsdauer des Anschlußwertes mit 400 h im Jahre ein, so ergibt sich ein Mehrverbrauch von 20 kWh oder bei einem Strompreis von 42 Pf/kWh eine Bruttoeinnahme von 8,40 RM jährlich, die in den meisten Fällen bereits eine Steigerung der Gesamtjahresstromrechnung des Anschlußnehmers um ungefähr 17 % bedeutet. Da im Haushalt die wichtigsten Brennstellen wohl die der Küche sind und zweifellos nach Erkenntnis der Vorteile einer guten Beleuchtung die Lichtansprüche wachsen und zu früherem Einschalten und späterem Ausschalten führen werden, ist anzunehmen, daß die tatsächliche Steigerung der Bruttoeinnahmen von 17 % nicht unerheblich überschritten wird.

Die letzte Reichswohnungszählung im Jahre 1925 erfaßte 11 Mill. Wohnungen mit 43 Mill. Menschen. Der Elektrisierungsgrad der Haushaltungen, so weit die statistischen Angaben der Vereinigung der Elektrizitätswerke reichen, ist rund 46 %. Wir würden also 5 Mill. elektrisierte Wohnungen erhalten. In Deutschland leben z. Z. 63 Mill. Menschen in 15,5 Mill. Wohnungen. Wir erhalten mithin rd. 7 Mill. elektrisierte Wohnungen oder mindestens 7 Mill. Kleinabnehmer. Nehmen wir den mittleren deutschen Strompreis zu 42 Pf/kWh für Beleuchtung an, so erhalten wir bei einer Abnahme von 1 kWh je Tag und Haushaltung eine Einnahme von über 1000 Mill. RM. Im Jahre 1926 wurden von den öffentlichen Elektrizitätswerken Deutschlands 12,2 Milliarden kWh erzeugt. Nehmen wir den Verlust absichtlich mit der niedrigen Ziffer von nur 15 % an, so standen also den deutschen Stromabnehmern 10,6 Milliarden kWh zur Verfügung. Der Haushaltungstrom beträgt schätzungsweise 8 %, mithin würden rd. 850 Mill. kWh von den 7 Mill. Haushaltungen abgenommen sein. Wir würden bei 42 Pf/kWh ein Einkommen von etwa 350 Mill. RM erhalten. Mit der Verbrauchsziffer von 1 kWh je Tag und Haushalt wäre also eine Mehreinnahme der Elektrizitätswerke im Jahre von etwa 700 Mill. RM für Deutschland zu verzeichnen, d. h. eine Verdreifachung der Einnahme aus den Haushaltungen.

Der Verbrauch an Beleuchtungstrom liegt in den meisten europäischen Ländern noch zwischen 7 und 15 %, nur ein Land hat etwa das Doppelte dieses Verbrauches aufzuweisen, die Vereinigten Staaten von Amerika, welche z. Z. 28 % der gelieferten Kilowattstunden für Beleuchtung und Haushalt verwenden. Wodurch ist diese Ziffer von 28 % erreicht worden? Vorwiegend durch die Lichtwerbung! Man hat die Möglichkeiten der Anwendung des elektrischen Stromes untersucht und ist zu dem Ergebnis gekommen, daß auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung und der Elektrisierung des Heims überhaupt noch ein großer Markt der Erschließung harrt.

Zu seiner Hebung und Durchdringung führte man die Lichtwerbung ein. Welche Anschlußwerte noch erwartet werden, zeigt Abb. 7.

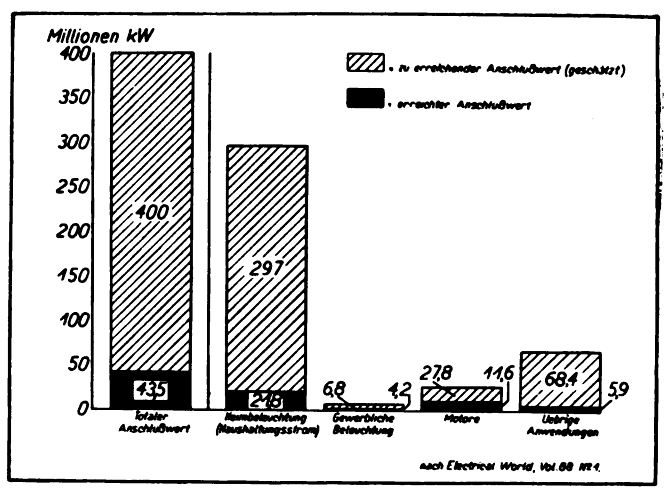


Abb. 7. Stand der Elektrisierung in den V. S. Amerika.

Zu diesen Überlegungen haben wir den Haushaltstrom stillschweigend mit dem Beleuchtungstrom identifiziert, aber in ersterem wird nicht nur Beleuchtungstrom, sondern auch Kraft- und Wärmestrom enthalten sein, und besonders wird man versucht sein, anzunehmen, daß in den Vereinigten Staaten viel Kraft- und Wärmestrom im Haushaltungstrom stecke. Bisher beträgt der Anteil, den Kraft und Wärme an der Versorgung des amerikanischen Haushalts mit elektrischer Arbeit haben, rd. 17 % (heute Gesamtabnahme je Haushalt und Jahr 400 kWh, wovon 22 % auf Kraft- und Wärmestrom entfallen). Man kann also auch dort wohl mit Recht Haushaltungstrom vorwiegend Beleuchtungstrom nennen.



5. Ausblick in die Zukunft. Der Baumarkt ist in Deutschland weit hinter den Anforderungen, die die Bevölkerung an ihn stellen muß, zurückgeblieben. Mindesten 1 Mill. Haushaltungen sind hier z. Z. ohne eigene Wohnung. Wenn auch Neuwohnungen heute wohl nur selten ohne elektrischen Anschluß erstellt werden, so ist doch auf die Querschnitte der installierten Leitungen Einfluß zu nehmen. Die „normale" Elektrisierung eines Haushalts harrt noch der Festlegung und damit das Fundament für unsere Elektrizitätsversorgung. Ein Teil dieser Aufgabe ist natürlich die Spezifikation der „normalen" Beleuchtungsanlage eines Durchschnittshaushalts.

Die größten Ausdehnungsmöglichkeiten der Elektrizitätsversorgung sind, soweit man dies heute überblicken kann, die elektrischen Bahnen und der Haushalt. Die Elektrisierung der Dampfstraßen der Welt ist, soweit die Stromversorgung auch auf „weißer Kohle" aufgebaut ist, nur eine Frage der Zeit. Allerdings ist der Hemmschuh die bedeutende Kapitalanlage, die jeder Kilometer elektrisierter Bahnen in Anspruch nimmt. Dagegen ist die Intensivierung des Stromverbrauchs im Haushalt mit verhältnismäßig geringen Mitteln zu erreichen. Jedes gesunde Argument für Mehrstromverbrauch kann sich verhältnismäßig leicht durchsetzen und appelliert stets an mindestens 7 Mill. Abnehmer. Ferner darf nicht vergessen werden, daß ein verschwindend kleiner Teil des Einkommens für den Elektrizitätsverbrauch im Haushalt ausgegeben wird. Die Verhältniszahl liegt höchstens bei 1 bis 1,5 % des Einkommens. Leicht tragbare wirtschaftliche Lasten werden also auf die Schultern von vielen Millionen gelegt, die dafür die Auslagen weit übersteigende Vorteile wirtschaftlicher und kultureller Natur erlangen. Bedenkt man ferner, daß mit schnell wachsenden Abnehmerzahlen auf Jahre hinaus zu rechnen ist, so erscheint es uns als wahrscheinlich, daß selbst die Elektrisierung der Bahnen in den nächsten Jahren durch die der Haushaltungen in den Schatten gestellt wird. Fragen wir nach dem Weltbild der Stromerzeugung, so haben wir in Abb. 8 die Antwort.

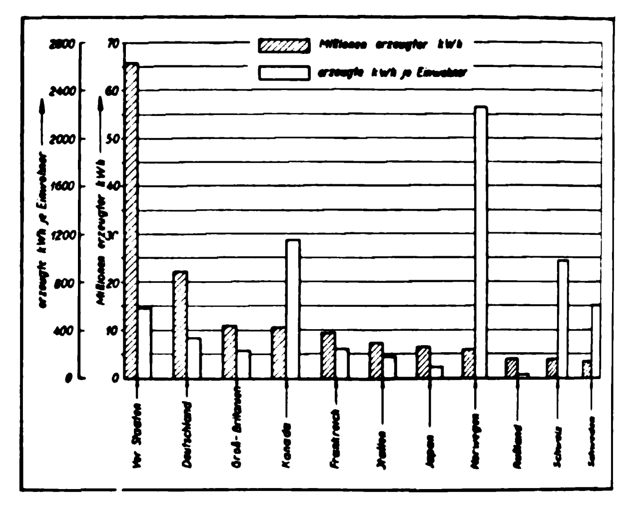


Abb. 8. Stromerzeugung in den Kulturstaaten.

Wir stehen auf der Erde an zweiter Stelle in der Elektrizitätsversorgung, sorgen wir dafür, daß niemand uns diesen Platz streitig macht.

Selbsttätige Abschaltung von Hochspannungsprüfanlagen beim Durchschlag des Prüfstückes.

(Mitteilung des physikalischen Laboratoriums der Kabelfabrik A. G. Bratislava, Tschechoslowakei.)

Von **Ludwig Tschiassny**, Preßburg.

Übersicht. Bei der Spannungsprüfung von Prüfstücken größerer Kapazität versagen die auf der Überstromwirkung beruhenden Vorrichtungen für selbsttätige Abschaltung beim Durchschlag des Prüfstückes. Eine auf Spannungsabfall aufgebaute Einrichtung ist jedoch jederzeit zu verwenden. Diese beiden Tatsachen werden nachgewiesen, hierbei wird eine kurze Beschreibung des Verhaltens von Prüfanlagen bei kapazitiver Belastung überhaupt gegeben und schließlich eine auf Spannungsabfall beruhende selbsttätige Abschaltvorrichtung beschrieben.

Bei der Spannungsprüfung von Isolierstoffen für höhere Spannungen ist es in vielen Fällen erwünscht, eine Einrichtung zu besitzen, welche beim Durchschlag des Prüfstückes die Hochspannungsprüfanlage selbsttätig abschaltet. Die Notwendigkeit der Abschaltung der Prüfanlage ergibt sich nicht nur daraus, daß in manchen Fällen der die Anlage nach dem Durchschlag durchfließende Kurzschlußstrom eine Größe erreicht, welche den Nennstrom bedeutend übersteigt und infolge der Wärmewirkungen Schaden anrichtet, sondern sie kann auch durch Gründe, welche der Durchführung der Prüfung selbst entspringen, bedingt sein. Bei Verlustwinkelmessungen ist z. B. eine möglichst schnelle Abschaltung aus Gründen der Sicherheit für den Beobachter und für die verwendeten Instrumente erforderlich; soll die Lage des Durchschlagkanals beobachtet werden, so darf er nicht durch einige Zeit andauerndes Durchbrennen zu einem großen Loch erweitert werden, an dem nichts mehr zu sehen ist. Endlich ermöglicht es die Aufstellung einer solchen Einrichtung, bei Dauerspannungen (sei es eine Spannungsprüfung, welche so lange fortgesetzt wird, bis das Prüfstück durchschlägt, sei es nur die vorschriftsmäßige Prüfung eines zu liefernden Stückes durch eine bestimmte Zeit hindurch) das Prüfstück samt der Anlage sich selbst zu überlassen und eine Alarmeinrichtung aufzustellen, welche beim Durchschlag anspricht.

Bei der Prüfung von kleineren Kapazitäten (Isolierstoffen, kurzen, einige Meter langen Kabelstücken) werden allgemein Einrichtungen verwendet, welche ihre Wirkung der beim Durchschlag auftretenden Stromerhöhung des Anlagestromes verdanken, wie z. B. Schmelzsicherungen hoch- oder niederspannungsseitig, Überstromschalter oder Überstromrelais niederspannungsseitig. Will man nun diese Einrichtungen auch bei der Prüfung von größeren Kapazitäten (längeren Kabelstücken) verwenden, so stößt man auf Schwierigkeiten, die in dem Vorhandensein eines namhaften kapazitiven Ladestromes des Prüfstückes begründet sind.

Im folgenden sollen die Änderungen der Strom- und Spannungsverhältnisse beim Durchschlag des Prüfstückes untersucht werden; es wird gezeigt werden, daß man bei Prüfstücken von größerer Kapazität eine in allen Fällen brauchbare selbsttätige Abschaltvorrichtung nicht auf die Stromerhöhung beim Durchschlag aufbauen kann, da in gewissen Fällen eine solche überhaupt nicht vorhanden ist, sondern vielmehr die Größe des Stromes beim Durchschlag abnimmt. Es wird aber nachgewiesen werden, daß eine Einrichtung, die auf der Wirkung des Spannungsabfalles des Generators beim Durchschlag beruht, jederzeit verwendbar ist, und es wird eine Schaltung angegeben werden, die sich als äußerst praktisch erwiesen hat. Bei der Durchführung der Rechnung wird es nötig sein, auf die eigentümlichen Verhältnisse bei Kabelprüfanlagen etwas einzugehen[1]. Wir betrachten eine einphasige Prüfanlage nach Abb. 1, bei welcher an die Generatorklemmen parallel zum Prüftransformator eine Drosselspule geschaltet ist, wie es bei Anlagen für die Prüfung größerer Kapazitäten häufig üblich ist. Wie wir gleich sehen werden, besteht die Wirkung der Drosselspule in einer Erhöhung der oberen Grenze der Kapazität, die mit der Anlage mit Rücksicht auf die Selbsterregung noch geprüft werden kann. Im Betrieb mit der Drosselspule erhält man auch im allgemeinen eine bessere Kurvenform der Spannung als im

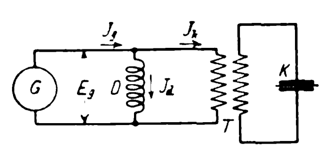


Abb. 1. Schaltbild einer einphasigen Hochspannungsprüfanlage mit Drosselspule.

---

[1] Näheres darüber bzw. über die Verhältnisse bei kapazitiver Belastung z. B. bei R. Rüdenberg, Elektrische Schaltvorgänge, 1. Aufl. S. 300. Verlag Julius Springer, Berlin 1923. — Fränkel, Theorie der Wechselströme, S. 177. Verlag Julius Springer, Berlin 192[illegible] — Mandl, Das Aufladen großer Netze mit Drehstromgeneratoren. El. u. Maschinenb. Bd. 44, S 577. — Fabinger, Selbsterregung von Hochspannungsprüfanlagen. Elektrotechnicky Obzor 1925, S. 638, 648, 661, 679 u. 693.

Betrieb ohne Spule. Die erhaltenen Gleichungen kann man selbstverständlich auch für den Fall einer nicht vorhandenen Drosselspule anwenden, da man durch eine entsprechende Substitution die Gleichungen für diesen Fall erhält. Die Rechnung soll unter vereinfachenden Annahmen durchgeführt werden. Die Leerlaufcharakteristik des Generators und die Charakteristik der Drosselspule sollen durch ihre Tangenten im Ursprung ersetzt werden, der Magnetisierungstrom des Transformators und sämtliche Ohmschen Widerstände werden vernachlässigt. Es seien:

E die infolge der Erregung im Generator entstehende EMK in Volt,
E_g die Klemmenspannung des Generators in Volt,
E_k die auf die Niederspannungseite reduzierte am Kabel liegende Spannung in Volt,
J_g der den Generator durchfließende Strom in Amp.,
J_k der das Kabel durchfließende Strom, auf die Niederspannungseite reduziert, in Amp.,
$ü$ das Übersetzungsverhältnis des Transformators,
c die Kapazität des Kabels in Mikrofarad,
b die Größe $\omega ü^2 \cdot 10^{-6}$, wobei $\omega = 2\pi f$,
X_g die Gesamtreaktanz des Generators in Ohm,
X_d die Reaktanz der Drosselspule in Ohm,
X_t die gesamte Streureaktanz des Transformators, auf die Niederspannungseite bezogen, in Ohm,
$X_k = -\frac{1}{bc}$ die Reaktanz des Kabels, auf die Niederspannungseite bezogen, in Ohm,
$A = 1 + \frac{X_g}{X_d}$ eine die Wirkung der Drosselspule charakterisierende Größe.

Induktive Ströme seien positiv, kapazitive negativ. Bei nicht vorhandener Drosselspule ist $X_d = \infty$, $A = 1$ zu setzen. Schlägt das Prüfstück durch, so ändern sich die Ströme und Spannungen; die Werte nach dem Durchschlag seien durch einen hinzugefügten Stern gekennzeichnet. Die Strom- und Spannungsbeziehungen bei nicht durchgeschlagenem Kabel lauten:

$$\left.\begin{aligned} E_g &= E - J_g X_g \\ E_k &= E_g - J_k X_t \\ J_k &= J_g - J_d \\ E_g &= J_d X_d \\ E_k &= J_k X_k \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

Durch Auflösung der Gleichungen erhält man

$$E_k = \frac{E}{A} = \frac{1}{1 - \frac{c}{c_{kr}}} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$c_{kr} = \frac{1}{b\left(\frac{X_g}{A} + X_t\right)} \quad \ldots\ldots\ldots (2a)$$

$$J_g = \frac{J_k}{b X_d}\left(\frac{1}{c_0} - \frac{1}{c}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$c_0 = \frac{1}{b(X_d + X_t)} \quad \ldots\ldots\ldots (3a)$$

Gl. (2) stellt die Beziehung zwischen der auf die Niederspannungseite reduzierten Prüfspannung E_k und der durch die Erregung bestimmten EMK E des Generators dar, somit auch die Beziehung zwischen der Spannung hochspannungseitig und der Erregung des Generators. Man sieht aus der Gleichung, daß für eine konstante Spannung E_k mit wachsender Kapazität c die EMK und somit die Erregung des Generators abnimmt. Für eine gewisse Größe c_{kr} der angehängten Kapazität, im folgenden die kritische Kapazität genannt, deren Größe durch Gl. (2a) gegeben ist, verschwindet die Erregung des Generators von den Magneten aus vollständig. Dies entspricht dem Fall der Spannungsresonanz zwischen den Induktivitäten der Maschinen und der Kapazität des Prüfstückes. Unter den von uns gemachten vereinfachenden Voraussetzungen wird für die kritische Kapazität c_{kr} die Spannung hochspannungseitig bei von Null verschiedener Erregung des Generators unendlich groß. Ist die Erregung des Generators gleich Null, dann ist jede beliebige Spannung hochspannungseitig möglich. In Wirklichkeit treffen die der Rechnung zugrunde liegenden Voraussetzungen nicht zu, es wird sich je nach der Größe der Magneterregung eine in erster Linie von der Magnetisierungskurve des Generators abhängende, mehr oder weniger hohe, jedenfalls aber unerwünscht hohe Spannung hochspannungseitig einstellen. Die kritische Kapazität c_{kr} ist die niedrigste Kapazität, bei welcher Selbsterregung auftreten kann. Näheres über diese Verhältnisse gibt das angeführte Buch von Rüdenberg. Es ist klar, daß solche Erscheinungen im normalen Betrieb vermieden werden müssen; es wird also eine Kabelprüfanlage nur für die Prüfung von Kapazitäten zu verwenden sein, die noch um einen gewissen Betrag kleiner sind als die kritische Kapazität. Für die zu prüfenden Kapazitäten gilt also durchweg die Ungleichung

$$0 < c < c_{kr} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

Gl. (3) stellt die Beziehung zwischen dem auf die Niederspannungseite reduzierten, das Kabel durchfließenden Strom J_k und dem den Generator durchfließenden Strom J_g dar. J_k ist als kapazitiver Ladestrom negativ. Für kleine Kapazitäten $c < c_0$ ist nach Gl. (3) der Generator induktiv belastet (J_g positiv), die induktive Belastung durch die Drosselspule ist größer als die kapazitive Belastung durch das Prüfstück. Für eine gewisse Kapazität c_0 heben sich die beiden Belastungen auf, der Generator ist vollständig entlastet, $J_g = 0$. Dieser Zustand wird als Stromresonanz bezeichnet. Ist $c > c_0$, so überwiegt die kapazitive Last, der Generator ist kapazitiv belastet, der den Generator durchfließende kapazitive Strom ist jedoch kleiner als der vom Kabel aufgenommene, die Drosselspule entlastet den Generator. Zu bemerken ist, daß das Arbeiten bei Stromresonanz vollkommen unbedenklich, ja in gewisser Hinsicht, z. B. was die Kurvenform der Generatorspannung anbelangt, vorteilhaft ist.

Die Verwendung der Drosselspule beschränkt sich im allgemeinen auf Fälle, bei denen c größer oder doch zumindest nicht um vieles kleiner als c_0 ist. Jedenfalls wird man die Drosselspule dann nicht mehr verwenden, wenn die zu prüfende Kapazität so klein ist, daß der (induktive) Generatorstrom bei Verwendung der Drossel größer ist als der (kapazitive) Ladestrom ohne Verwendung der Drossel. Diejenige Kapazität, für welche diese beiden Ströme gleich groß sind, möge c_1 heißen. Wir erhalten die Größe von c_1, wenn wir in Gl. (3) $J_g = -J_k$ setzen und Gl. (3a) berücksichtigen:

$$c_1 = \frac{1}{b(2X_d + X_t)}; \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

selbstverständlich ist $c_1 < c_0$.

Durch Einsetzen des Wertes von A in die Gl. (2a) läßt sich ersehen, daß c_0 immer kleiner ist als c_{kr}, was ja auch nach dem Wesen der Sache selbstverständlich ist. Ist keine Drosselspule angeschlossen, so ist $c_0 = 0$.

Wir gehen nun zur Untersuchung der Verhältnisse beim Durchschlag des Prüfstückes über. Den Durchschlag können wir mit großer Annäherung als einen vollkommenen Kurzschluß hochspannungseitig auffassen. Diese Annäherung ist um so besser, als ein eventuell vorhandener Übergangswiderstand ein Ohmscher Widerstand ist, welcher zu den nur in Betracht gezogenen Impedanzen senkrecht steht und auf die absolute Größe der Ströme und Spannungen erst in zweiter Linie Einfluß hat. Die Erregung des Generators und daher auch seine EMK E vor und nach dem Durchschlag sind gleich groß. Wir drücken aus den Gl. (1) durch entsprechende Elimination die Größen J_g, J_k und E_g durch E und die Impedanzen aus. Nach erfolgtem Durchschlag gelten wiederum die Gl. (1), nur haben wir für X_k Null zu setzen. Durch entsprechende Eliminationen erhalten wir J_g^*, J_k^* und E_g^* in Abhängigkeit von E und den Impedanzen. Dividieren wir die erhaltenen Gleichungen entsprechend durcheinander, so ergibt sich:

$$\frac{J_g^*}{J_g} = \frac{c_{kr} - c}{c_0 - c} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

$$\frac{J_k^*}{J_k} = 1 - \frac{c_{kr}}{c} \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

$$\frac{E_g^*}{E_g} = -\frac{b X_t (c_{kr} - c)}{1 - b X_t c} \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

Aus den Gl. (6) und (7) ersieht man, daß die Verhältnisse $\frac{J_g^*}{J_g}$ bzw. $\frac{J_k^*}{J_k}$ für $c_0 < c < c_{kr}$ bzw. bei abgeschalteter oder nicht vorhandener Drosselspule für $0 < c < c_{kr}$ je nach der Größe der Kapazität c kleiner oder größer als -1 sind, daß also beim Durchschlag manchmal eine Stromerhöhung, manchmal eine Stromverringerung erfolgt. Bei niedrigen Kapazitäten erfolgt eine Stromerhöhung, bei höheren Kapazitäten eine Erniedrigung.

Der Wert der Kapazität, bei welcher der Strom im Transformator J_k beim Durchschlag seine Größe nicht ändert, ist durch die Bedingung $\frac{J_k^*}{J_k} = -1$ gegeben. Für

die Kapazität ergibt sich in diesem Falle $\frac{c_{kr}}{2}$, die Hälfte der kritischen Kapazität. Die Kapazität, bei welcher der Strom im Generator beim Durchschlag seine Größe nicht ändert, ergibt sich durch die Bedingung $\frac{J_g^*}{J_g} = -1$ zu $\frac{c_0 + c_{kr}}{2}$. Berücksichtigt man den Einfluß der Eisensättigung, des Magnetisierungstromes und der Ohmschen Widerstände, so werden sich die Verhältnisse quantitativ etwas ändern, ihrem Wesen nach jedoch nicht. Es ist klar, daß eine auf Überstrom beruhende selbsttätige Abschaltvorrichtung bei kapazitiver Belastung nur dann wirksam sein kann, wenn die angehängte Kapazität kleiner als $\frac{c_{kr}}{2}$ ist, falls auf die Abschaltvorrichtung der Transformatorstrom wirkt. Wirkt auf die Einrichtung der Generatorstrom, dann ist die in Betracht kommende Grenze für die Kapazität $\frac{c_0 + c_{kr}}{2}$. Aber auch unterhalb dieser Kapazitäten macht es Schwierigkeiten, eine Einrichtung zu schaffen, welche für alle vorkommenden, von der Höhe der Prüfspannung abhängenden Ladeströme zu verwenden ist.

Um nun zu untersuchen, ob man die Änderung der Klemmenspannung des Generators beim Durchschlag zur selbsttätigen Abschaltung verwenden kann, müssen wir uns mit dem Verhältnis $\frac{E_g^*}{E_g}$ beschäftigen. Es ist aber vorzuziehen, den plastischeren Begriff des relativen Spannungsabfalls beim Durchschlag $p = \frac{E_g - E_g^*}{E_g}$ einzuführen und diesen zu betrachten. Der prozentuale Spannungsabfall ist dann 100 p. Da $p = 1 - \frac{E_g^*}{E_g}$ erhalten wir aus Gl. (8)

$$p = \frac{1 - b\,X_t\,c_{kr}}{1 - b\,X_t\,c} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Die später beschriebene selbsttätige Abschaltvorrichtung ist nun so konstruiert, daß sie beim Auftreten eines gewissen minimal nötigen prozentualen Spannungsabfalles abschaltet. Entsteht ein höherer Spannungsabfall als dieser zum Abschalten unbedingt nötige, so wirkt die Einrichtung natürlich ebenfalls. Wollen wir also, daß die Einrichtung bei sämtlichen beim Arbeiten mit einer bestimmten Hochspannungsprüfanlage vorkommenden prozentualen Spannungsabfällen abschaltet, so müssen wir den niedrigsten von ihnen ermitteln und die Abschalteinrichtung diesem Werte entsprechend konstruieren.

Wir betrachten nun Gl. (9). Wir stellen zunächst fest, daß der Ausdruck $1 - b\,c_{kr}\,X_t$ nur positiv sein kann, da sich bei Berücksichtigung von Gl. (2a) für $b\,c_{kr}\,X_t$ ergibt:

$$b\,c_{kr}\,X_t = \frac{1}{1 + \frac{1}{A}\frac{X_g}{X_t}},$$

ein Ausdruck, der immer kleiner als 1 ist. Da nun c immer kleiner als c_{kr} ist [Ungleichung (4)], sieht man, daß der Spannungsabfall p für sämtliche prüfbaren Kapazitäten positiv ist, bei fallender Kapazität fällt und daher für $c = 0$ einen kleinsten Wert p_0 aufweist,

$$p_0 = 1 - b\,c_{kr}\,X_t = \frac{X_g}{X_g + A X_t} \quad \ldots\ldots \quad (10)$$

Der Wert des Spannungsabfalles für Leerlauf ohne Drossel p_{00} ergibt sich aus dieser Gleichung durch Setzen von $A = 1$ zu

$$p_{00} = \frac{X_g}{X_g + X_t} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Einem Vergleiche von Gl. (10) und (11) entnimmt man, daß für $c = 0$ der relative Spannungsabfall bei Anschluß einer Drosselspule kleiner ist als ohne Anschluß einer solchen. Man könnte nun glauben, daß der Wert p_0 (mit Drosselspule) der maßgebende Wert für den relativen Spannungsabfall ist. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die Drosselspule wird nämlich im praktischen Betriebe erst dann angeschlossen, wenn die zu prüfende Kapazität über ein gewisses Maß hinausgeht. Man kann annehmen, daß die Drosselspule erst oberhalb der Stromresonanz, also bei Kapazitäten $c > c_0$ verwendet wird. Der kleinste Spannungsabfall tritt dann bei Stromresonanz auf, und man erhält seine Größe p_{c_0}, wenn man in Gl. (9) $c = c_0$ setzt;

$$p_{c_0} = \frac{X_g}{X_g + \frac{X_d}{X_d + X_t}\,X_t} \quad \ldots\ldots \quad (12)$$

Man sieht, daß p_{00} kleiner als p_{c_0} ist. Aber auch für kleinere Kapazitäten als c_0 ist der relative Spannungsabfall bei Anschaltung einer Drossel bis zu einer gewissen Grenze noch immer größer als bei Leerlauf ohne Drosselspule. Man kann also für die praktisch vorkommenden Fälle ruhig als den kleinsten Wert des relativen Spannungsabfalles den Wert p_{00} annehmen (Leerlauf ohne Drosselspule).

Für die Konstruktion der selbsttätigen Abschaltevorrichtung ist aber der Wert p_{00} noch immer nicht maßgebend. Die bisherige Rechnung wurde nämlich unter vereinfachenden Annahmen durchgeführt (Generator- und Drosselspulencharakteristik Geraden, Magnetisierungstrom des Transformators und sämtliche Ohmschen Widerstände vernachlässigt). Berücksichtigen wir zunächst nur die Krümmung der Charakteristik des Generators und untersuchen die Verhältnisse näher, so finden wir abermals, daß der niedrigste prozentuale Spannungsabfall bei Leerlauf ohne Drosselspule auftritt, allerdings ist er geringer als der Wert p_{00}, der ohne Berücksichtigung der Eisensättigung gilt. Auch bei Berücksichtigung der Krümmung der Drosselspulencharakteristik, der Ohmschen Widerstände und des Magnetisierungstromes des Transformators wird der kleinste Wert des relativen Spannungsabfalles bei Leerlauf ohne Drosselspule auftreten oder zumindest von diesem nur unwesentlich verschieden sein. — Da der Spannungsabfall bei Berücksichtigung der Eisensättigung kleiner ist als der Spannungsabfall ohne ihre Berücksichtigung, so ist der tatsächlich in Betracht zu ziehende minimale Spannungsabfall p_{min} nicht durch die Gl. (11) gegeben, sondern muß für Leerlauf ohne Drosselspule entweder ohne irgendwelche Vernachlässigungen aus den Maschinendaten berechnet oder durch einen Versuch ermittelt werden.

Um das Wesentliche des Einflusses der Generatorensättigung hervorzuheben, soll eine Konstruktion zur Bestimmung des Spannungsabfalles bei Leerlauf ohne Drosselspule unter vereinfachenden Annahmen gezeigt werden. Es wird angenommen, daß der Magnetisierungstrom des Transformators sowie die Streureaktanz und der Ohmsche Widerstand des Generators vernachlässigbar klein sind, ferner daß die quermagnetisierende Wirkung der Wattkomponente des Stromes außer acht gelassen werden darf. — In Abb. 2 ist C die Leerlaufcharakteristik des Generators als Abszisse jedoch nicht der Erregerstrom sondern der Ankerstrom aufgetragen. In diesem Fall ist der Tangens des Neigungswinkels φ der Tangente T im Ursprung gegen die Abszisse gleich der bei geringer Eisensättigung auftretenden Generatorreaktanz X_g.

Abb. 2. Graphische Auffindung von p_{min} bei gewissen vereinfachenden Annahmen.

Der Punkt M ist der Punkt höchster zulässiger Eisensättigung, die Strecke AM ist also die Nennspannung des Generators. Wir ziehen durch den Punkt A unter dem Winkel ψ gegen die Abszisse eine Gerade G, wobei ψ durch folgende Gleichung gegeben ist:

$$\operatorname{tg}\psi = X_t + \frac{R_t^2}{X_t}.$$

R_t ist der auf die Niederspannungseite reduzierte Gesamtwiderstand des Transformators. Der Schnittpunkt der Geraden G mit der Charakteristik C ist der Punkt F, die Strecke EF ist die Spannung nach dem Durchschlag. Der gesuchte Spannungsabfall p_{min} hat die Größe

$$p_{min} = \frac{AM - EF}{AM}.$$

Die Begründung der Konstruktion liegt in folgendem. Bei entsprechendem Maßstab gibt die Abszisse Amperewindun-

gen an; der Strecke OA entsprechen dann die von den Magneten herrührenden Amperewindungen zur Erzielung der Spannung AM. Der Kurzschlußstrom J ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$J = \frac{E_g}{\sqrt{X_t^2 + R_t^2}}.$$

E_g ist die Klemmenspannung des Generators bei Kurzschluß, die durch die resultierende Wirkung der Magneterregung und die Anker-Gegenamperewindungen entsteht. Infolge unserer Voraussetzungen schließt der für die Gegenamperewindungen maßgebende Blindstrom J_b mit der elektromotorischen Kraft denselben Winkel wie mit der Klemmenspannung E_g ein und seine Größe ist daher

$$J_b = J \frac{X_t}{\sqrt{X_t^2 + R_t^2}} = E_g \frac{X_t}{X_t^2 + R_t^2}.$$

Es ist somit $E_g = J_b \operatorname{tg} \psi$, wobei $\operatorname{tg} \psi$ den oben angeführten Wert hat. Die Strecke AE sind die Gegenamperewindungen, die Strecke OE die resultierenden Amperewindungen, damit ist die Konstruktion klargestellt.

Es ist auch sofort einzusehen, daß der relative Spannungsabfall um so kleiner wird, je höher wir uns auf der Kurve C befinden, daß also die Konstruktion für den Punkt höchster zulässiger Eisensättigung, d. i. für den Punkt M, durchzuführen ist. Wird die Eisensättigung vernachlässigt, so geht die Charakteristik C in die gegen die Abszisse um φ° geneigte Gerade C' über. Dabei ist der Ursprung von O auf O' verschoben. Für den relativen Spannungsabfall beim Durchschlag p_{00}' ergibt sich dann

$$p_{00}' = \frac{AM - GH}{AM},$$

ein Wert, der größer ist als der vorhin gefundene $p_{\min}$.

Bei praktisch ausgeführten Hochspannungsprüfanlagen ist gewöhnlich für Umschaltbarkeit des Generators und des Transformators Vorsorge getroffen. Bei jeder Umschaltung ändert sich die Reaktanz der betreffenden Maschine. Es sind also die minimalen Spannungsabfälle beim Durchschlag (bei Leerlauf ohne Drossel) bei verschiedenen Schaltungen der Maschinen verschieden groß.

Von diesen verschiedenen minimalen Spannungsabfällen fassen wir den niedrigsten ins Auge und haben dann in ihm den beim Arbeiten mit der Prüfanlage überhaupt vorkommenden niedrigsten Wert des Spannungsabfalls.

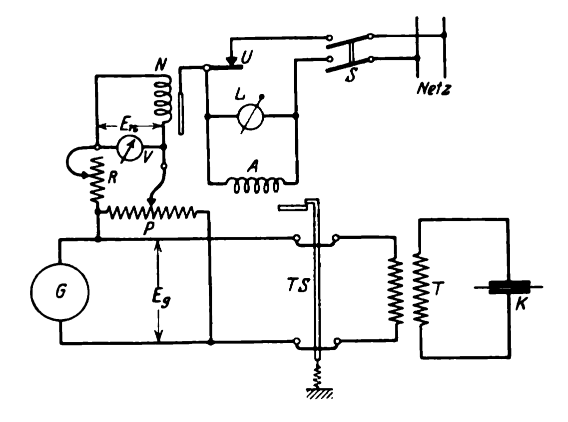


Abb. 3. Selbsttätige, auf der Wirkung eines Nullspannungsrelais beruhende Abschaltvorrichtung.

Es handelt sich nun darum, die Eigenschaft des relativen Spannungsabfalles beim Durchschlag für die selbsttätige Abschaltung der Anlage in einer Anordnung auszunutzen, welche universell zu verwenden ist, d. h. für sämtliche vorkommenden Generatorspannungen. Eine solche auf der Wirkung eines Nullspannungsrelais beruhende Anordnung ist in Abb. 3 dargestellt. Die Einrichtung ist auf folgende Weise zu verwenden: Zunächst sei bei offenem Schalter S durch entsprechende Regelung der Erregung des Generators G die gewünschte Prüfspannung erzielt worden. Hierauf werden das Potentiometer P und der Widerstand R so eingestellt, daß an den Klemmen des Nullspannungsrelais N seine Nennspannung E_n herrscht. Dadurch wird der Anker des Nullspannungsrelais angezogen und der Kontakt U wird geöffnet. Zur richtigen und schnellen Einstellung dieser Spannung E_n dient das zum Nullspannungsrelais N parallelgeschaltete Voltmeter V. Die bis jetzt beschriebenen Vorgänge fanden bei offenem Schalter S statt. Nun wird der Schalter S geschlossen. Das Ausschaltrelais A des Transformatorschalters TS, welches in stromdurchflossenem Zustand die Abschaltung des Transformators bewirkt, ist stromlos, da der Kontakt U geöffnet ist. Erfolgt nun ein Durchschlag des Prüfstückes, so sinkt die Generatorspannung um $100\,p\%$ und infolgedessen die am Nullspannungsrelais befindliche Spannung E_n ebenfalls um $100\,p\%$. Ist das Nullspannungsrelais entsprechend konstruiert, so fällt hierbei sein Anker ab, der Kontakt U wird geschlossen und das Ausschaltrelais A schaltet den Transformator und somit die Hochspannung ab. Parallel zum Ausschaltrelais A kann eine Alarmvorrichtung L liegen, welche ein Signal abgibt.

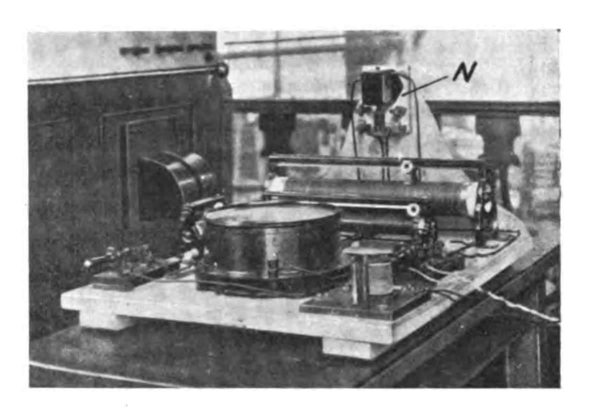


Abb. 4. Ansicht der bei der Kabelfabrik A. G. Bratislava verwendeten Apparatur.

Damit das Nullspannungsrelais in sämtlichen Betriebsfällen mit Sicherheit abfällt, ist es notwendig, aber auch hinreichend, daß seine Empfindlichkeit dem niedrigsten vorkommenden Spannungsabfall $p_{\min}$ entspricht. Es ist selbstverständlich, daß die Einrichtung nur für Generatorspannungen, die höher als die Nennspannung E_n des Nullspannungsrelais oder ihr mindestens gleich sind, verwendet werden kann. Damit die Anwendungsmöglichkeit dem Prüfbereich der Hochspannungsanlage entspricht, muß die Nennspannung des Relais entsprechend niedrig gewählt sein.

Soll die Einrichtung schon während der Einstellung der Prüfspannung des Prüfstückes oder bei Momentandurchschlagversuchen während ihrer allmählichen Erhöhung verwendet werden, so ist es nötig, die Einstellung des Potentiometers P bei einer niedrigen Spannung vorzunehmen und sie dann während der Spannungserhöhung so zu ändern, daß am Nullspannungsrelais immer dieselbe Spannung E_n liegt. Im Gegensatz zu einer auf der Wirkung des Überstromes beruhenden Einrichtung (Sicherungen, Automaten) besitzt die geschilderte Einrichtung den Nachteil, daß bei ihrer Verwendung jedesmal eine Einstellung erfolgen muß. Man wird also bei kleinen zu prüfenden Kapazitäten von der Verwendung von Sicherungen und Automaten wegen ihrer einfachen Handhabung nicht Abstand nehmen. Bei der Prüfung von größeren Kapazitäten versagt jedoch deren Wirkung, und man muß zu dem Nullspannungsrelais greifen. Der Wirkungsbereich des Nullspannungsrelais ist jedoch im Gegensatz zu dem der Automaten und Sicherungen universell, es kann beinahe ebenso gut wie diese auch bei Leerlauf verwendet werden.

Eine der in Abb. 3 dargestellten Einrichtung ähnliche wird in der Kabelfabrik A. G. Bratislava verwendet. Abb. 4 gibt die Ansicht der auf einem Brett montierten transportablen Apparatur. Diese kann je nach Bedarf an eine der beiden Hochspannungsanlagen angeschlossen werden. Das Nullspannungsrelais N ist, wie man sieht, von äußerst einfacher Konstruktion und erfüllt seinen Zweck vollständig. Es ist für 30 V Nennspannung gewickelt, die Spannung der Generatoren der beiden Prüfanlagen beträgt 500 und 250 V. Die Einrichtung ist seit über Jahresfrist in Verwendung und hat sich äußerst gut bewährt.

Stromzuführung bei Hebezeugen.

Von Ing. G. **Rabinowitsch**, Adamov.

Übersicht. Es werden auf Grund theoretischer Betrachtungen neue Wege zur konstruktiven Durchbildung von Kabeltrommeln für die Stromzuführung mittels Kabels gezeigt.

Bei Kranen, wo die Schleifleitungen zur Stromzuführung, z. B. zur Katze, durch ein gemeinsames Kabel ersetzt werden, wird die Anordnung so getroffen, daß die Kabeltrommel sich auf der Kranbrücke befindet, wobei die Spannung im Kabel durch Spiralfedern oder Belastungsgewichte erzeugt wird. Wie die Praxis zeigt, wird bei solcher Ausführung die Spannung im Kabel wohl für eine Fahrtrichtung aufrechterhalten, für die zweite dagegen hängt das Kabel schlaff. Außerdem macht vielfach die Unterbringung der Belastungsgewichte Schwierigkeiten.

Um diesen Übelständen vorzubeugen, kann die Kabeltrommel auf der Katze untergebracht und durch zwangläufigen Antrieb in Abhängigkeit von der jeweiligen Katzenstellung gebracht werden. Bei größeren Kranen, bei denen der Fahrwiderstand im Vergleich zur Spannkraft im Kabel groß ist, kann die Trommel unmittelbar auf die Laufradachse aufgekeilt werden.

Nun würde sich, wie aus den folgenden Betrachtungen hervorgeht, bei zylindrischer Form der Kabeltrommel für jede Katzenstellung eine andere Spannkraft im Kabel ergeben. Um dieselbe konstant zu halten, muß man die Kabeltrommel nach einer ganz bestimmten Form gestalten, die durch die Eigenschaften des gewählten Kabels (zulässige Zugbeanspruchung und Gewicht für 1 lfd. m) sowie die Spannweite des Kranes festgelegt ist.

Der Einfachheit halber setzen wir voraus, daß die beiden Kabelenden in gleicher Höhe sich befinden, was auch in den meisten Fällen zutrifft, bzw. der Höhenunterschied ist so gering, daß er für die folgende Rechnung vernachlässigt werden kann. Für ein vollkommen biegsames Seil gilt nach den Bezeichnungen der Abb. 1 die Gleichung

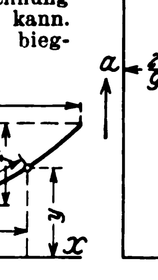


Abb. 1. Kettenlinie.

Abb. 2. Beziehung zwischen Spannweite a und Durchhang f bei konstanter Spannkraft im Kabel.

$$y = \frac{h}{2}\left(e^{\frac{x}{h}} + e^{-\frac{x}{h}}\right) = h \operatorname{Cof} \frac{x}{h},$$

oder in eine unendliche Reihe zerlegt:

$$y = h + \frac{x^2}{2!\,h} + \frac{x^4}{4!\,h^3} + \cdots$$

Ferner ist die Bogenlänge

$$\frac{l_x}{2} = x + \frac{1}{3!}\frac{x^3}{h^2} + \frac{1}{5!}\frac{x^5}{h^4} + \cdots$$

Ist S die Spannkraft im Scheitel A und g das Gewicht der Längeneinheit des Seiles, so folgt für den Parameter h:

$$h = \frac{S}{g}.$$

Für den Befestigungspunkt ist $x = \frac{a}{2}$ und $y = h + f$, wobei in unserem Falle a veränderlich ist und die jeweilige Katzenstellung angibt und f den dazugehörigen Durchhang bedeutet. Somit ist

$$\frac{l}{2} = \frac{a}{2} + \frac{a^3}{48\,h^2} + \frac{a^5}{3840\,h^4} + \cdots = \frac{a}{2} + \frac{a^3 g^2}{48\,S^2} + \frac{a^5 g^4}{3840\,S^4} + \cdots \quad (1)$$

$$f = \frac{a^2}{8\,h} + \frac{a^4}{384\,h^3} + \cdots = \frac{a^2 g}{8\,S} + \frac{a^4 g^3}{384\,S^3} + \cdots \quad (2)$$

Für die in Betracht kommenden Spannweiten genügt es, in der Gl. (1) die ersten zwei Glieder, in der Gl. (2) das erste Glied zu berücksichtigen (Ersatz der Kettenlinie durch eine Parabel):

$$\frac{l}{2} = \frac{a}{2} + \frac{a^3 g^2}{48\,S^2},$$

$$l = a + \frac{a^3 g^2}{24\,S^2}, \quad (3)$$

$$f = \frac{a^2 g}{8\,S} \quad \text{oder} \quad S = \frac{a^2 g}{8\,f}. \quad (4)$$

Für den Aufhängepunkt ist die Spannkraft im Kabel

$$S' = \frac{a^2 g}{8\,f} + g\,f = S + g\,f.$$

Da das zweite Glied dieser Gleichung in Vergleich zum ersten verschwindend klein ist, braucht man für die folgende Rechnung nur die Spannkraft S im Scheitel zu berücksichtigen.

Unter Zugrundelegung der Bedingung, daß für jede beliebige Katzenstellung eine konstante Spannkraft S im Kabel aufrechterhalten werden soll, ergibt sich aus der Gl. (4) für den jeweiligen Durchhang f ein ganz bestimmter Wert $f = k_1 a^2$, wobei $k_1 = \frac{g}{8\,S}$ aus den Angaben über das Kabel bekannt ist. Die Beziehung zwischen Durchhang f und der Spannweite a ist in der Abb. 2 dargestellt, und zwar bildet sie eine Parabel mit dem Parameter $\frac{8\,S}{g}$.

Die Kabellänge l, die beim Verfahren der Katze um den Weg a abgewickelt werden muß, ergibt sich unter Zugrundelegung derselben konstanten Spannkraft aus Gl. (3): $l = a + k_2 a^3$, wobei $k_2 = \frac{g^2}{24\,S^2}$ ebenfalls bekannt ist. Das bedeutet, daß die von der Kabeltrommel abgewickelte Kabellänge um den Betrag $k_2 a^3$ größer ist, als der von der Katze in der gleichen Zeit zurückgelegte Weg a. Die einzelnen Kabelwindungen bilden somit eine Spirale von stets nach dem obigen Gesetz wachsenden Umfängen der Windungen, so daß die Kabeltrommel die in der Abb. 3 dargestellte Form annimmt.

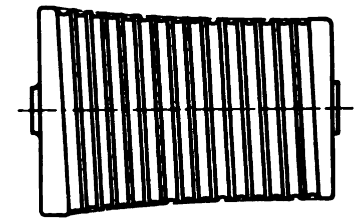


Abb. 3. Kabeltrommel für konstante Spannkraft im Kabel.

Über das Größenverhältnis der Konstanten k_1 und k_2 möge folgendes praktisches Beispiel Anhaltspunkte geben.

Beispiel. Für einen Drei-Motoren-Laufkran von 15 m Spannweite mit zwei auf der Katze befindlichen Drehstrommotoren sowie einem Bremsmagneten und Hubausschalter konnte durch Vereinigung von sowohl je einer Stator- als auch je einer Rotorklemme beider Motoren die Anzahl der Kabellitzen auf zwölf reduziert werden. Gewicht des Kabels $g = 0{,}6$ kg/m, Außendurchmesser desselben 20 mm. Unter Zugrundelegung einer Zugbeanspruchung des Kabels von 20 kg ergeben sich die Konstanten

$$k_1 = \frac{g}{8\,S} = \frac{0{,}6}{8 \cdot 20} = 0{,}00375,$$

$$k_2 = \frac{g^2}{24\,S^2} = \frac{0{,}6^2}{24 \cdot 20^2} = 0{,}000\,0375.$$

Die abgewickelte Kabellänge ist

$$l = a + k_2 a^3 = 15{,}127 \text{ m}$$

und der größte Durchhang

$$f = k_1 a^2 = 0{,}844 \text{ m}.$$

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Elektrische Felder einiger Hochspannungskabel. — Bei der Bestimmung der elektrischen Felder der Hochspannungskabel gestalten sich die theoretischen Berechnungen so schwierig, daß man gezwungen ist, zu den experimentellen Methoden Zuflucht zu nehmen. Eine von den genauesten der experimentellen Methoden ist diejenige der „Kapazitätsonde"[1]. Zwischen die Elektroden *AA* sei ein Leiter *S* eingeführt, der so geformt ist, daß er gänzlich in eine Niveaufläche zu liegen kommt (Abb. 1);

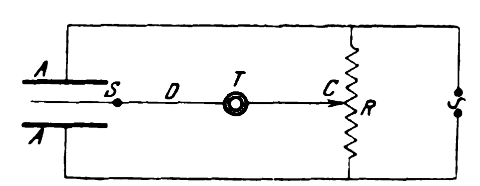


Abb. 1. Prinzip der Feldbestimmung.

S ist mit dem Schieber *C* eines parallel zu den Elektroden geschalteten Widerstandes *R* verbunden. Ist nun das Potential des Schiebers gleich dem der Niveaufläche vor Einbringung des Leiters *S*, so fließt in der Verbindungsleitung *D* kein Strom. Man kann also mit dieser Anordnung das Potential in einzelnen Punkten der Felder bestimmen. Dazu führen wir in das Feld die Sonde *S* ein und verschieben *C*, bis der Strom in *D* ausbleibt. Um genaue Resultate zu erhalten, muß der Verbindungsdraht sorgfältig elektrostatisch geschützt werden. Am besten wird er in ein geerdetes Metallrohr eingeschlossen; der Schieber *C* muß dann auch geerdet werden. Die Genauigkeit der Messungen wird hauptsächlich durch mögliche Fehler in der Einstellung der Sonde begrenzt. In den folgenden Messungen betrug sie etwa 2 %.

Untersucht wurden die Felder eines verseilten Einleiterkabels und eines Drehstrom-Sektorkabels, und zwar an entsprechend hergestellten Modellen. Die untersuchten Einleiterkabel waren 7drähtig (6 Drähte außen) und 19drähtig (12 Drähte außen). Beim verseilten Einleiterkabel war es von Interesse, festzustellen, um wieviel die elektrische Feldstärke an der Oberfläche des Innenleiters von derjenigen abweichen konnte, die man bekam, wenn man die Seele als Kreiszylinder auffaßte. Es ergab sich ein Mehrwert von etwa 20 %, der mit dem von Atkinson[2] für ähnliche Fälle angegebenen (20…30 %) und dem von Deutsch[3] theoretisch berechneten (20…24 %) in gutem Einklang steht. Das Problem des verseilten Kabels wurde auch von einem der Verfasser mittels der Methode der konformen Abbildung[4] theoretisch behandelt und Formeln hergeleitet, die die Spannungsverteilung in einem solchen Kabel genau zu berechnen erlauben. Die Übereinstimmung zwischen den berechneten und gemessenen Werten erwies sich als gut.

Beim Sektorkabel wurden die Spannungsverteilungen bestimmt, die zwei Augenblickswerten der Drehspannung entsprechen, bei denen man die größten elektrischen Beanspruchungen zu erwarten hat. Sie wiederholen sich sechsmal während einer Periode. (V. Fock, W. Malyschew u. A. Walther, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 463.)

Mechanismus des Kabeldurchschlags. — Nachdem die zahlreichen Forschungsarbeiten der letzten Jahre keinen Zweifel mehr darüber gelassen haben, daß man in den unvermeidlichen Gaseinschlüssen im Dielektrikum die Wurzel des allmählich sich anbahnenden Kabeldurchschlags zu erblicken hat, konzentriert sich neuerdings das Bemühen der Kabeltechnik darauf, die chemischen Vorgänge bei derartigen stillen Entladungen aufzuklären und aus diesen Erkenntnissen heraus Anhaltspunkte für die Wahl eines geeigneten Tränkmittels zu gewinnen. Nach Untersuchungen von Hirschfeld, Meyer und Connell in Gemeinschaft mit dem Professor für organische Chemie S. Schoepfle (Michigan) müßten an einen geeigneten Tränkstoff folgende Anforderungen gestellt werden:

[1] N. Semenoff u. A. Walther, Z. Phys. Bd. 19, S. 136.
[2] Atkinson, ETZ 1922, S. 205.
[3] Deutsch, ETZ 1911, S. 1175.
[4] Dieselbe Methode wurde schon früher benutzt, um das thermische Feld des Drehstromkabels zu berechnen.

a) Die Polymerisation müßte ohne Kondensation, d. h. ohne Erzeugung von Gas vor sich gehen und an sich möglichst eingeschränkt sein; dabei dürften die sonstigen an eine Tränkmasse zu stellenden Anforderungen nicht minder gut als bisher erfüllt sein.

b) Die Möglichkeit zu sich steigernder Ionisation müßte unterbunden sein.

Unter „Polymerisation" ist die Vereinigung von Molekülen zu größeren Komplexen zu verstehen, z. B.:

$$C_2H_2 + C_2H_2 \rightarrow C_4H_4 \quad \text{oder} \quad (C_2H_2)_2.$$

Bei der „Kondensation", einem ähnlichen Vorgang, spalten sich Wasserstoff oder gasförmige Kohlenwasserstoffe (Methan, Ethan) ab; z. B.:

$$C_{12}H_{26} + C_{12}H_{26} \rightarrow C_{24}H_{48} + 2H_2.$$

Ausgelöst werden solche Vorgänge durch Glimm- und stille Entladungen, Alphateilchen und Kathodenstrahlen, und zwar meist gleichzeitig und in einem von der Sättigung der Kohlenwasserstoffe abhängigen Verhältnis. Die flüssigen und festen Reaktionsprodukte beider Vorgänge scheinen veränderliche Mischungen komplexer Kohlenwasserstoffe zu sein; wahrscheinlich ist Wasserstoff das einzige gasförmige Endprodukt der kumulativ vor sich gehenden Prozesse. Das Streben bei der Suche nach einem geeigneten Tränkmittel muß also dahin gehen, die Neubildung von Gas möglichst zu vermeiden oder einen gasabsorbierenden Stoff zu finden. Nach Versuchen der Verfasser sollen sich nun Öle von Kohlenwasserstoffen der Paraffinreihe am wenigsten eignen, da sie stark Gas abgeben; dagegen werden die ungesättigten, flüssigen Kohlenwasserstoffe als bestgeeignet bezeichnet. Im allgemeinen verdienen außerdem die mittel- oder hochviskosen Öle den Vorzug, nicht also das sog. „resin oil", dessen erfahrungsgemäß gutes Verhalten in anderen Eigenschaften seinen Grund haben muß. Vermutlich bewirkt seine stark negative Temperatur-Widerstandscharakteristik, daß das eine Gasblase umgebende Material hinreichend leitend wird, so daß die in der Gasblase vor sich gehende Entladung zeitweise unterdrückt wird.

Der vielfach beobachtete wachsähnliche Körper in Hochspannungskabeln wird nach Ansicht der Verfasser zu Unrecht als den Durchschlag begünstigend angesehen. Der genannte Körper ließ sich mittels Gasentladungen aus Kabeltränkmassen und ähnlichen Stoffen herstellen; Gasanalysen an Kabeln im Betrieb zeigten ihn im Entstehen. Er muß somit als eines der Endprodukte des elektrischen Bombardements und der damit verbundenen chemischen Vorgänge betrachtet werden; nach Ansicht der Verfasser stellt er ein gutes Dielektrikum dar und ist am Kabeldurchschlag ganz unbeteiligt. — Auch die mit Öl unter Druck gefüllten Kabel scheinen nicht imstande zu sein, bei schnell sich ändernden Belastungs- und damit Temperaturverhältnissen die Entstehung von Hohlräumen zu verhindern. (F. Hirschfeld, A. Meyer u. H. Connell, El. World Bd. 90, S. 897.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Graphisches Verfahren zur Berechnung des Boucherotmotors. — Sind die Konstanten des normalen Motors, aus dem der Boucherotmotor entwickelt werden soll, gegeben, so ist bei bestimmtem Wirkungsgrad und bestimmter Verteilung des Sekundärwiderstandes auf Ring und Stab der Endpunkt des Primärstromvektors nur von $u = \frac{r_2}{r_1}$ und

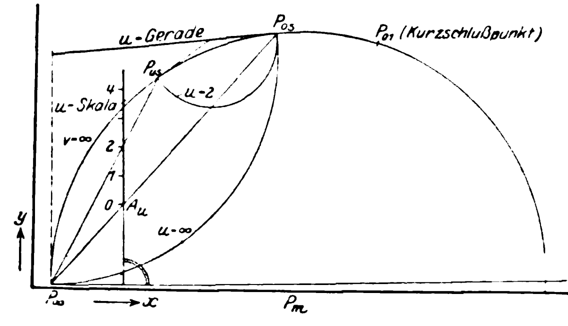


Abb. 2. Lage der u-Kreise.

$v = \frac{k}{r_1}$ abhängig, worin r_1 den Widerstand des inneren, r_2 den Widerstand des äußeren Stabes und k die auf Netzfrequenz bezogene zusätzliche Induktivität des inneren Stabes bedeutet. Für gegebenen Schlupf und beliebige Werte von u und v gibt es zwei Kreisscharen, durch die der Endpunkt des Stromvektors bestimmt ist: Die Kreisschar $u =$ konst. mit dem Parameter v und die Kreisschar $v =$ konst. mit dem Parameter u. Die Mittelpunkte aller Kreise $u =$ konst. liegen auf der Tangente an den Heylandkreis im Punkte P_{os} (Endpunkt des Primärstromvektors für den normalen Motor beim Schlupf s). P_{os} ist ein allen u-Kreisen gemeinsamer Punkt (Abb. 2). Trägt man auf der Strecke $P_\infty P_{os}$ von P_∞ aus die Strecke

$$\frac{1}{\beta - \gamma} \sqrt{\frac{(\alpha s + \beta)^2 + (\sigma s - \alpha \beta)^2}{1 + \alpha^2}}$$

in cm bis A_u ab

$$\left(\alpha = \frac{R_1}{K_1}, \quad \beta = \frac{R_2}{K_2}, \quad \gamma = \frac{r_r \text{(Ringwiderstand)}}{K_2}\right)$$

und legt durch A_u mit A_u als Anfangspunkt eine cm-Skala senkrecht zum Heylandkreisdurchmesser durch P_∞, so schneidet beispielsweise die Verbindungslinie des Teilpunktes 2 dieser Skala mit P_∞ den Heylandkreis in dem gleichen Punkt, in dem der Kreis $u = 2$ den Heylandkreis trifft. Mit diesen Angaben ist die Lage der u-Kreise bestimmt.

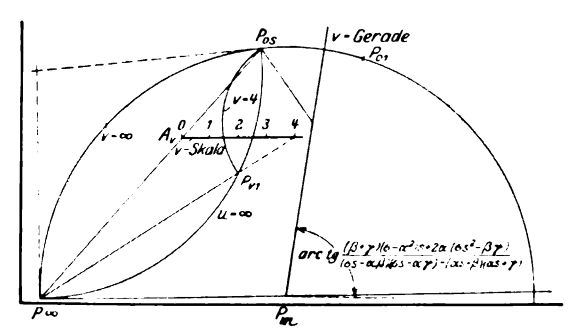


Abb. 3. Lage der v-Kreise.

Die Mittelpunkte der v-Kreise liegen auf einer Geraden durch P_m (Abb. 3). Diese ist gegen die Grundlinie des Diagrammes um

$$\operatorname{arc\,tg} \frac{(\beta + \gamma)(\sigma - \alpha^2)s + 2\alpha(\sigma s^2 - \beta\gamma)}{(\sigma s - \alpha\beta)(\sigma s - \alpha\gamma) - (\alpha s + \beta)(\alpha s + \gamma)}$$

geneigt. Auch die v-Kreise laufen sämtlich durch P_{os}. Einen weiteren Umfangspunkt der v-Kreise findet man in ihrem Schnittpunkt P_{vs} mit dem Kreise $u = \infty$. Legt man durch A_v auf der Strecke $P_\infty P_{os}$ im Abstande $\frac{1}{s} \overline{P_\infty A_u}$ in cm eine cm-Skala parallel zu $P_\infty P_m$ mit dem Anfangspunkt A_v, so liegt P_{vs} auf der Verbindungslinie des v^{ten} Teilpunktes dieser Skala mit P_∞. Auf diese Weise läßt sich für jeden beliebigen Schlupf die Lage des Diagrammpunktes für alle Werte von u und v bestimmen. Dabei sind nur die beiden Ausdrücke

$$\frac{1}{\beta - \gamma} \sqrt{\frac{(\alpha s + \beta)^2 + (\sigma s - \alpha\beta)^2}{1 + \alpha^2}}$$

und

$$\frac{(\beta + \gamma)(\sigma - \alpha^2)s + 2\alpha(\sigma s^2 - \beta\gamma)}{(\sigma s - \alpha\beta)(\sigma s - \alpha\gamma) - (\alpha s + \beta)(\alpha s + \gamma)}$$

zu berechnen. Im allgemeinen wird es genügen, das Diagramm nur für $s = 1$ zu entwerfen, da es sich dem Schmiegungskreis im Punkte $s = 0$ bis über den Kippschlupf hinaus ziemlich eng anschließt. Der Schmiegungskreis an das Diagramm im Punkte $s = 0$ hat die Mittelpunktskoordinaten

$$x_{ms} = \frac{E_K}{2K_1} \cdot \frac{1 + \sigma + 2\frac{u}{1+u}(\beta - \gamma)v}{\alpha^2 + \sigma + (1 + \alpha^2)\frac{u}{1+u}(\beta - \gamma)v}$$

und

$$y_{ms} = \frac{E_K}{K_1}\alpha \cdot \frac{1 + \frac{u}{1+u}(\beta - \gamma)v}{\alpha^2 + \sigma + (1 + \alpha^2)\frac{u}{1+u}(\beta - \gamma)v}.$$

In einer weiteren Abbildung werden alle zur Berechnung des Boucherotmotors notwendigen Ausdrücke gegeben. (H. Lund, Arch. El. Bd. 19, H. 4, S. 472.)

Installation.

Berührungschutzfassungen der Firma Lindner & Co. — Die konstruktive Eigenart des in Abb. 4 dargestellten Berührungschutzes für Porzellanfassungen ist im metallenen, stromlosen Gewindekorb und in der Stromzuführung durch eine seitliche Bronzefeder zu sehen. Der Schutz gegen die Berührung stromführender Teile wird in der Weise erreicht, daß der Glühlampensockel erst dann stromleitend wird, wenn er mehrere Gewindegänge in den Fassungskorb eingedrungen ist und die seitliche Metallfeder berührt. Inzwischen ist die Lampe so tief eingeschraubt, daß eine Berührung der stromführenden Sockelteile nicht mehr möglich ist. Zugleich wird der Berührungschutz durch eine Verlängerung des Porzellanringes erreicht, dessen Form und Höhe bereits einen Schutz gewährleisten. Auf dem Flansch des Gewindekorbes ist eine Sperrfeder befestigt, die in einige Aussparungen des Porzellanringes eingreift und auf diese Weise den Ring gegen Abschrauben ohne Werkzeug sichert. Die Demontage der Fassung ist einfach und bequem. Die Lösung des Porzellanringes wird durch einmaliges Zurückdrücken der Sperrfeder mit einem Schraubenzieher leicht ermöglicht. Hersteller ist die Firma Lindner & Co., elektrotechnische Spezialfabrik für Nieder- und Hochfrequenzapparate, Jecha-Sondershausen.



Abb. 4. Berührungschutzfassung mit stromlosem Gewindekorb.



Abb. 5. Berührungschutzfassung mit verkürztem Gewindekorb und Isoliergewinde.

Bei einer anderen Konstruktion derselben Firma hat man die Kontaktfeder aufgegeben; der Berührungschutz wird hier einerseits durch Verkürzung des Gewindekorbes, anderseits durch ein vorgelagertes Isoliergewinde erreicht (Abb. 5). Der Ring ist mit zwei verschieden großen Gewinden ausgestattet, von denen das weitere sich auf den verkürzten Gewindekorb aufschraubt, das engere eine nicht stromführende Verlängerung des verkürzten Gewindekorbes und zugleich Teilträger der Lampe ist. Die letztere dreht sich zunächst in das Isoliergewinde des Porzellanringes ein und wird erst dann stromführend, wenn der Metallsockel der Glühlampe durch den Porzellanring bereits verdeckt ist. Die Montage der Fassung ist einfach und entspricht im allgemeinen derjenigen der bisherigen Normalfassung. Nachdem der Stein angeschlossen ist, werden Mantel und Kappe ohne den Ring zusammengeschraubt. Das Aufschrauben des Ringes erfolgt erst, nachdem Schale oder Schirm befestigt sind. Der Ring ist wie bei der vorher beschriebenen Konstruktion mittels Sperrfeder gegen Verdrehen gesichert. Die Fassung ist in ihren äußeren Abmessungen nur wenig größer als die berührungschutzlose Normal-Edison-Fassung und paßt für Schirme mit 60 mm Randdurchmesser; sie wird als Messing-Edison-Fassung, als Wand- und Deckenfassung, gerade und schräg und als Schalenhalterfassung jeweils ohne und mit Schalter geliefert. *fi.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Der Arbeitsverbrauch elastischer Bereifungen von Elektrokarren. — Der Fahrbereich eines Batteriefahrzeuges wird im wesentlichen bestimmt durch die Kapazität seiner Batterie. Die Kapazität einer Batterie wird aber mit zunehmender Entladestromstärke geringer. Die Entladestromstärke oder der Fahrstrom hängt vom Fahrwiderstand ab. Bei Vergrößerung des Fahrwiderstandes bzw. des Fahrstromes tritt infolge der üblichen Anwendung von Hauptstrommotoren eine Verminderung der Fahrgeschwindigkeit ein, wodurch die Entladebedingungen etwas gemildert werden. Die Summe der genannten Einflüsse, höherer Fahrstrom, welcher die Batterie-Kapazität herabsetzt, und geringe Geschwindigkeit verringern den Fahrbereich erheblich. Der Fahrwiderstand läßt sich durch Wahl der Bereifung



wesentlich beeinflussen. Die bisherige Annahme, daß die Härte und das Profil in der Hauptsache den Fahrwiderstand der hier in Frage kommenden Vollgummibereifung beeinflussen, läßt sich nach mehrjährigen Versuchen der AEG nicht aufrechterhalten. Z. B. hat das Anordnen von Hohlräumen zweckmäßiger Abmessungen keinen Einfluß auf den Fahrwiderstand, obwohl das Stoßauffangvermögen vergrößert wird. Die Eigenschaften des fertigen Gummis hängen wesentlich von der Behandlung während der Fertigung ab. Die chemische Untersuchung des verarbeiteten Gummis ergibt wenig praktische Anhalte zu seiner Beurteilung.

Zahlentafel 1.

Versuchsgruppe	1	2	2 a	2 b	3	4	5	6	6 a	7
	a) Praktische Untersuchung am Elektrokarren									
1. Fahrbereich bei einer Batterie mit 132 Ah bei 5stündiger Entladung in km	35	48	48	48	58	61	74	87	87	90
2. Fahrwiderstand in kg/t bei v = 10 km/h in der Ebene	31	18	18	18	15,3	14,8	14,3	13,1	13,1	12,9
	b) Physikalische Untersuchung der Bereifung									
3. Elastischer Wirkungsgrad in %	26	29,1	29,1	29,1	44,9	45	41	40	40	50
4. Härtezahl	16	11	11	11	12	16	—*	11	11	15,5
5. Verschleiß bei einem Versuch. Umfangsverminderung in mm	—*	14	14	14	—*	3	21	18	18	6
6. Zerreißfestigkeit in kg/cm²	85	100	100	100	97,5	186	120	105	105	222
7. Zerreißdehnung in %	280	350	350	350	316	485	372	365	365	500
8. Profil des Reifens	trapezförmig	halbrund	trapezförmig	trapezförmig	halbrund	trapezförmig	trapezförmig	trapezförmig	trapezförmig	trapezförmig
9. Besondere Ausführung	—	—	—	—	—	—	—	Hohlraum	—	—
10. Äußerer Durchmesser in mm	500	500	530	500	500	500	500	500	500	500
11. Breite des Reifens in mm	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
12. Statische Belastung eines Reifens in kg	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700

* Keine Messung.

Aus einer Versuchsreihe wird in Zahlentafel 1 ein Auszug aus Ergebnissen physikalischer Prüfungen und praktischer Messungen an im Handel erhältlichen Bereifungen wiedergegeben. (A. Sabiel, AEG-Mitt. 1928, S. 186.) *Sb.*

Verlängerung der Frist für die Errichtung der Rheinisch-Westfälischen Schnellbahn. — Die preußische Staatsregierung hat im Einvernehmen mit dem Reichsverkehrsminister die für die Gründung der Rheinisch-Westfälischen Schnellbahn A. G. in der Konzession von 1924 gestellte Frist auf weitere 15 Jahre verlängert.

Bayerische Zugspitzbahn A. G. — Für den Bau einer gemischten Reibungs- und Zahnradbahn vom Bahnhof Garmisch-Partenkirchen über Eibsee zum Platt und einer Standseilbahn von diesem auf den Zugspitzgipfel[1] ist soeben von der Allgemeinen Lokalbahn- und Kraftwerke-A. G., der Bank Elektrischer Werte, der AEG, Berlin, der Süddeutschen Treuhand-Gesellschaft, München, und dem Direktor Dr. R. Zehnder-Spoerry, Montreux, mit 5 Mill. RM Aktienkapital die Bayerische Zugspitzbahn A. G., Garmisch, gegründet worden. Die Baufrist läuft bis Ende 1932. Zum Vorstand wurde Dr. Fr. Schmitt, München, bestellt.

Die neue Untergrundbahn in Tokio. — Zu unserem Bericht auf S. 280 der ETZ d. J. tragen wir heute folgendes nach. Die Konstruktion des Tunnels unterscheidet sich von ihrem Berliner Vorbild, das mit Rücksicht auf die Untergrundverhältnisse im wesentlichen maßgebend war, durch besondere Maßnahmen hinsichtlich der Erdbebensicherheit. Das Traggerippe des Tunnels besteht aus sehr kräftigen eisernen Rahmen, die auch durch Längsbewehrung miteinander verbunden sind. Derartige Sicherheitsmaßnahmen erscheinen unerläßlich, um die bei einem größeren Erdbeben zu erwartenden wagerechten Erschütterungen ohne Gefährdung der Tunnelkonstruktion aufnehmen zu können. Nähere Angaben über die Konstruktion des Tunnels sowie eine Zeichnung des Querschnitts finden sich in dem Buche von Dr.-Ing. Rudolf Briske „Die Erdbebensicherheit von Bauwerken", 1927, S. 23 (vgl. auch Bautechnik 1927, S. 554). Der in Abb. 2, S. 281 der ETZ d. J. abgebildete Tunnelquerschnitt gibt insofern zu Mißverständnissen Veranlassung, als die dort dargestellte Betonschürze zwischen den Gleisen tatsächlich nicht vorhanden ist, vielmehr erfolgt die Mittelunterstützung im Tunnel durch Säulen in 1,5 m Abstand, so daß die erforderliche Sicherheit für Bahnbeamte, die den Tunnel während des Betriebes begehen, vorhanden ist. Entwurfsbearbeitung und Baudurchführung der jetzt eröffneten Untergrundbahnstrecke in Tokio erfolgten unter Mitwirkung von Dr.-Ing. Briske, der von 1923 ... 1926 Leiter der Niederlassung Tokio der Siemens-Bauunion und gleichzeitig beratender Ingenieur der Tokyo Underground Railway Co. war. *Sb.*

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 928.

Bergbau und Hütte.

Synchronmotoren für Walzwerke. — Der Antrieb von Walzwerken stellt ungewöhnliche Anforderungen an die Antriebsmaschine, da bei einzelnen Stichen der Motor bis zu 150 ... 175 % der normalen Belastung zeitweise überlastet wird, und bei der Auswahl des Motors muß hierauf Rücksicht genommen werden. Dauert die Überlastung nicht länger als 3 ... 4 s, so kann ein Schwungrad zum Ausgleich der Spitzenbelastungen verwendet werden. Synchronmotoren sind bisher nicht für Walzwerksantriebe benutzt worden, weil sie beim Anfahren keine so zufriedenstellenden Eigenschaften entwickeln wie Induktionsmotoren. Für eine Stromzuführung von 100 kVA entwickelt der Induktionsmotor annähernd ein 100 %-Drehmoment beim Anfahren, während der Synchronmotor nur 30 ... 40 % Antriebsdrehmoment bei demselben kVA-Verbrauch mit einem viel geringeren Kraftfaktor entwickelt. Jedoch ist das von einem Synchronmotor erreichbare Drehmoment genügend groß, um die meisten Walzwerke in Betrieb setzen zu können. Es ist möglich, einen Synchronmotor für dasselbe höchste Drehmoment wie einen Induktionsmotor zu konstruieren, welches bei Walzwerken zwischen 225 ... 300 % des Drehmomentes bei voller Belastung schwankt. Der Synchronmotor hat den Vorteil, daß das Anzugsmoment bei jeder Spannungsschwankung in der Zuleitung nur im direkten Verhältnis zur Spannung abnimmt, während das Drehmoment eines Induktionsmotors mit dem Quadrat der Spannung abnimmt.

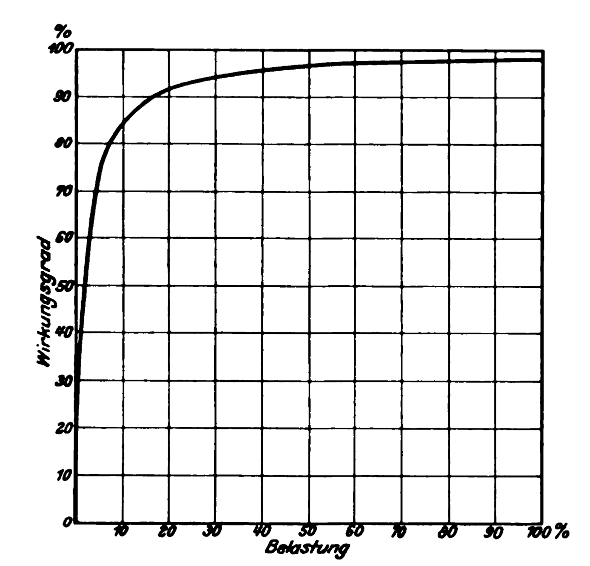


Abb. 6. Wirkungsgrad von Synchronmotoren bei verschiedenen Belastungen.

Abb. 6 zeigt den hohen Wirkungsgrad, der von einem großen Synchronmotor für 25 Hz zu erreichen ist. Ähnlich verläuft die Kurve für 60 Hz. Es ist daraus ersichtlich, daß ein Wirkungsgrad von 75 % erreicht werden kann. Während man früher die Statorgehäuse aus Gußeisen herstellte, werden dieselben in letzter Zeit aus gut miteinander verschweißten und versteiften Stahlblechen konstruiert. Am inneren Umfang des Rahmens werden schwalbenschwanzförmige Keile angeschweißt, an denen die Magnetkerne befestigt werden.

Das Anwendungsgebiet des Synchronmotors liegt in Antrieben mit konstanter Geschwindigkeit, er kann daher nicht zum Antrieb von Umkehrwalzwerken, für Walzwerke, die ein Schwungrad benötigen, und für veränderliche Umdrehungszahl gebraucht werden. (The Iron Age Bd. 121, S. 529.) *Ill.*

Fernmeldetechnik.

Fernkabellinien in Österreich. — Die Arbeiten an der Fernkabellinie Wien—Prag über Lundenburg sind bis zum letzten Grenzorte fertiggestellt und stehen unmittelbar vor der Vollendung, so daß die Aufnahme des Verkehrs im August erwartet werden kann. Dann wird eine direkte Verbindung mit Dresden und auch mit Berlin über Prag bestehen. Auch an der Leitung von Wien nach dem Süden wird eifrig gearbeitet. Die Erdarbeiten bis zum Semmering (Gloggnitz) sind schon fast fertiggestellt, und im Herbst dürfte das Kabel bis Graz vollendet sein. In Gloggnitz wird sich auch das Verstärkerhaus befinden. Ob und wann ein Anschluß der österreichischen Strecke an das jugoslavische Netz stattfinden wird, hängt von den Entscheidungen in den S. H. S.-Staaten ab. In diesem Sommer wird auch der Fernkabelverkehr nach Hof und Bad Gastein eröffnet werden, der diese viel besuchten Kurorte mit der Schweiz, Frankreich und fast allen deutschen Städten verbindet. Die verzögerte Begebung der Bundesanleihe wird die Durchführung des Bauprogramms nicht beeinträchtigen, da für die entsprechenden Mittel bereits gesorgt ist. *Hgn.*

Drehrahmenrichtsender. — R. L. Smith-Rose und S. R. Chapman haben Versuche zur Ermittlung der Anwendbarkeit des Drehrahmenrichtsenders für die Navigation auf See angestellt. Genau wie beim Richtempfang treten auch hier Fehlweisungen auf, die besonders groß sind, wenn der Funkstrahl wechselweise über See und Land geht. Nachteffekt macht sich erst auf eine Entfernung von 55 „miles"[1] bemerkbar. Über See ist die entsprechende Entfernung wesentlich größer, etwa 92 miles. Der Nachteffekt macht sich durch Fehlweisungen und verwaschenes Minimum bemerkbar. Auch treten während einer Umdrehung mehr als zwei Minima auf. Der maximale Fehler war bei Entfernungen bis zu 56 miles über Land oder 92 miles über See 6°; im allgemeinen sind alle Peilungen auf 5° genau, während ungefähr 70 % bis auf 2° genau sind. Auf kürzere Entfernungen bis zu 23 miles sind bis zu 85 % der Peilungen auf 2° genau. Nachts reduzieren sich die entsprechenden Entfernungen auf 14 miles über Land und 23 miles über See.

Bei Entfernungen von 92 miles ganz über See haben die Fehlweisungen bei Nacht einen Maximalwert von 18°, jedoch sind auch dann noch 84 % der Peilungen auf 5° genau. Bei Entfernungen über 100 miles sind die Fehlweisungen weniger groß. Bei Entfernungen von 55 miles über Land sind die Fehlweisungen nachts viel größer und werden bis zu 32° groß, während nur 66 % auf 5° genau sind.

Die mittlere Peilung ist Tag und Nacht die gleiche. Zwischen modulierten und rein ungedämpften Wellen besteht kein Unterschied. Vergleichsversuche zwischen Richtempfangs- und Richtsendepeilungen ergaben, daß die durch Nachteffekt verursachten Fehlweisungen bei beiden Verfahren unter den gleichen Bedingungen über See und über Land von derselben Größenordnung sind. (R. L. Smith-Rose u. S. R. Chapman, J. Inst. El. Engs. London, Bd. 66, S. 256.) *F. A. F.*

Verschiedenes.

Normenstelle der Deutschen Röntgen-Gesellschaft. — Nachstehend veröffentlichen wir als erste Arbeit aus den Arbeitsgruppen der Normenstelle der Deutschen Röntgen-Gesellschaft:

> Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb von medizinischen Röntgenanlagen zur Vermeidung von Schädigungen durch Röntgenstrahlen und chemische Wirkungen,

die später als DIN-Röntgen-Normen herausgegeben werden sollen.

Einsprüche gegen diesen Vorschlag werden bis zum 1. IX. 1928 an den Vorsitzenden der Normenstelle, Herrn v. Buol, Berlin-Siemensstadt, erbeten.

H. v. Buol.

[1] Die Verfasser geben leider nicht an, ob die Seemeile oder die London Mile oder die Statute Mile gemeint ist.

Vorschlag 1.
Einspruchsfrist bis zum 1. IX. 1928.

Vorschriften
für die Errichtung und den Betrieb von medizinischen Röntgenanlagen zur Vermeidung von Schädigungen durch Röntgenstrahlen und chemische Wirkungen.

Errichtungsvorschriften.

I. Allgemeine Bestimmungen.

§ 1. Bestrahlungs- und Bedienungsräume sollen groß und trocken sein und dem Tageslicht und der Luft unmittelbaren Zutritt gestatten.

§ 2. Zur Entfernung der beim Betrieb von Hochspannungsapparaten entstehenden nitrosen Gase ist für ausreichende Entlüftung der Röntgenräume zu sorgen.

§ 3. In Behandlungsräumen befindliche Schränke, die offene Ventilfunkenstrecken oder mechanische Hochspannungsgleichrichter enthalten, müssen mit einer Absaugevorrichtung für die entstehenden nitrosen Gase versehen sein, es sei denn, daß der Apparat nur für diagnostische Zwecke durchschnittlich nicht länger als täglich 1 h kontinuierlich betrieben wird.

Hochspannungsseitig sind scharfe Kanten oder Spitzen tunlichst zu vermeiden, da sie zu Glimmentladungen Anlaß geben.

§ 4. Alle Strahlenschutzstoffe sind vom Hersteller mit einem Kennzeichen zu versehen, aus dem die gleichwertige Bleidicke des Schutzstoffes erkennbar ist. Diese soll gemessen werden bei 180 kV Scheitelwert der Röhrenspannung an einem quadratischen oder kreisförmigen Feld von mindestens 1000 cm² Flächeninhalt mit Hilfe eines Gerätes, das bei 50 cm Abstand zwischen Gerät und Schutzstoff von dessen ganzer Ausfallstrahlung beeinflußt wird.

Für Schutzstoffe, die ihre Schutzwirkung in erster Linie Elementen mittlerer Atomnummern verdanken, muß außerdem noch ihre gleichwertige Bleidicke bei 60 kV Scheitelwert der Röhrenspannung angegeben werden.

§ 5. Bleiblech ist wegen der Giftigkeit des Bleioxyds mit einem Anstrich zu versehen oder mit Holz zu verkleiden.

II. Strahlenschutzmaßnahmen.

§ 6. Die Schutzvorrichtungen müssen so beschaffen sein, daß nicht nur die direkte von der Röntgenröhre kommende Strahlung, sondern auch die im Röntgenraum entstehende Sekundärstrahlung abgeschirmt wird.

§ 7. Beim Errichten von Röntgeninstituten ist auf die Strahlengefährdung der neben, über und unter den Röntgenräumen gelegenen Räume Rücksicht zu nehmen. Durch zweckmäßige Anordnung der Röntgenräume unter möglichster Vermeidung dauernd bewohnter Räume in der Umgebung lassen sich kostspielige Schutzmaßnahmen vermeiden.

A. Röntgenbetriebe mit höchstens 130 kV Scheitelspannung (für Diagnostik und Oberflächentherapie).

Röntgenröhre und Röhrenbehälter.

§ 8. Die Röntgenröhre muß mit einer Schutzhülle (Röhrenbehälter) umgeben sein, die, von der Blendenöffnung abgesehen, möglichst nach allen Richtungen hin den Austritt von Strahlen verhindert. Die Schutzhülle muß zumindest so beschaffen sein, daß Strahlen, von der Blendenöffnung abgesehen, höchstens noch durch das Kathoden- und Anodenhalsende nach außen treten können. Die gleichwertige Bleidicke der Schutzhülle muß bei Röhrenspannungen von höchstens 75 kV Scheitelwert mindestens 1,5 mm, bei Röhrenspannungen bis 130 kV Scheitelwert mindestens 2 mm betragen.

Bei einer Röntgenröhre mit eingebautem Strahlenschutz genügt das Vorhandensein eines die Röhre auf der dem Kranken zugekehrten Seite halbumschließenden Strahlenschutzes mit einer gleichwertigen Bleidicke gemäß Absatz 1.

Schutz des Kranken.

§ 9. Bei allen Durchleuchtungsgeräten ist ein Aluminiumfilter von 0,5 mm Dicke fest einzubauen.

Schutz des Arztes.

§ 10. Zum Schutze des Arztes bei Durchleuchtungen soll der Leuchtschirm mit einer Bleiglasplatte von mindestens 1,8 mm gleichwertiger Bleidicke abgedeckt sein.

§ 11. Schutzhandschuhe aus Bleigummi sollen in ihrer Schutzwirkung mindestens ⅓ mm dickem Blei gleichwertig und so beschaffen sein, daß die Innen- und Außenfläche der Hand einschl. der Finger und des Handgelenkes geschützt sind.



Die gleichwertige Bleidicke von Bleigummischürzen soll mindestens ²/₃ mm betragen.

§ 12. Um den Arzt beim Durchleuchten stehender oder sitzender Kranker vor der Sekundärstrahlung der Röhre, des Kranken und des Fußbodens zu schützen, sollen ein von der Unterkante des Leuchtschirmes bis zum Boden reichendes Schutzschild von mindestens 1 mm gleichwertiger Bleidicke und zu beiden Seiten des Kranken feste oder bewegliche bis zu den Seitenkanten des Leuchtschirmes heranreichende Schutzschilder von mindestens ²/₃ mm gleichwertiger Bleidicke vorgesehen werden.

Ist das im vorhergehenden Abschnitt zuerst erwähnte Schutzschild zweiteilig und der obere Teil am Leuchtschirm befestigt und somit beweglich, so ist für Überlappung der beiden Teile des Schutzschildes auch bei der höchsten Stellung des Leuchtschirmes zu sorgen.

Um den Arzt beim Durchleuchten liegender Kranker vor der Sekundärstrahlung zu schützen, sind die vorgenannten Bestimmungen sinngemäß anzuwenden.

Schutz des Hilfspersonals.

§ 13. Zum Schutze des Hilfspersonals ist eine einfache Schutzwand (Größe 2 × 2 m einschl. Seitenlappen) von mindestens 2 mm gleichwertiger Bleidicke aufzustellen, und zwar möglichst von der Röhre entfernt. Bei reinem Diagnostikbetrieb und geringer Inanspruchnahme der Apparatur können die Breite und die Dicke der Schutzwand auf ²/₃ der angegebenen Werte herabgesetzt werden.

§ 14. Bei Röntgenapparaten mit Glühkathoden-Ventilröhren müssen zum Schutz gegen die aus den Ventilröhren möglicherweise austretende Strahlung entweder die Ventile selbst mit einem Schutz von mindestens 0,1 mm gleichwertiger Bleidicke versehen sein, oder die Ventile müssen gegen den ständigen Aufenthaltsort des Bedienungspersonals mit einer Schutzwand von mindestens 0,1 mm gleichwertiger Bleidicke abgeschirmt sein.

Schutz benachbarter Räume.

§ 15. Zum Schutze der Umgebung der Röntgenräume ist ein Schutzbelag des Bodens, der Wände und der Decke des Zimmers bis zur Erreichung einer Gesamtschutzwirkung von 2 mm gleichwertiger Bleidicke ausreichend. Bestehen die Wände aus massivem Mauerwerk von mindestens 25 cm Dicke oder aus Beton von mindestens 15 cm Dicke, so ist ein besonderer Schutzbelag nicht erforderlich.

Auch ist ein solcher Schutzbelag entbehrlich, wenn die Röhre in einem bis auf den Nutzstrahlenkegel völlig geschlossenen Schutzgehäuse von mindestens 2 mm gleichwertiger Bleidicke untergebracht ist, und wenn die direkte Strahlung nach Durchgang durch den Kranken durch einen beweglichen Schutzstoff von mindestens 1 mm gleichwertiger Bleidicke aufgefangen wird.

Bei Oberflächentherapie sind zur Abschirmung der Sekundärstrahlung des Kranken Schutzschilder von mindestens 1 mm gleichwertiger Bleidicke anzubringen.

§ 16. Befinden sich Röntgeninstitute in Wohngebäuden, so sind besondere Vorsichtsmaßnahmen in bezug auf den Strahlenschutz der Umgebung erforderlich. In diesem Falle müssen bei Durchleuchtungen die Vorrichtungen gemäß § 12 zur Abhaltung der Sekundärstrahlung des Kranken angewendet werden.

B. Röntgenbetriebe mit mehr als 130 kV Scheitelspannung (für Tiefentherapie).

§ 17. Es ist zu unterscheiden zwischen Anlagen der

Klasse A, bei der die Röntgenröhre sich in einem halboffenen oder geschlossenen Behälter ungenügender Schutzwirkung befindet, und der

Klasse B, bei der die Röntgenröhre in einem Röhrenbehälter genügender Schutzwirkung untergebracht ist.

§ 18. Röhrenbehälter.

Bei Anlagen der Klasse A muß die gleichwertige Bleidicke der Schutzhülle mindestens 2 mm betragen.

Bei Anlagen der Klasse B muß die Röntgenröhre von einer Schutzhülle allseitig umgeben sein, deren gleichwertige Bleidicke bei Scheitelwerten der Röhrenspannung

bis 165 kV	bis 220 kV	über 220 kV
3,0 mm	4,5 mm	6,0 mm

mindestens beträgt.

Schutz des Arztes und des Bedienungspersonals.

§ 19. Bei Anlagen der Klasse A müssen für Bestrahlung und Bedienung zwei voneinander völlig getrennte Räume vorgesehen werden. Die gleichwertige Bleidicke der die beiden Räume vollständig trennenden Schutzwand muß bei Scheitelwerten der Röhrenspannung

bis 165 kV	bis 220 kV
3,0 mm	4,5 mm

mindestens betragen.

§ 20. Bei Anlagen der Klasse B muß die durch den Kranken hindurchgehende direkte Strahlung mit einem beweglichen Schutzstoff aufgefangen werden, dessen gleichwertige Bleidicke bei Scheitelwerten der Röhrenspannung

bis 165 kV	bis 220 kV	über 220 kV
3,0 mm	4,5 mm	6,0 mm

mindestens betragen muß.

Die aus dem Kranken seitlich austretende Streustrahlung ist durch Schutzschichten abzuschirmen, deren gleichwertige Bleidicken bei Scheitelwerten der Röhrenspannung

bis 165 kV	bis 220 kV	über 220 kV
1,5 mm	2,0 mm	3,0 mm

mindestens betragen müssen.

§ 21. Bei Röntgenapparaten mit Glühkathoden-Ventilröhren müssen zum Schutz gegen die aus den Ventilröhren möglicherweise austretende Strahlung entweder die Ventile selbst mit einem Schutz von mindestens 0,2 mm gleichwertiger Bleidicke versehen sein, oder die Ventile müssen gegen den ständigen Aufenthalt des Bedienungspersonals mit einer Schutzwand von mindestens 0,2 mm gleichwertiger Bleidicke abgeschirmt sein.

Schutz benachbarter Räume.

§ 22. Befinden sich bei Anlagen der Klasse A neben, über oder unter dem Behandlungsraum dauernd bewohnte Räume, so ist durch einen Schutzbelag des Bodens, der Decke und der Wände nach den betreffenden Seiten hin eine Gesamtschutzwirkung zu erzielen, deren gleichwertige Bleidicke bei Scheitelwerten der Röhrenspannung

bis 165 kV	bis 220 kV
3,0 mm	4,5 mm

mindestens betragen soll.

Bei massivem Mauerwerk von mindestens 50 cm Dicke oder Beton von mindestens 25 cm Dicke ist ein besonderer Schutzbelag entbehrlich.

III. Regeln zur technischen Durchführung des Strahlenschutzes.

In Ausführung der Errichtungsvorschriften müssen die folgenden Punkte Beachtung finden:

§ 23. Ventilatoren zum Entfernen nitroser Gase sind in der Nähe des Fußbodens anzubringen.

§ 24. Die Schutzschicht von strahlensicheren Wänden muß mindestens 10 cm tief in den Fußboden und in die Zimmerdecke eingeführt werden, wenn nicht diese oder eine ihr gleichwertige Schutzschicht am Boden bzw. an der Decke in einer Breite von 30 cm entlangläuft (vgl. Abb. 7, 8 u. 9).

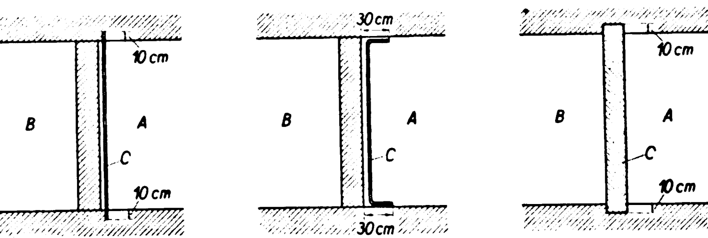


Abb. 7. Abb. 8. Abb. 9.

Anordnung der Schutzschicht von strahlensicheren Wänden.

§ 25. Die Tür zwischen dem Bestrahlungs- und Bedienungsraum soll oben und an den Seiten die Türöffnung so weit überlappen, daß das Eindringen schädlicher Röntgenstrahlung in den Bedienungsraum verhindert wird.

§ 26. Nägel oder Schrauben zum Befestigen von Schutzstoffen, ebenso Trennfugen zwischen Schutzstoffen müssen strahlensicher abgedeckt werden.



Betriebsvorschriften.

I. Technische Handhabung.

§ 1. Beim Einlaufenlassen der Röhren ist die Blendenöffnung strahlensicher zu verschließen.

§ 2. Es ist zu beachten, daß selbst die dem § 11 der Errichtungsvorschriften entsprechenden Schutzhandschuhe und Schutzschürzen noch keinen ausreichenden Schutz bieten. Da Bleigummischürzen und -handschuhe mit der Zeit rissig werden können, sollen sie häufig durch eine Röntgenaufnahme oder eine Durchleuchtung nachgeprüft werden.

§ 3. Alle Durchleuchtungen sollen bei möglichst kleiner Strahlenintensität und Ausblendung in möglichst kurzer Zeit vorgenommen werden.

Die Ausblendung des Strahlenbündels hat so zu erfolgen, daß der Primärstrahlenkegel von dem Bleiglas des Leuchtschirmes voll aufgefangen wird.

§ 4. Im Hinblick auf Strahlenschädigungen, denen der zu Untersuchende bei der Durchleuchtung ausgesetzt ist, wird auf die Zahlentafel 1 verwiesen.

§ 5. Nicht völlig geschlossene Röhrenbehälter sind beim Behandeln mit Röntgenstrahlen mit ihrer Längsachse möglichst senkrecht zur Längsachse des Kranken zu stellen, damit dieser nicht von der in Richtung der Röhrenhälse austretenden Strahlung getroffen wird.

§ 6. Die Wirksamkeit des Schutzes der gesamten Anlage soll von Zeit zu Zeit mit einem Leuchtschirm nachgeprüft werden. Jede Stelle des Untersuchungs- oder Behandlungsraumes, an der mit gut ausgeruhtem Auge ein Fluoreszieren des Leuchtschirmes eben noch wahrgenommen wird, ist vom Röntgenpersonal als bei dauerndem Aufenthalt gefährlich zu vermeiden.

Den Leitern von Röntgeninstituten wird zur Entlastung ihrer Verantwortlichkeit empfohlen, Prüfungen der Strahlenschutzeinrichtungen ihres Institutes durch röntgentechnische Sachverständige vornehmen zu lassen.

II. Allgemeines.

§ 7. Es wird erwartet, daß von seiten des Röntgenpersonals im eigensten Interesse die Bestimmungen der Betriebsvorschriften sorgfältig beachtet werden und daß nicht etwa aus Gründen der Bequemlichkeit vorhandene Schutzvorrichtungen unbenutzt bleiben.

§ 8. Jedem, der sich im Röntgenbetrieb, wenn auch nur vorübergehend, betätigen soll, sind vor Dienstantritt diese Betriebsvorschriften auszuhändigen. Der Empfänger hat den Empfang der Betriebsvorschriften dem Institutsleiter durch Unterschrift zu bestätigen.

Die Betriebsvorschriften müssen außerdem im Röntgenzimmer ausgehängt sein.

Zahlentafel 1.

Oberflächendosen bei Durchleuchtungen.

Objekt	Scheitelwert der Röhrenspg. (intermitt. Gleichspg.)	Röhrenstromstärke	Filter	Abstand Fokus-Haut	Oberflächendosis	Zeit f. 1 HED an der Oberfläche
	kV	mA	mm Al	cm	R/s	min
Lunge . .	70	5	0,5	35	0,26	45
Magen . .	91	5	0,5	35	0,47	25
Lunge . .	70	5	1	35	0,20	59
Magen . .	91	5	3	35	0,19	62

Merkblatt.

1. Es ist die Pflicht jedes verantwortlichen Leiters eines Röntgeninstitutes, zur Vermeidung von Strahlenschädigungen des Röntgenpersonals
   a) für günstige Arbeitsbedingungen (Licht, Luft, Freizeit),
   b) für ausreichenden Schutz gegen direkte und indirekte Bestrahlung

   zu sorgen.
2. Mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der Arbeitsverhältnisse in Röntgeninstituten, insbesondere in bezug auf die Dauer der Beschäftigung mit eigentlichen Röntgenarbeiten, wird von der Festsetzung einer Höchstarbeitszeit abgesehen; doch wird empfohlen, daß bei ganztägigem Arbeiten mit Röntgenstrahlen die durchschnittliche tägliche Arbeitszeit 7 Stunden nicht übersteigt, daß außer dem Sonntag noch 1 . . . 2 halbe Tage in der Woche dienstfrei sind, und daß ein jährlicher Urlaub von 4 Wochen gewährt wird.

   Ganztägig im Röntgenbetrieb beschäftigte Ärzte, Schwestern und Laborantinnen dürfen zu anderen Dienstleistungen nicht herangezogen werden.
3. Bei allen röntgenologisch berufstätigen Personen soll vor der Einstellung und von da ab einmal im Jahre eine ärztliche Untersuchung auf allgemeine Strahlenschädigungen (Blutbild) vorgenommen werden mit aktenmäßiger Festlegung des Befundes.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Mitgliederwerbung des Deutschen Ausstellungs- und Messe-Amtes. — Das Amt (Berlin W 10, Königin-Augusta-Straße 28), das soeben in Köln die erste Mitgliederversammlung abgehalten hat, fordert unter Hinweis auf die bedeutende Steigerung seiner Schlagkraft die an den Arbeiten des Amtes interessierten Firmen und Fachverbände, welche bisher von einer direkten praktischen Unterstützung abgesehen haben, auf, ihm als Mitglieder beizutreten.

Deutsches Museum, München. — Am 7. V. ist gelegentlich der 25. Jahrestagung eine Reihe neuer Sammlungen eröffnet worden, darunter auch die der Beleuchtung sowie der Erzeugung, Umwandlung und Verteilung des elektrischen Stromes. Die Grundsteinlegung des Bibliothekbaues soll am 4. IX. stattfinden.

Ausstellung „Heim und Technik", München 1928. — Am 25. V. wurde im Münchener Ausstellungspark auf der Theresienhöhe die hier schon mehrfach erwähnte Ausstellung[1] eröffnet, die, in Einfachheit und Sachlichkeit aufgebaut, zeigen will, was die gesamte Technik für die Gestaltung des Heims und den Hausfrauen zur Erleichterung ihrer mühseligen, täglich wiederkehrenden Kleinarbeit zu bieten vermag. Der Leiter der technischen Gruppen, Oberbaurat A. Höchtl, hat in einem ausführlichen Vortrag Gegenstand wie Bedeutung der 20 Abteilungen des Unternehmens dargelegt und dabei auch besonders auf die Elektrizität als unentbehrliche Dienerin im Haushalt hingewiesen. Seinen Ausführungen entnehmen wir, vorbehaltlich eines Sonderberichtes, folgende beachtenswerten Sätze:

Mit ganz besonderer Sorgfalt müssen die elektrischen Einrichtungen von vornherein ausgeführt werden. Schon im Frieden und auch nach dem Krieg wurden sie von den Architekten und Bauherren zum großen Teil in unzulänglicher Weise hergestellt. Die Gepflogenheit, ihre Anlage in den Wohnungen, sei es in bestehenden Häusern oder in Neubauten, den Mietern zu überlassen, muß aufhören.

Den Hausfrauen helfen alle elektrischen Betriebsmittel und Geräte nichts, wenn die Möglichkeit des Anschlusses in den einzelnen Räumen der Wohnungen nicht gegeben ist. Mit je einem Lampenanschluß an der Zimmerdecke ist der Hausfrau nicht gedient. Die Ausstellung „Heim und Technik" soll der Auftakt sein, daß künftig neben den Installationseinrichtungen für Wasser und Gas die elektrischen Einrichtungen, Leitungsanlagen mit Zubehör, als Bestandteil der Wohnung in ausreichender Ausführung erstellt werden. Die Zählertafel mit Sicherungen soll an einem geeigneten Platz, wenn möglich in einer Nische, untergebracht werden.

Den Leitungen von der Zählertafel zu den einzelnen Räumen sind genügend starke Querschnitte zu geben. In jeden Raum sollen an geeigneten Stellen zum Anschluß elektrischer Geräte aller Art Steckvorrichtungen angebracht und die Leitungen für diese und für die Raumbeleuchtung getrennt verlegt werden, damit bei eintretenden Störungen durch Abschmelzen der Sicherungen die Beleuchtung nicht erlischt. Für die Küche ist ein eigener Stromkreis zum Anschluß von elektrischen Heizgeräten, Küchenmaschinen und Bügeleisen vorzusehen. Die Leitungsanlagen, Schalter, Steckvorrichtungen und sonstigen Zubehörteile sollen in der besten Qualität gewählt werden, denn nach einem alten Erfahrungssatz ist die in der Herstellung teuerste im Gebrauch die billigste Anlage.

Neben den elektrischen Einrichtungen, die heute zum großen Teil noch nicht vorhanden sind, bereiten die Strompreise den Hausfrauen die größte Sorge. Anfänge, den Nachtstrom für die Bereitung von Warmwasser durch Speicherung zu wirtschaftlich möglichen Preisen zu liefern, sind bei allen Elektrizitätswerken schon vorhanden. Aufgabe letzterer ist es, die Preise des Stromes so zu gestalten, daß er, womöglich mit einem Zähler, für Beleuchtungszwecke und zum Betriebe elektrischer Haushaltgeräte jeder Art und zu allen Tageszeiten im Rahmen der zu diesem Zweck für den Haushaltbetrieb zur Verfügung stehenden Mittel bezogen werden kann. Die Ausstellung möchte auch hierzu den Auftakt bilden.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 222, 554, 697.



Die elektrotechnische Industrie ist in ihr hervorragend vertreten. Die Sachlichkeit in der Auswahl der Gegenstände war nicht allein dadurch gewährleistet, daß der Zetralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie nur gewisse Fabrikate und Geräte freigegeben hatte, sondern auch von der Ausstellungsleitung selbst ist streng darauf gesehen worden, daß nur Erzeugnisse, Einrichtungen usw. zur Ausstellung gelangten, die für den technischen Hilfsdienst im Heim in Betracht kommen.

Bei der angesichts der zahlreichen Veranstaltungen, Messen und Schauen begreiflichen Ausstellungsmüdigkeit, die auch durch die wirtschaftlichen Verhältnisse bedingt ist, war es ein mühe- und dornenvoller Weg, die Fabrikationsfirmen für die Beteiligung an der Ausstellung zu gewinnen. Der Vortragende hat die Freude erlebt, daß die elektrotechnische Großindustrie und die Spezialfabriken seinem Ruf Folge geleistet, sich in hervorragendem Maße und Umfang an der Ausstellung „Heim und Technik" beteiligt haben und damit zu deren Gelingen wesentlich beitragen werden.

Energiewirtschaft.

Kraftwirtschaft an der Ruhr. — In der zum 25jährigen Jubiläum des Elektrotechnischen Vereins des rheinisch-westfälischen Industriebezirks im Januar 1928 erschienenen Festschrift behandelt Dr.-Ing O. Vent, Essen, die Kraftwirtschaft an der Ruhr und nennt als Elektrizitätswerke, die diesen Bezirk in der Hauptsache, z. T. indessen auch noch andere Gebiete beliefern, die Zentralen Dortmund, Essen, Oberhausen, Duisburg, Kruckel, Herdecke, Hattingen und Gerstein. Deren Gesamtleistung hat sich während der Jahre 1900/1925 von 2800 auf 261 800 kW, also um mehr als 9000 % erhöht. Die Jahreserzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke des Ruhrgebiets ist in diesem Zeitabschnitt von rd. 5 auf 450 Mill. kWh oder um nahezu den gleichen Prozentsatz gestiegen, ein Beweis für die sprunghafte Zunahme des Stromverbrauchs, die noch lange nicht abgeschlossen ist; denn zahlreiche Fabrikbetriebe schaffen sich ihre Energie noch in eigenen Anlagen. Die mit Ruhrwasser selbst arbeitenden Kraftwerke haben im Verhältnis zu den Dampfkraftanlagen des Reviers nur geringe Bedeutung; so weist das engere Industriegebiet für die öffentliche Stromversorgung lediglich die Wasserkraftwerke Mülheim-Broich (1140 kW), Kahlenberg (3150 kW), Raffelberg (4900 kW), Horst (1250 kW) und Kettwig (750 kW) auf. Teilweise handelt es sich sogar nur um private industrielle Betriebe, die ihren Überschußstrom für den genannten Zweck abgeben. Die einschl. der Nebenflüsse an der Ruhr überhaupt vorhandenen Triebwerke aller Art erreichen lediglich eine Leistung von etwa 30 000 kW, wenn sich auch noch mehr Wasserkräfte ausnutzen ließen. Das Gebiet ist aber keineswegs auf die oben angeführten acht Werke allein angewiesen, da diese, soweit sie den großen Konzernen RWE, VEW, KEM angehören, deren Zentralen ja untereinander wie auch mit Nachbarwerken gekuppelt sind, von ihren Schwesterunternehmungen mit Energielieferungen unterstützt werden könnten. Überdies beziehen die Großunternehmen noch in erheblichem Maße Überschußstrom von den im Ruhrgebiet liegenden Zechen-, Hütten- und sonstigen Kraftwerken. Dr. Vent weist in diesem Zusammenhang auch auf die hydraulischen Speicherkraftwerke hin und bemerkt u. a., daß das vom RWE und der AEG bearbeitete Projekt eines Speicherbeckens mit Kraftwerk für 0,5 Mill. kW im Ourtal nunmehr der Ausführung entgegenreife. Betrachtungen über die wichtige Rolle, die die Zechenzentralen in der Kraftwirtschaft an der Ruhr spielen[1], könnten die Bedeutung der öffentlichen Elektrizitätswerke für letztere als gering erscheinen lassen, das wäre aber, wie der Verfasser sagt, ein Trugschluß, insofern im Ruhrrevier wie in keiner anderen Gegend Deutschlands großindustrielle Betriebe mit sehr leistungsfähigen Zentralen zusammengedrängt sind, die z. T. die eigenen Abfallenergien als Abfallkohle, Kokerei- und Hochofengase verwenden, um sie nutzbar zu machen und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit ihrer Gesamtanlagen zu erhöhen. Es gibt daher Eigenanlagen, die nahe an 0,1 Mill. kW Maschinenleistung heranreichen und infolge des billigen Rohstoffs recht niedrige Gestehungskosten aufweisen. Nach den weiteren Angaben des Verfassers beträgt der jährliche Verbrauch elektrischer Arbeit im Ruhrbezirk je Einwohner und bezogen auf den Strom aus öffentlichen Elektrizitätswerken nur 122 kWh oder 800 kWh für den Gesamtstrom gegenüber 573 kWh im Durchschnitt von Rheinland und Westfalen bzw. von 325 kWh, wenn man ihn auf ganz Deutschland und eine Gesamterzeugung von 20,3 Milliarden kWh der öffentlichen und Eigenkraftwerke im Jahre 1925 bezieht. Ferner ist beachtlich, daß von den in Rheinland-Westfalen überhaupt gewonnenen 6895 Mill. kWh 5116 oder 74,3 % mit festen Brennstoffen, 1568 bzw. 22,7 % mit Gas, 187 bzw. 2,4 % mit Wasser und 44 Mill. kWh, d. s. 0,6 %, mit Öl usw. erzeugt werden. Von der gesamten Stromerzeugung beider Landesteile entfällt ein Drittel auf die öffentlichen und zwei Drittel auf die Eigenanlagen, ein Verhältnis, das jedoch wegen der betriebstechnisch viel schwierigeren allgemeinen Elektrizitätsversorgung nicht zu dem Gedanken verleiten darf, daß diese auch noch von den Eigenanlagen besorgt werden könne. Auf die weiteren Ausführungen des Verfassers über die Ergebnisse der gewerblichen Betriebszählung von 1925, soweit sie das von ihm untersuchte Gebiet betreffen, sei hier nur hingewiesen.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die schon bei der Errichtung der A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft[2] gehegte Hoffnung auf ihren Ausbau zu einem Zusammenarbeiten aller größeren deutschen Versorgungsunternehmungen hält Ministerialdirektor Dr. H. Staudinger[3], Aufsichtsratsmitglied des neuen Unternehmens insofern für gerechtfertigt, als die engen Beziehungen der drei Gründer zu den anderen großen Elektrizitätslieferungsgesellschaften bereits heute von einer einheitlichen deutschen Elektrizitätswirtschaft zu sprechen erlauben, der nur noch die organisatorische Form des gemeinsamen Zusammenschlusses und damit die einheitliche Planung fehle. Um diese Aufgabe zu erfüllen, sieht das Arbeitsprogramm der Gesellschaft die Herstellung eines leistungsfähigen Höchstspannungsnetzes zwischen den großen Kraftzentralen der einzelnen Unternehmungen vor. Die in der Verbilligung des Stroms, der Verminderung notwendiger Reserven und der günstigsten Ausnützung verfügbarer Kraftquellen liegenden Ersparnisse sollen jetzt nicht mehr in dem engeren Rahmen einzelner Verträge, sondern planmäßig in dem größeren Rahmen ganz Deutschlands gefunden werden. Gleichzeitig erstrebt man, auf diese Weise Braunkohlen- und Wasserkraftstrom so zu verbinden, daß jedem von ihnen die seinen Möglichkeiten am meisten entsprechenden Aufgaben zufallen. Da aus solcher Vereinheitlichung auch für die Entwicklung der Gründer selbst die erforderlichen Folgerungen gezogen werden müssen, sind in das Programm der Bau und Betrieb gemeinschaftlicher Erzeugungsanlagen als wichtiger Punkt aufgenommen, so daß für die Erweiterung und den Neubau von Kraftwerken nicht mehr allein die Interessen und Überlegungen einer einzelnen Gesellschaft maßgebend zu sein brauchen, sondern für die Gesamtheit der in der Kooperation verbundenen Unternehmungen die Frage nach der besten Standortswahl für die neu zu errichtenden Zentralen aufgeworfen werden kann, um jeweils die billigste Erzeugungsquelle auf Grund freundschaftlicher Vereinbarung zu schaffen. Auf die weitere Aufgabe, die Leitungs- und Verteilungsysteme der beteiligten Unternehmungen einander anzugleichen und alle zur Förderung der technischen und wirtschaftlichen Vereinheitlichung und Rationalisierung der deutschen Elektrizitätswirtschaft geeigneten Maßnahmen durchzuführen, ist hier schon kurz hingewiesen worden. So ergibt sich, im ganzen betrachtet, aus gegenseitiger Verständigung auf diesem Gebiet eine zunehmende Einigkeit, die auch den oft gehörten Ruf nach dem Gesetzgeber zum Schweigen bringen muß. Wie Dr. Staudinger sagt, war es ein Glück, daß dessen Eingreifen unterblieb, denn schwerlich hätte es zu einer so erfreulichen Entwicklung geführt, wie sie jetzt in der Gründung der A. G. für deutsche Elektrizitätswirtschaft ihren sichtbaren Ausdruck gefunden hat. „Es ist", so meint der genannte Verfasser, „immer nützlicher, wenn aus der Eigenbewegung des Wirtschaftslebens heraus die Dinge getan werden, die vernünftig und wirtschaftlich sind, als wenn der Gesetzgeber versucht, ein Ideal der Wirtschaftlichkeit zu verwirklichen, das oft genug nach kurzer Zeit schon wieder überholt und antiquiert ist, und bei dessen Durchführung die Verwaltungspraxis oft genug zu Ergebnissen führt, die niemand wünschte, als das Gesetz zur Annahme gelangte, das durch seinen Zwangscharakter die entscheidende Voraussetzung aller wirtschaftlichen Zusammenarbeit, den gegenseitigen Willen zu ihr, nur zu leicht erstickt."

Der Vorstand der Elektrizitäts-A. G. vormals Schuckert & Co., Nürnberg, berichtet für 1927/28, daß die Unternehmungen, an denen die Gesellschaft beteiligt ist, sich im Berichtsjahr weiter günstig entwickelt hätten und deshalb eine Dividende von 8 % gezahlt werden könne (0 % i. V.). Der schon im Vorjahr erwähnte Fusionsvertrag mit der

[1] Vgl. auch C. Körfer. Die Rolle der Ruhrkohlenzechen in der deutschen Elektrizitätswirtschaft, ETZ 1928, S. 508.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 873.
[2] Vgl. ETZ 1928, S. 829.
[3] Wirtschaftsdienst Bd. 13 1928, S. 973.



Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, Nürnberg, hat die Genehmigung der Hauptversammung gefunden, und die damit in Zusammenhang stehende Kapitalserhöhung um 7,5 Mill. Reichsmark ist durchgeführt worden. Das Vermögen der Continentalen wurde unter Ausschluß der Liquidation als Ganzes auf die Berichterstatterin übertragen. Hinsichtlich der Schuckert-Betriebe A.G., München, erfährt man, daß sie infolge Übernahme der Elektrizitätswerke Günzburg und Berchtesgaden von der Continentalen ihr Aktienkapital auf 0,8 Mill. RM erhöht haben und dieses sich nunmehr ganz in Besitz von Schuckert & Co. befindet. Die genannten beiden Werke wie auch das von Starnberg entwickeln sich gut. Der Geschäftsgewinn der Berichterstatterin betrug 5 509 727 RM (523 748 i. V.) und der Reingewinn mit Vortrag 4 637 839 RM (156 847 i. V.).

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin W 57, Potsdamer Str. 68.
Fernspr.: Amt Kurfürst Nr. 9306, 9320 u. 9327.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften.

Die Kommission hat durch das ihr angegliederte Komitee für den Anschluß elektromedizinischer Apparate an Starkstromnetze in Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgen-Gesellschaft

Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb zur Herabsetzung der Hochspannungsgefahren bei ärztlichen Röntgenanlagen

ausgearbeitet.

Der nachstehende Entwurf wird mit einer Einspruchsfrist bis zum 1. September 1928 bekanntgegeben.

Einsprüche werden in doppelter Ausfertigung an die Geschäftstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker erbeten.

Entwurf 1.

Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb zur Herabsetzung der Hochspannungsgefahren bei ärztlichen Röntgenanlagen.

Aufgestellt vom Verband Deutscher Elektrotechniker in Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgen-Gesellschaft.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Juli 1929 in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Die Vorschriften gelten nur für Röntgenapparate, die mit Wechselstrom niederer oder mittlerer Frequenz betrieben werden.

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten Absätzen, die grundsätzliche Vorschriften darstellen, enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Ausführungsregeln. Letztere geben an, wie die Vorschriften mit den üblichen Mitteln im allgemeinen zur Ausführung gebracht werden sollen, wenn nicht im Einzelfall besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Die Röntgenanlagen lassen sich in folgende vier Klassen einteilen:

Klasse A: Röntgenanlagen, bei denen sämtliche Hochspannung führenden Teile allseitig mit einer geerdeten, elektrisch leitenden Hülle umgeben und durch diese der Berührung entzogen sind.

Klasse B: Röntgenanlagen, bei denen nur die im Untersuchungsraum bzw. Behandlungsraum befindlichen Hochspannung führenden Teile mit einer geerdeten, elektrisch leitenden Hülle umgeben (abgekapselt) und dadurch der Berührung entzogen sind.

Klasse C: Röntgenanlagen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß die im Untersuchungs- bzw. Behandlungsraum befindlichen Hochspannung führenden Teile bis zu einer Höhe von mindestens 2 m über dem Fußboden abgeschirmt sind und zwar entweder durch eine geerdete, elektrisch leitende Schutzfläche oder durch eine Fläche aus Isolierstoff, die so ausgebildet ist, daß ihre Berührung auch bei der höchsten Betriebspannung gefahrlos ist.

Klasse D: Röntgenanlagen, bei denen im Untersuchungs- bzw. Behandlungsraum befindliche Hochspannung führende Teile frei zugänglich sind.

III. Errichtungsvorschriften.

A. Röntgenanlagen der Klassen A—D.

§ 4.

Induktor- und Einzelschlagapparate.

a) Bei Induktor- und Einzelschlagapparaten mit Unterbrechern im Primärkreise muß die Isolation des Niederspannungsleitungsystemes gegen Erde einer Wechselspannung, deren Scheitelwert das Doppelte der während des Öffnungsintervalles in der Primärspule des Induktors induzierten maximalen Spannung beträgt, 1 min lang standhalten.

b) Bei Induktorapparaten, bei denen der Induktor und bzw. oder der Unterbrecher samt dem Kondensator freistehen, müssen die Anschlußstellen am Unterbrecher, an dem an ihn angeschlossenen Kondensator und die Primärklemmen des Induktors verschalt sein.

c) Bei vorhandenen Induktorapparaten, bei denen der Induktor, der Unterbrecher und der Kondensator freistehen, ist ein Warnungschild anzubringen.

§ 5.

Anschluß an das Stromlieferungsnetz.

a) Röntgenanlagen, deren abgesicherte, d. h. der Nennstromstärke der Sicherung entsprechende Leistung 2,5 kVA nicht übersteigt, dürfen an das Netz mittels Stecker angeschlossen werden.

b) Übersteigt die abgesicherte Leistung des Netzanschlusses 2,5 kVA, so muß der Anschluß der Röntgenanlage an das Netz bei Gleichstrom und bei Einphasenstrom über einen zweipoligen, bei Drehstrom über einen dreipoligen Hauptschalter erfolgen.

c) Ist der Röntgenapparat an das Netz unter Zwischenschaltung eines Transformators oder Umformers angeschlossen, so muß in der Anschlußleitung für den Röntgenapparat ein Schalter vorhanden sein.

d) Der Schalter gemäß b) und c) muß in der Ausschaltstellung durch eine Sperrung oder durch die Schwerkraft festgehalten sein. Der Schalter oder, im Fall von Fernbetätigung, der Betätigungschalter muß im Bedienungsraum angeordnet sein.

e) Der Gebrauch eines Fußschalters als Betriebschalter für den Röntgentransformator ist nur dann zulässig, wenn er in seiner Ausschaltstellung durch eine Verriegelung gesichert ist.

B. Röntgenanlagen der Klassen A—C.

§ 6.

Leitende Schutzfläche.

a) Als elektrisch leitende Schutzfläche ist auch ein Metallgitter oder -netz zulässig. Die Maschenfläche darf höchstens 1 cm² betragen.

C. Röntgenanlagen der Klasse C.

§ 7.

Schutzhülle aus Isolierstoff.

a) Bei einpolig geerdeten Röntgenapparaten muß die Schutzhülle aus Isolierstoff samt der zwischen ihr und dem Hochspannungsystem befindlichen Luftschicht der Isolationsprüfung mit der 1,25-fachen höchstvorkommenden Betriebspannung standhalten. Die Prüfung hat mit einer an beliebige Punkte der Außenfläche der Schutzhülle herangebrachten, geerdeten Kugel von 1 cm Durchmesser während je 1 min zu erfolgen.

b) Bei Apparaten, bei denen der Mittelpunkt des Hochspannungserzeugers unmittelbar über verhältnismäßig niedrige Widerstände oder über eine Funkenstrecke geerdet ist, muß die aus Isolierstoff gefertigte Schutzhülle samt der zwischen ihr und dem Hochspannungsystem befindlichen Luftschicht bei der in der genannten Weise durchgeführten Prüfung mindestens ¾ der höchstvorkommenden Betriebspannung standhalten.

c) Bei Apparaten, bei denen der Mittelpunkt des Hochspannungserzeugers unmittelbar über verhältnismäßig niedrige Widerstände oder über eine Funkenstrecke geerdet ist, muß die aus Isolierstoff gefertigte Schutzhülle samt der zwischen ihr und dem Hochspannungsystem befindlichen Luftschicht bei der in der genannten Weise durchgeführten Prüfung mindestens dem 0,75-fachen der maximalen Betriebspannung standhalten. Dieses gilt unter der Voraussetzung, daß Mittel zum selbsttätigen Abschalten der Anlage vorgesehen sind, die in hinreichend kurzer Zeit in Wirkung treten, falls die Spannung zwischen einem Hochspannungspol und der Erde 75 % der maximalen Betriebspannung übersteigt. Anderenfalls muß eine geerdete, leitende Schutzfläche nach § 6 Verwendung finden.

§ 8.

Apparateraum.

a) Röntgenanlagen, bei denen der frei aufgestellte Hochspannungserzeuger und der Bedienungstisch voneinander örtlich getrennt sind, sind so aufzustellen, daß der Hochspannungserzeuger entweder in einem besonderen verschließbaren Raum untergebracht oder durch ein geerdetes Gitter oder Geländer unzugänglich gemacht ist. Das Öffnen der zum Hochspannungserzeuger führenden Türen des verschließbaren Raumes muß das selbsttätige Abschalten des Hochspannungserzeugers im Gefolge haben, und zwar mittels eines selbsttätigen Schalters, der nur außerhalb des Apparateraumes wieder eingeschaltet werden kann.

§ 9.

Untersuchungs- bzw. Behandlungsraum.

a) Bei Anlagen mit vom Untersuchungs- oder Behandlungsraum getrenntem Schaltraum muß im ersten eine Warnungseinrichtung vorgesehen sein, die das Eingeschaltetsein des Hochspannungserzeugers anzeigt und während der ganzen Dauer des Eingeschaltetseins in Tätigkeit bleibt.

D. Röntgenanlagen der Klasse D.

§ 10.

Röntgenapparate mit Erdung in einem Punkte des Hochspannungsystemes.

a) Röntgenapparate, bei denen ein Punkt des Hochspannungsystemes (Wickelungsmittelpunkt bzw. Systemmittelpunkt auf der Hochspannungseite oder der eine Hochspannungspol) unmittelbar oder über verhältnismäßig niedrige Widerstände betriebsmäßig geerdet ist, werden in Anlagen der Klasse D nur dann zugelassen, wenn eine Vorrichtung vorgesehen ist, die bei Berührung eines Hochspannungspoles die Abschaltung der Hochspannung in hinreichend kurzer Zeit bewirkt.

§ 11.

Überstromschalter.

a) Bei jedem Röntgenapparat muß zwischen dem Netz und dem die Röntgenröhre speisenden Hochspannungstransformator ein selbsttätiger Überstromauslöser vorgesehen sein.

1. **Die Auslösestromstärke darf den betriebsmäßig vorkommenden Höchstwert der Primärstromstärke des Hochspannungstransformators nur wenig übersteigen. Sie soll nach Möglichkeit nicht größer sein als die Stärke des Stromes, den der Hochspannungstransformator bei Wahl seiner niedrigsten Spannungstufe bei sekundärseitigem Kurzschluß aufnimmt.**

b) Bei Therapieapparaten ist der Überstromschalter so einzustellen, daß der Hochspannungstransformator selbsttätig ausgeschaltet wird, sobald die Röhrenstromstärke bei der höchsten Gebrauchspannung den betriebsmäßig vorkommenden Höchstwert überschreitet.

c) Nicht zulässig ist es, am Überstromschalter eine von Hand verstellbare Vorrichtung vorzusehen, die nur zum Verändern der Auslösestromstärke dient.

§ 12.

Apparategehäuse.

a) Besteht das Apparategehäuse aus nicht leitendem Material, so muß es so bemessen sein, daß man es auch bei der höchsten Betriebspannung gefahrlos berühren kann, oder es muß von einem geerdeten Geländer umgeben sein.

b) Liegen die Hochspannungspole eines im Behandlungs- bzw. Untersuchungsraum befindlichen Röntgenapparates, der mit einer festverlegten Hochspannungsleitung unlösbar verbunden ist, in weniger als 2 m Höhe über dem Fußboden, so muß um den Apparat herum ein Geländer vorgesehen werden. Dieses muß so bemessen sein, daß die Hochspannungspole des Röntgenapparates außerhalb der Reichweite liegen.

§ 13.

Fußboden.

a) In Röntgenanlagen sind nackte Stein-, Beton- oder durch Eisenplatten oder Roste durchsetzte Böden zu vermeiden. Solche Böden sind mit einem Holz-, Kork- oder Linoleumbelag zu versehen und zwar mindestens innerhalb des Flächengebietes, in dem die Abnahme des hochgespannten Stromes stattfindet.

§ 14.

Festverlegte Hospannungsleitungen.

a) Die Mindesthöhe der festverlegten Hochspannungsleitungen über dem Fußboden muß in Anlagen mit Leerlaufspannungen

unter 75 kV Scheitelwert	2,20 m
über 75 bis 130 kV Scheitelwert	2,30 m
über 130 bis 250 kV Scheitelwert	2,50 m

betragen.

Um dieser Vorschrift zu genügen, muß man in Räumen mit weniger als 2,80 m Deckenhöhe die Hochspannungsleitungen an Wandisolatoren und nicht an Deckenisolatoren befestigen.

b) An nicht begehbaren Stellen des Behandlungsraumes dürfen festverlegte Hochspannung führende Teile in geringeren als den oben angegebenen Mindesthöhen angeordnet sein, falls sie außerhalb der Reichweite sind.

c) An begehbaren Stellen des Behandlungsraumes dürfen festverlegte Hochspannung führende Teile in geringeren Höhen nur dann angeordnet sein, wenn unter ihnen ein geerdeter metallener Schutz oder eine Schutzschicht aus Isolierstoff angeordnet ist, die den Bedingungen nach § 7 entspricht.



§ 15.

Röntgenröhre.

a) Das Kühlgefäß bei wassergekühlten Röntgenröhren muß aus Metall gefertigt sein.

1. Das Wasserstandsrohr aus Glas soll zweckmäßigerweise mit einem Schutzgitter umgeben sein.

§ 16.

Röhrenzuleitungen.

a) Als Zuleitungen zur Röhre müssen selbsttätig zurückschnellende Hochspannungsleitungen verwendet werden, die mit Sicherungen ausgestattet sind, die ein unbeabsichtigtes Aushaken durch Erschütterungen oder dgl. verhindern.

b) Sind die Zuleitungen nicht abnehmbar an der festverlegten Hochspannungsleitung befestigt, so darf ihr tiefster Hochspannung führender Punkt in Ruhelage nicht unter den in § 11 angegebenen Mindesthöhen liegen.

§ 17.

Röntgengeräte.

a) Der Abstand der Hochspannung führenden Teile von den Metallteilen des Röntgengerätes muß bei Apparaten für eine Betriebshöchstspannung bis 130 kV Scheitelwert 1,1 mm, bei Apparaten für eine Betriebshöchstspannung über 130 kV Scheitelwert 1,3 mm je kV des Scheitelwertes der Röhrenspannung betragen.

b) Bei Untersuchungstischen für Untertischdurchleuchtung, bei denen die Stromzuführung zur Röhre von oben her durch nicht isolierte Zuleitungen erfolgt, müssen diese so geführt werden, daß sie mindestens 300 mm Abstand von der Tischkante haben.

§ 18.

Erdung der Röntgengeräte.

a) Die Metallteile der Röntgengeräte sind zum Abführen der Aufladung zu erden.

1. Für Erdungsleitungen ist 3 mm² Querschnitt ausreichend.

§ 19.

Lagerungstische für Therapiebetrieb.

a) Die Lagerungstische müssen aus Holz oder Isoliermaterial gefertigt oder mit Holz- bzw. Isolierfüßen versehen sein, die der Betriebshöchstspannung mindestens 1 min lang gewachsen sind.

§ 20.

Abändern der Vorschriften.

a) Der Verband Deutscher Elektrotechniker und die Deutsche Röntgen-Gesellschaft behalten sich vor, die Vorschriften den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

IV. Betriebsvorschriften.

§ 1.

Warnungschilder.

a) Innerhalb jedes Raumes, in dem sich frei zugängliche, Hochspannung führende Teile befinden, und an der Außenseite jeder Zugangstür zu diesen Räumen sind Schilder mit folgenden Warnungen anzubringen:

Achtung!
Hochspannung!
Nichts berühren!

§ 2.

Berühren von Röntgenapparaten.

a) Vor jedem Berühren von Röntgenapparaten, Hochspannung führenden Teilen, Röhren oder Geräten muß man sich davon überzeugen, daß der Röntgenapparat von der Stromquelle abgeschaltet ist.

b) Ist ein besonderer Transformatorraum vorhanden, so muß man sich vor Einschalten der Hochspannung davon überzeugt haben, daß sich niemand im Transformatorraum befindet.

§ 3.

Berühren von Hochspannungsleitungen.

a) Man berühre niemals beide Hochspannungsleitungen gleichzeitig. Auch achte man beim Berühren einer Hochspannungsleitung streng darauf, daß man nicht zufällig mit der anderen Hochspannungsleitung in Berührung kommt.

§ 4.

Abschalten unbenutzter Arbeitsplätze.

a) Sind mehrere Arbeitsplätze an den gleichen Hochspannungserzeuger angeschlossen, so überzeuge man sich vor jedem Einschalten davon, daß die unbenutzt bleibenden Arbeitsplätze hochspannungsfrei sind.

§ 5.

Hochspannungzuführungen.

a) Bei Anlagen mit beweglichen, frei zugänglichen Hochspannungzuführungen muß auf den Abstand der Zuführungen von Stativen und Apparaten mit Metallteilen geachtet werden. Der Abstand muß mindestens 1,1 mm je kV des Scheitelwertes der Röhrenspannung betragen.

b) Ist der Kranke nicht durch eine geerdete metallene Schutzhülle gegen frei zugängliche Hochspannungzuführungen abgeschirmt, so muß der Abstand zwischen Hochspannung führenden Teilen und dem Kranken mindestens 1,5 mm je kV des Scheitelwertes der Röhrenspannung betragen.

§ 6.

Abschirmen gegen Hochspannung.

a) Vor jedem Einschalten der Hochspannung muß ein deutlich hörbares Zeichen vom Arzt oder vom Einschaltenden gegeben werden.

§ 7.

Abschalten nach beendeter Durchleuchtung oder Aufnahme.

a) Man vergesse nie, nach Beendigung des Arbeitens mit den Röntgenapparaten den Netzschalter zu öffnen.

§ 8.

Nachprüfen der Signalvorrichtungen.

a) Die akustischen und optischen Zeichen sind täglich vor Betriebsbeginn nachzuprüfen.

§ 9.

Nachprüfen der Leitungstrommeln.

a) Federnde Band- und Kabeltrommeln sind täglich zu überprüfen.

§ 10.

Nachprüfen der selbsttätigen Sicherheitsvorrichtungen.

a) Sicherheitsvorrichtungen zum selbsttätigen Abschalten der Röntgentransformatoren sollen in regelmäßigen Zeitabständen (mehrmals im Jahre) überprüft werden.

§ 11.

Nachprüfen der Hochspannungsleitungen.

a) Festverlegte Hochspannungsleitungen sind jährlich mindestens einmal in Bezug auf mechanische Festigkeit nachzuprüfen.

§ 12.

Nachprüfen der Erdungen.

a) Alle Erdungen der Röntgenanlage samt ihren Erdungsleitungen sind einmal jährlich zu prüfen.

§ 13.

Nachprüfen der Schutzbekleidungen.

a) Die elektrische Isolierfestigkeit aus Isolierstoff gefertigter Schutzhüllen oder Schutzflächen nach § 7 ist jährlich mindestens einmal nachzuprüfen.

§ 14.

Abschalten bei Schadenfeuer.

a) Bei Ausbruch von Feuer in Apparate- oder Bedienungsräumen ist für sofortige Abschaltung der Röntgenapparatur vom Netz zu sorgen.

§ 15.

Unterweisen von Hilfskräften.

a) Jedem, der sich im Röntgenbetrieb, wenn auch nur vorübergehend, betätigen soll, sind vor Dienstantritt diese Betriebsvorschriften auszuhändigen. Der Empfänger hat den Empfang der Betriebsvorschriften dem Institutsleiter durch Unterschrift zu bestätigen.

§ 16.

Aushängen der Betriebsvorschriften.

a) Diese Betriebsvorschriften und eine „Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen im elektrischen Betriebe" müssen im Röntgenzimmer ausgehängt sein.

§ 17.

Abändern der Vorschriften.

a) Der Verband Deutscher Elektrotechniker und die Deutsche Röntgen-Gesellschaft behalten sich vor, die Vorschriften den Fortschritten und Bedürfnissen der Technik entsprechend abzuändern.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein.)

Fachsitzung

für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am 14. II. 1928 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Besprechung des Vortrags[1]

des Herrn Dr.-Ing. Erich Schulze

„Ein einfaches Verfahren zum Magnetisieren von permanenten Magneten".

Vorsitz: Herr Prof. Dr. Lubberger.

Nach Begrüßungsworten seitens des Vorsitzenden hält Herr Dr.-Ing. E. Schulze den Vortrag, der im heutigen Heft erscheint. Hieran schließt sich die Besprechung.

Vorsitzender: Wie werden die Zählermagnete eingeschaltet?

Vortragender: Die nebenstehende Abb. 1 zeigt das Einschalten des Zählermagneten, der in Form eines Reiters auf den flachen Kurzschlußring a aus Kupfer aufgesetzt ist. Darunter befindet sich ein Ring b aus Eisen, der den erforderlichen Eisenschluß des Magneten bildet. Das Kupfervolumen des Kurzschlußringes muß möglichst groß sein. Ich habe daher vorgeschlagen, den Kurzschlußring nicht nach der in Abb. 1 angegebenen Form auszuführen, sondern als zwei Kupferrohre, die jeden Schenkel des Transformators umgeben und durch zwei Kupferschienen parallel geschaltet werden, nachdem man die Magnete darauf gesteckt hat. Starke Kupferrohre werden zur Vermeidung der Wirbelströme selbstverständlich mehrfach unterteilt. Daher ist die im Lichtbild gezeigte Versuchsanordnung (Abb. 2 des Vortrages) auch wenig geeignet. Ein besser geeigneter Transformator stand aber nicht zur Verfügung, da andere den Laboratoriumsübungen im Elektrotechnischen Institut nicht längere Zeit entzogen werden konnten.

Herr **Gaarz:** Ich wollte den Herrn Vortragenden fragen, wie groß der Transformator bei diesen Versuchen gewesen ist, bezogen auf Wechselstrom von 50 Hz.

Vortragender: Der benutzte Transformator, Bauart vom Jahre 1895, hat eine Leistung von 12 kVA und ist für den vorliegenden Zweck viel zu groß. Für eine richtige Bemessung würden schätzungsweise die Schenkel etwa ¾ m hoch und das Joch etwa ½ m breit sein.

Herr **Langer:** Die von dem Herrn Vortragenden bekanntgegebene Art des Magnetisierens hängt doch wohl von der Form der Magnete ab; denn die Bremsmagnete lassen sich infolge ihres sehr kleinen Luftspaltes auf eine andere Art wahrscheinlich sehr schlecht magnetisieren, und das ist wohl die Ursache dafür, daß man dieses Verfahren anwendet. Stabmagnete wird man auf diese Weise wohl kaum magnetisieren.

Vortragender: Gewiß, Stabmagnete lassen sich auf diese Weise nicht magnetisieren. Magnete mit großem Luftspalt kann man leicht durch Aufsetzen auf einen kräftigen Elektromagneten magnetisieren. Dagegen entstehen Schwierigkeiten bei Magneten mit sehr kleinem Luftspalt, wie Zählerbremsmagneten, Dämpfermagneten in Hitzdrahtmeßgeräten usw. Dies zeigt Abb. 2, wo der Kraftfluß Φ des Elektromagneten sich infolge des kleinen Luftspaltes in zwei Teile teilt: der eine Teil a durchsetzt den zu magnetisierenden Stahlmagneten, der andere, recht erhebliche Teil b dagegen bleibt im Hauptwege des Elektromagneten; diese beiden Teile sind, bezogen auf den normalen magnetischen Kreis des Stahlmagneten, einander entgegengesetzt gerichtet. Es ist daher unmöglich, auf diese Weise eine starke Magnetisierung zu erreichen. Für Magnete mit kleinem Luftspalt empfiehlt sich deshalb das von mir beschriebene Verfahren. Die gelieferten Zählerbremsmagnete haben eine Induktion im Luftspalt von 1600...1700 Gauß; das werden mir auch die Herren aus der Zählerbranche bestätigen. Ich kann mit diesem Verfahren leicht eine Luftspaltinduktion von 2200...2300 Gauß erreichen. Beim Erschüttern des Magneten, Klopfen mit einem Holzhammer, läßt sie etwas nach. Durch Schwächen mit Wechselstrom (künstliches Altern) kann man die Remanenz um 10...20 % herabsetzen, sie bleibt aber dann praktisch konstant. Ein späteres Altern wird somit vermieden. Ich habe selbst Alterungsversuche gemacht, indem ich die Luftspaltinduktion von 2100 Gauß eines auf diese Weise magnetisierten Magneten um einige Prozent reduziert habe durch häufiges Klopfen desselben mit dem Hammer. Nach einer vorhergehenden Schwächung durch Wechselstrom von 2100 auf 1900 Gauß dagegen war ein Altern durch Klopfen überhaupt nicht mehr festzustellen, mit einer Ausschlagmethode (ballist. Galvanometer) jedenfalls nicht. Ich glaube, daß der Vorteil des von mir empfohlenen Verfahrens klar auf der Hand liegt. (Beifall.)

[1] ETZ 1928, S. 969.

Herr **Gaarz:** Es würde mich interessieren, zu erfahren, wie groß die maximal erreichbare Stromstärke bei der gegebenen Anordnung ist, und welche primär zugeführte Energie dafür aufgewendet werden muß.

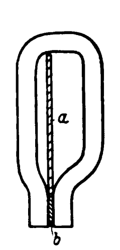


Abb. 1. Zählerbremsmagnet mit Eisenschluß auf Kurzschlußring.

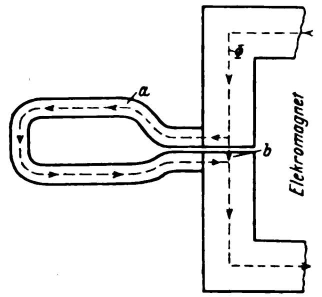


Abb. 2. Magnetisieren des Zählermagneten durch Aufsetzen auf einen Elektromagneten.

Vortragender: Bei einer Erregerstromstärke von 30 A betrug die primär zugeführte Leistung etwa 60 W. Ich hätte die Erregerwicklung ebenso gut auch mit 200 A betreiben können, ohne sie unzulässig zu erwärmen; denn sie wird nur kurze Zeit eingeschaltet. Es bietet also keine Schwierigkeiten, hiermit Stromstöße von 10 000 A und noch höheren Beträgen zu erzielen. Es kommt aber nicht so sehr auf den absoluten Betrag der Stromspitze, sondern auf den zeitlichen Verlauf des Stromstoßes an. Häufig ist es vorteilhafter, einen niedrigeren Stromhöchstwert zu nehmen, der dafür langsam ansteigt und dann allmählich verschwindet. Es würde übrigens ein interessantes physikalisches Problem sein, die Stoßmagnetisierung näher zu untersuchen. Stellen Sie sich vor: Sie geben auf die Erregerwicklung eines Magneten Stromimpulse, beispielsweise in rechteckiger Form. Bei hohem Stromstoß (i_1) und sehr kurzer Zeit (t_1) werden wir dann keine erhebliche Magnetisierung erzielen, weil das Entstehen des magnetischen Feldes durch die Wirbelströme verlangsamt wird und die molekularen Magnete infolge einer gewissen Trägheit nicht augenblicklich umgelagert werden können. Bei geringerem Stromstoß (i_2) von längerer Zeitdauer (t_2) aber wird die Magnetisierung zweifellos stärker sein, selbst dann, wenn $i_1 t_1 > i_2 t_2$ ist. Natürlich gibt es auch da eine Grenze. Ist der Stromwert zu klein, so wird man auch trotz großer Zeitdauer keine hinreichende Magnetisierung erhalten. Dazwischen aber wird es ein Optimum geben. Übereinstimmend mit diesen Überlegungen zeigen die Versuchsergebnisse in Abb. 16 des Vortrages, daß man beim Magnetisieren durch Einschalten mit kleinerem Stromhöchstwert (825 A) von größerer Zeitdauer eine stärkere Magnetisierung erzielt als durch Abschalten mit größerem Stromhöchstwert (1330 A) von kleinerer Zeitdauer.

Vorsitzender: Wenn ich recht verstanden habe, hat die primär zugeführte Leistung 60 W betragen; der Wirkungsgrad sei 13,5 %. Das heißt also, daß in dem permanenten Magnet 7...8 W versteckt sind.

Vortragender: Den Begriff der Leistung (Watt) können wir hier nicht anwenden; es handelt sich um die magnetische Energie eines Magneten, gemessen in Wattsekunden. Der Energiebegriff bei der Erregung des Transformators entsteht dadurch, daß man seine Wicklung eine Zeit lang eingeschaltet lassen muß, bis sich das Feld ausgebildet hat. Die gesamte magnetische Energie des Transformators war bei 30 A Erregung 11,18 Ws und die beim Abschalten freiwerdende Energie 7,14 Ws. In den magnetisierten Magneten wurden 21,7 % der freiwerdenden und etwa 13,8 % der gesamten Energie nutzbar gemacht.

Herr **Langer:** Herr Dr. SCHULZE sprach von dem künstlichen Altern mittels Wechselstrom. Wenn man dabei ungeschickt verfährt, bringt man den Magnetismus unter Umständen wieder auf Null zurück. Bei Anwendung des Wechselstroms kann man den Magnetismus z. B. um 20 %, durch Klopfen um etwa 5...10 % verringern. Ich wollte nun fragen, ob das Altern von der Stärke des Magnetismus abhängt. Sind die Alterungserscheinungen

bei einem Magneten mit kleiner Induktion dieselben wie bei einem Magneten mit starker Induktion, muß man in allen Fällen den Magnetismus um denselben Prozentsatz vermindern?

Vortragender: Je höher ein Magnet magnetisiert ist, um so leichter neigt er zum Altern. Schwach magnetisierte Magnete braucht man daher nicht in dem Maße zu altern, sie haben aber auch für die Praxis keine Bedeutung.

Herr **Liehr:** Wir haben mit dieser Methode sehr gute Erfahrungen gemacht; wir verwenden das von dem Herrn Vortragenden angegebene Verfahren schon seit Jahren, und zwar haben wir das Abschaltverfahren angewendet. Die Abschaltung wurde einmal wiederholt. Es wurde mit 110 V Gleichstrom magnetisiert und eine Stromaufnahme von etwa 10 A festgestellt.

Vortragender: Hierbei ist aber maßgebend, wieviel Amperewindungen vorhanden waren. Übrigens schalten Sie zweimal ab!

Herr **Liehr:** Die Amperewindungszahl ist mir augenblicklich nicht bekannt. Die zweite Abschaltung wurde zur Erhöhung des Magnetismus vorgenommen.

Vortragender: Haben Sie beim nochmaligen Einschalten den Kurzschlußkreis unterbrochen?

Herr **Liehr:** Der Kurzschlußkreis wurde vorher unterbrochen.

Vortragender: Sie werden nach den mitgeteilten Versuchsergebnissen (Abb. 14 des Vortrages) praktisch dasselbe erreichen, wenn Sie nicht unterbrechen.

Herr Liehr: Das Aufstecken und Abnehmen der Magnete beanspruchte viel mehr Zeit als das Magnetisieren. Die Sekundärwicklung endigte in zwei Schienen, auf die 20 Magnete aufgesteckt werden konnten.

Herr **May:** Ich habe mit 12000 Amperewindungen primär und einem Kupferquerschnitt von 30 × 12 mm der Sekundärschiene im Innern der Magnete, und zwar beim Abschalten, recht gute Resultate erzielt.

Vortragender: Für das Magnetisieren durch Einschalten muß man der Erregerwicklung des Transformators einen erheblichen Vorwiderstand geben, um den Höchstwert des Magnetisierungstromstoßes im Kurzschlußring hinreichend groß zu machen. Dieser Hinweis für die praktische Anwendung des Verfahrens fehlt in der Patentschrift.

Herr **Liehr:** Ich habe eine Frage bezüglich des künstlichen Alterns der Magnete. Der Herr Vortragende erwähnte die Schwächung der Magnete mit Wechselstrom. Nach meinen Erfahrungen erholen sich die Magnete nach der Schwächung durch Wechselstrom wieder um einige Prozent. Mit Magneten, die durch Erwärmung auf etwa 200 ° geschwächt wurden, wurden sehr gute Erfahrungen gemacht. Welche Art der künstlichen Alterung wäre vorzuziehen?

Vortragender: Ich habe die Magnete durch Erwärmen auch künstlich gealtert; die Temperatur betrug 180 bis 200 °. Die Ergebnisse waren praktisch die gleichen. Einen Unterschied zwischen dem Altern durch Wechselstrom und Altern durch Erwärmung habe ich nicht festgestellt.

Herr **May:** Ich halte das Altern durch die Feldschwächung allein nicht für gut. Die Magnete müssen einem Erwärmungsprozeß unterworfen werden, weil Spannungen beim Härten zurückbleiben, die mit der Zeit die Konstanz beeinflussen.

Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Brennkrafttechn. Gesellschaft, Berlin, u. Sächs. Dampfkessel-Überwach.-Verein. 3. u. 4. VII. 1928: Brennstoff-, Kraft- und Wärmetagung für die Stadtwirtschaft in Dresden, Städt. Planetarium, vorm. 9 h, mit folg. Vorträgen:

1. Prof. Kayser, „Erdöl u. dt. Kohle". 2. Baurat Behrens, „Gemeindl. Brennstoffwirtschaft". 3. Dir. Buschmann, „Die Entwickl. d. Kraftwagenverkehrs u. ihr Einfluß auf Stadtwirtschaft und Stadtbild". 4. Dipl.-Ing. Gumz, „Kohlenstaubfeuerung, ihre Technik u. ihre Wirtschaft". 5. Prof. Pauer, „Dampfkraft u. Fernheiz. unter d. Einfl. d. Dampfdrucksteigerung". 6. Dir. Hartmann, „Höchstdruckdampf u. seine Bedeut. f. d. kommunale Wirtschaft". 7. Seippel, „Die Ferngasversorg. als volks- u. stadtwirtschaftl. Problem".

Auskunft durch die Geschäftsstelle: Berlin W 9, Potsdamer Str. 19.

PERSÖNLICHES.

R. Arnó †.

Im April d. J. starb in Mailand der weit über die Grenzen seines Vaterlandes bekannt gewordene Elektrotechniker Prof. Riccardo Arnó. Der Verstorbene wurde am 31. XII. 1866 in Turin geboren und erwarb in Valentino (Turiner Polytechnikum) den Ingenieurtitel. Ein Jahr später wurde ihm das höhere Diplom der Elektrotechnik beim R. Museo Industriale Italiano erteilt. Unmittelbar hierauf wurde Arnó zum Assistenten von Galileo Ferraris ernannt, der ihm alsbald den Auftrag gab, einen Lehrkursus über elektrische Messungen zu halten. Gemeinsam mit dem großen Physiker arbeitete Arnó bis zu dessen Tod; dann wurde er 1898 zum ordentlichen Professor der Elektrotechnik im Institut Carlo Erba am Polytechnikum zu Mailand erwählt, eine Stelle, die er bis zu seinem Lebensende innehatte.

Arnó übte eine bedeutende wissenschaftliche und praktische Tätigkeit auf allen Gebieten der Elektrotechnik aus. Er entwickelte aus dem von Ferraris erfundenen magnetischen Drehfeld das elektrische Drehfeld und stellte Forschungen über Elektrizitätszähler und das Anlassen einphasiger Synchronmotoren an. In gemeinschaftlicher Arbeit mit dem Ing. Caramagna erfand er ein System elektrischer Zugförderung mit unterirdischer Stromzuführung und Schleifkontakten. Auch beschäftigte er sich mit thermischen Elektrizitätsanwendungen und besonders mit einem neuen elektrischen Aufspeicherungskochofen, sowie mit Forschungen auf dem Gebiete der Radiotelegraphie und Radiotelephonie. Mit Ferraris zusammen erfand er einen Phasenverschiebungs-Transformator, der in mehreren Anlagen industrielle Anwendung fand und später (1915) zu der Entwicklung des Einphasen-Dreiphasensystems für Zugförderung auf der Norfolk und Western Ry. (V. S. Amerika) Anlaß gab.



R. Arnó †.

Arnó war an der Gründung der Associazione Elettrotecnica Italiana (1890) beteiligt, in deren erstes Komitee er berufen wurde. Als Mitarbeiter der Zeitschrift dieser Gesellschaft ließ er etwa 30 seiner wertvollen Mitteilungen erscheinen. Auch trat er als Mitarbeiter anderer Zeitschriften, besonders des 1892 gegründeten „Elettricista" mit manchen Aufsätzen hervor. Er wurde zum Mitglied des R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere ernannt. In

internationalen Kongressen vertrat er mit Eifer die elektrotechnische Wissenschaft seines Vaterlandes. 1911 ordnete er die elektrotechnische Abteilung in der Turiner Ausstellung und erlangte damit einen großen Erfolg. Seine Experimente erregten großes Aufsehen. Schon in der Pariser Ausstellung erhielt er für seine elektrischen Anwendungen hohe Ehrenbezeigungen.

Arnò war ein unruhiger und gebildeter Geist und besaß allgemeine Sympathien. Seine Schüler schätzten die Genialität seiner, jeder akademischen Kälte fremden, von warmer Begeisterung für die Wissenschaft getragenen Lehre.

F. Burghardt †. — Am 19. Mai d. J. verstarb an den Folgen einer Operation im 51. Lebensjahre Herr Dipl.-Ing. Fritz Burghardt, Werkdirektor des Reichsbahnkraftwerkes Mittelsteine. Der Verstorbene war ein Ingenieur von großem Wissen und Können, der besonders im Bau und Betrieb von Bahnkraftwerken Bedeutendes geleistet hat. Die Elektrotechnische Zeitschrift erfreute sich lange Jahre seiner fleißigen Mitarbeit. Das liebenswürdige Wesen und große Können des Verstorbenen sichern ihm ein ehrendes Andenken.

P. Craemer. — Ministerialdirektor Dr.-Ing. Craemer, der bisherige Leiter der Abteilung III des Reichspostministeriums (Fernkabelangelegenheiten, Telegraphen- und Fernsprechverkehr mit dem Ausland, Funkwesen) ist am 1. Juli in den Ruhestand getreten und hat seinen Wohnsitz von Berlin nach Bückeburg (Straußweg 1) verlegt. An seiner Stelle ist der Ministerialdirigent Arendt zum Ministerialdirektor ernannt worden. Dr. Craemer wird als Vorsitzender des Aufsichtsrates der Deutschen Fernkabel-Gesellschaft auch fernerhin am Ausbau des deutschen Fernkabelnetzes mitarbeiten und als Herausgeber der Zeitschrift „Europäischer Fernsprechdienst" für die Entwicklung des internationalen Nachrichtenwesens weiter tätig sein.

LITERATUR.

Besprechungen.

Das Großkraftwerk Klingenberg. Von R. Laube. Mit Einleit. v. F. Stahl. Mit zahlr. Abb. u. 96 S. in 4°. Verlag von Ernst Wasmuth, A.-G., Berlin 1927. Preis geb. 15 RM.

Neben den ausführlichen, rein technischen Schilderungen des Großkraftwerkes Klingenberg, die teilweise von der Bewag direkt, teilweise vom Verein Deutscher Ingenieure veröffentlicht wurden, hat der Verlag Wasmuth ein 96 Seiten starkes Werk herausgebracht, welches in der Hauptsache rein bildmäßig die architektonische Gestaltung und die Inneneinrichtungen würdigen soll. Nach einer Einleitung von Fritz Stahl, welche sich mit dem neuzeitlichen Industriebaustil und seiner Anwendung auf das Kraftwerk Klingenberg befaßt, und nach einem Vorwort des Herausgebers, das ganz kurz noch einmal die wichtigsten Daten aus der Baugeschichte zusammenfaßt — beide begleitet von einer Reihe anschaulicher Architekturskizzen —, folgen die bildlichen Darstellungen: Zunächst einige Kunstbeigaben von Issel und Scheuritzel: dann zeichnet die photographische Kamera mit bewundernswerter Deutlichkeit und in einer Anzahl ganz hervorragender Einstellungen ein anschauliches Bild von diesem neuzeitlichsten aller deutschen Großkraftwerke. Wir wandern noch einmal durch alle Teile des imposanten Baues, schauen malerische Durchblicke und haben Muße, besondere Feinheiten der Gestaltung der Inneneinrichtungen genauestens zu betrachten. Ein wohlgelungenes Bild vom heutigen Stande der industriellen Bautechnik wird uns gegeben. Die Zusammenarbeit von Techniker und Künstler ist dabei so innig, daß der Betrachter den Anteil des Bauingenieurs und den des Architekten schwerlich voneinander zu sondern imstande ist.

Dehne.

Leitfaden für Kinooperateure und Kinobesitzer. Von Dr. P. Schrott, Regierungs-Oberbaurat. 6., umgearb. u. verb. Aufl. mit 144 Abb. im Text, VI u. XIV u. 175 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Wien 1928. Preis kart. 6,60 RM.

Das Buch bringt in leichtfaßlicher Darstellung die wichtigsten elektrotechnischen und optischen Grundlagen der Kinoprojektion und einen Überblick über Bau und Behandlung der Theatermaschine. Ein Sachregister und ein Anhang mit den gesetzlichen Bestimmungen erhöhen den Wert als Lehr- und Nachschlagebuch.

Die sechste Auflage zeigt in einigen Abschnitten wesentliche Veränderungen gegenüber den früheren Auflagen. Die historische Einleitung ist in der neuen Ausgabe ganz weggelassen. Der erste Hauptabschnitt „Elektrotechnik" ist fast unverändert geblieben. Er bringt dem Laien in recht instruktiver Darstellung alles zum Verständnis der im Kinobetrieb vorhandenen elektrischen Einrichtungen Notwendige. Im zweiten Abschnitt „Die Projektionseinrichtung" ist an Stelle der Ausführungen über das veraltete Kalklicht ein Kapitel „Projektionsglühlampen" getreten, das der raschen Entwicklung dieser jüngsten Lichtquelle des Kinoprojektors Rechnung trägt. In die Ausführungen über die Bogenlampe sind die Görz-Kohlen aufgenommen worden. Es fehlt dagegen in dem Absatz „Betrieb der Bogenlampe" die Erwähnung des Kraterprojektors. Auch die beiden letzten Abschnitte „Projektionsoptik" und „Der Projektor" sind stark umgeändert und der heutigen Entwicklung angepaßt; dies Ziel ist aber hier nicht vollkommen erreicht. So fehlt z. B. ganz die wichtige Diaprojektionsvorrichtung der Spiegellampen-Projektoren; auch einige Abbildungen sind veraltet. Jedenfalls ist das Büchlein in seiner neuen Auflage als Leitfaden zur ersten Einführung in die Kinotechnik durchaus zu empfehlen.

Reeb.

Kolloidchemische Technologie. Ein Handbuch kolloidchem. Betrachtungsweise in d. chem. Ind. u. Technik. Unter Mitwirk. zahlr. Fachgenossen herausg. von Dr. R. E. Liesegang. Mit 419 Textabb., VIII u. 1047 S. in 8°. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1927. Preis geh. 66 RM, geb. 70 RM.

An dem 1047 Seiten starken Handbuch, welches in einen theoretischen und einen speziellen Teil zerlegt ist, haben sich viele Fachleute beteiligt. Die Beziehungen zwischen der Elektrotechnik und der Chemie sind im Laufe der Zeit immer enger geworden und werden es täglich mehr. Chemiker und chemisch gebildete Elektrotechniker finden in dem vorliegenden Nachschlagebuch die Möglichkeit, sich über das Wesen der physikalischen Chemie der Kolloide, welche die Lehre von der Oberflächenenergie der Stoffe ist, entsprechend dem heutigen Stande dieser Wissenschaft bestens zu orientieren. Eine Fülle von neuen und neuartigen Eindrücken wird geboten. Auch die Patentliteratur ist fleißig herangezogen. Die Behandlung von Kautschuk, Kunstharzen, Schellack, Hartpapier, Isolierlacken, Ausgußmassen, Ölen, Asphalten, Faserstoffen, Gläsern, Sintermassen, Zement, Schmiermitteln, Kitten, plastischen Massen, Holzimprägnierungen ist im besonderen für die Elektrotechnik von Wert. Da die Chemie der Kolloide sich von immer größer werdender wirtschaftlicher Bedeutung erweist, ist das Erscheinen dieses mit großem Fleiß und Geschick zusammengestellten Handbuchs außerordentlich zu begrüßen.

Bültemann.

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. Aug. Föppl. 3. Band: Festigkeitslehre. 10. Aufl., bearb. von Dr.-Ing. O. Föppl. Mit 114 Textabb., VI u. 451 S. in 8°. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1927. Preis geb. 16,60 RM.

Der Inhalt des Bandes und die Behandlung des Stoffes haben sich gegen die früheren Auflagen im ganzen wenig verändert. Wo Veränderungen eingetreten und Zusätze gemacht sind, ist dies mit Rücksicht auf neue Forschungsergebnisse geschehen und dafür Sorge getragen, daß sie sich geschickt dem bisherigen Rahmen einfügen. Wenn ein Buch wie das vorliegende die 10. Auflage ohne Änderung der beherrschenden Grundgedanken erlebt hat, so darf es der Kritik wohl erspart bleiben, über die Zweckmäßigkeit der Anlage ein Wort zu verlieren. Die Behandlung erstreckt sich in breiter Ausführung der Grundzüge auf alle Gebiete der Festigkeitslehre, die für die Technik in Betracht kommen, mit einer Gründlichkeit und Klarheit, die den Leser befähigt, nach Aneignung des Inhaltes mit Erfolg die Spezialwerke dieses weiten Gebietes zu studieren. Das hierfür erforderliche mathematische Rüstzeug ist auf die Elemente der höheren Analysis beschränkt, was wesentlich zu seiner Beliebtheit in technischen Kreisen beiträgt. Zahlreiche Beispiele zeigen die Anwendung und dienen zur Vertiefung des Verständnisses.

Wenn ich einen Wunsch aussprechen dürfte, so wäre es der, daß bei einer Neuauflage die Gl. 142 ... 146 des 6. Abschnittes bis zur expliziten Lösung durchgeführt werden, die sich verhältnismäßig einfach darstellen läßt. Die numerische Auflösung von 8 linearen Gleichungen mit 8 Unbekannten erfordert große Rechenarbeit und birgt eine gewisse Unsicherheit der Ergebnisse in sich. Dieser Übelstand läßt sich aber vermeiden durch Weiterführung der allgemeinen Untersuchung.

Druck und Ausstattung lassen nichts zu wünschen übrig.

Georg Duffing.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der nordamerikanischen Elektroindustrie. — Ein, wie El. World schreibt, auf durchaus neutraler Untersuchung basierender Bericht der Federal Trade Commission scheint nach der genannten Zeitschrift geeignet, die dauernden Auseinandersetzungen über das Verhältnis der drei großen Elektrizitätsgesellschaften zu den schwächeren Fabriken zu beenden, die trotz der von jenen auf dem Elektromarkt eingenommenen Stellung in den V. S. Amerika doch das Hauptgeschäft machen. Es wird festgestellt, daß der Handel das Preisniveau der Großerzeuger als das höchst erreichbare ansehe, diese aber, wenn auch im Besitz der Macht, die Preise zu drücken, davon während der letzten Jahre keinen Gebrauch gemacht hätten. Ihre Konkurrenzmittel beständen im Anbieten von Pauschalsummen (lump-sum bid), dem Mengenrabatt und der Konsignation von Motoren. Die Preise der Kleinmotoren seien freilich so herabgesetzt worden, daß mancher Fabrikant nicht mehr in Wettbewerb treten konnte, doch würden von verschiedenen Seiten auch kleine Gesellschaften als schärfste Konkurrenten bezeichnet. El. World zieht aus dem Bericht den Schluß, daß die allgemeine Preispolitik der großen Unternehmungen fair sei und einen beruhigenden Einfluß auf den Markt ausgeübt habe. Die Federal Trade Commission hebt auch die Verdienste der General Electric Co. und von Westinghouse auf dem Forschungsgebiet hervor und zollt den Handelsvereinigungen der Elektroerzeuger dafür Anerkennung, daß sie die industrielle Tätigkeit dem Antitrustgesetz angepaßt hätten.

Die Ergebnisse der erwähnten drei „Großen" aus dem Geschäftsjahr 1927/28 liegen jetzt vor: Bei der Westinghouse Electric & Manufacturing Co., East Pittsburgh, betrug die Roheinnahme 175,457 Mill. $ gegen rd. 185,543 i. V., d. h. um 6 % weniger, und nach Abzug von 161,347 Mill. $ Unkosten (169,764 i. V.) der Nettobetriebsgewinn 14,109 Mill. $ (15,779 i. V.). Einschließlich 3,032 Millionen $ an anderen Einnahmen (2,586 i. V.) ergibt sich ein Rohgewinn von 17,141 Mill. $ (18,365 i. V.) und abzüglich 1,502 Mill. $ Zinsen usw. (2,226 i. V.) der für Dividenden verfügbare Reingewinn von 15,639 Mill. $ (16,138 i. V.). Als Ertrag je Aktie werden 6,57 $ oder 13,4 % angegeben (6,8 $ i. V.). Die Gesellschaft hat während des Berichtsjahres 8 % Dividende oder 4 $ je 50 $-share verteilt. In der Bilanz stehen 122 Mill. $ flüssigen Aktiven 15 Mill. $ Verpflichtungen gegenüber. Für neue Anlagen und Erweiterungen wurden in den abgelaufenen sechs Jahren annähernd 40 Mill $ verausgabt, so daß die Gesellschaft bei der ganz modernen Ausrüstung ihrer Werke in der Lage ist, die Geschäftstätigkeit um 25 % zu steigern. Die Zahl der von ihr im Berichtsjahr Beschäftigten betrug durchschnittlich 41 787 (47 084 i. V.), die Höhe der gezahlten Gehälter und Löhne über 70 Mill. $ (rd. 77,7 i. V.). — Die Roheinnahme der General Electric Co., Schenectady, stellte sich 1927 auf 312,604 Mill. $ (326,974 i. V.) und ergab nach Abzug der Unkosten, Steuern und Abschreibungen in Höhe von 276,454 Millionen $ (289,878 i. V.), aber einschl. 15,396 Mill. $ an anderen Einnahmen (12,562 i. V.) als Rohgewinn 51,546 Millionen $ (49,657 i. V.) sowie abzüglich der Zinsen und Generalreserven, die 2,746 Mill. $ ausmachten (2,985 i. V.), einen Reingewinn von 48,799 Mill. $, d. s. 5 % mehr als 1926 (46,672 Mill. $). An Dividenden wurden 36,826 Mill. $ gezahlt (29,397 i. V.), so daß als Surplus des Berichtsjahres 11,973 Mill. $ verblieben (17,275 i. V.), an dessen Schluß die unerledigten Aufträge um 5 % geringer waren als 1926. Wie El. World mitteilt, ist die Leistungsfähigkeit des Unternehmens u. a. durch die Anlage einer Fabrik für Schaltvorrichtungen in Philadelphia mit 3 Mill. $ Unkosten und durch die Einrichtung eines Hochleistungslaboratoriums in Schenectady mit 1 Mill. $ erheblich gewachsen. Die Kapitalsanlage hat sowohl infolge weiterer Beteiligung bei befreundeten Fabrikationsunternehmungen als auch durch Vorschüsse an Securities-Gesellschaften eine Erhöhung um nahezu 19 Mill. $ erfahren. Der Auftragseingang betrug 309,785 Millionen $ (327,4 i. V.). — Die Allis-Chalmers Manufacturing Co., Milwaukee, konnte nach El. World 1927 ihren Absatz von 30,682 i. V. auf 33,352 Mill. $, mithin um 8,7 % erhöhen, während die gebuchten neuen Aufträge bei 30,652 Mill. $ um 4,7 % hinter denen des Vorjahres (32,170 Mill. $) zurückgeblieben sind. Die Ausgaben haben sich um 10 % erhöht, und der dem Surplus zufallende Reingewinn war mit 3,182 Mill. $ um 11,5 % geringer als 1926 (3,597 Mill. $). Auch die am Ende des Berichtsjahres vorhandenen unerledigten Aufträge in Höhe von 10,013 Mill. $ zeigen gegen das Vorjahr (11,635 Mill. $) einen Rückgang. Der Ertrag je Aktie ist jedoch auf 10,02 $ gewachsen (9,48 i. V.) Das Betriebskapital hat infolge Einziehung der Vorzugsaktien und des Erwerbs der Pittsburgh Transformer Co. eine Abnahme von 27,290 auf 21,241 Mill. $ erfahren. Die Gesamtaktiven werden für Ende 1927 zu 62,114 Mill. $ angegeben. Um für künftige Geschäftserweiterungen gerüstet zu sein, hat die Generalversammlung beschlossen, das Stammkapital von 26 auf 50 Mill. $ zu erhöhen. Im ersten Vierteljahr 1928 ist der Absatz um 6,4 % gegen die gleiche Periode des Vorjahres gestiegen und der Auftragseingang von 7,834 auf 8,371 Mill. $. Die General Electric Co. verzeichnet dagegen für die ersten drei Monate einen geringeren Umsatz in Höhe von 71,641 Mill. $ (72,474 i. V.), aber eine Erhöhung des Reingewinns auf 11,905 Mill. $ (11,672 i. V.).

Absatzmöglichkeiten für elektrotechnische Erzeugnisse in Ekuador. — Nach einer von der Rev. Gén. de l'El. wiedergegebenen Mitteilung des Moniteur Officiel du Commerce et de l'Industrie bietet Ekuador wegen seiner noch schwachen Industrialisierung bisher nur geringe Absatzmöglichkeiten für elektrotechnische Erzeugnisse, doch nimmt die Elektrisierung zu, und man kann mit bedeutenden Installationen rechnen. Eine nationale Konkurrenz besteht noch ebensowenig wie eine offizielle Statistik. Um den Markt bewerben sich vorwiegend die V. S. Amerika und Deutschland, die beide weite Zahlungsfristen gewähren und dadurch den inländischen Händler für ihre Erzeugnisse einnehmen. Zur Zeit verlangt dieser besonders kleine elektrische Vorrichtungen für den Hausbedarf. Da Ekuador reich an natürlichen Energiequellen ist, wird es als leicht bezeichnet, längs seiner Flußläufe Wasserkraftwerke zu errichten, sobald die wirtschftliche Lage des Landes das gestattet.

Aus der Geschäftswelt. — Die im vorjährigen Geschäftsbericht der Accumulatoren-Fabrik A. G., Berlin-Hagen i. W., ausgesprochene Erwartung, daß die Elektrizitätswerke belangreiche Aufträge in stationären Großakkumulatorenbatterien vergeben würden, erfüllt sich nur allmählich. Der Umsatz der Gesellschaft in transportablen Sammlern ist 1927 gewachsen, besonders in Starter- und Radiobatterien, doch hat die in- und ausländische Konkurrenz gerade auf diesem Gebiet die Preise außerordentlich gedrückt. Der erzielte Überschuß betrug 3 288 537 RM (3 000 595 i. V.) und der Reingewinn 2 179 789 RM (1 991 510 i. V.); hieraus kamen auf 20 Mill. RM Aktienkapital wieder 8 % Dividende zur Verteilung. — Die Bayerischen Elektricitäts-Werke, München, verzeichnen für 1927 eine erhebliche Steigerung des Umsatzes ihrer Fabrik in der zweiten Jahreshälfte; indessen konnten sie aus der Mengenkonjunktur keinen wirtschaftlichen Nutzen ziehen. Insbesondere waren die Preise für Serienmotoren unauskömmlich. Die Herstellung von Spezialmaschinen, vornehmlich von Gleichstrom-Hochspannungsgeneratoren, hat gute Fortschritte gemacht, doch wurde der Ertrag aus diesem Fabrikationszweig durch die mit der Entwicklung verbundenen Sonderausgaben beeinträchtigt. Der Stromabsatz der Werke hat zugenommen, die Bau- und Installationsabteilung war gut beschäftigt. Als Rohgewinn werden 1 378 337 RM (1 371 971 i. V.) und als Reingewinn 263 170 Reichsmark (345 428 i. V.) ausgewiesen. Die Dividende beträgt vorschlagsgemäß 6 % auf 4 Mill. RM Aktienkapital (8 % i. V.). — Nach einer Notiz der Tagespresse haben die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft und die Robert Bosch A. G., Stuttgart, hinsichtlich ihres bisherigen Wettbewerbsgebiets eine freundschaftliche Verständigung getroffen, infolge deren die Anteile und Aktien, welche die AEG an der Unionwerk Mea, Elektrotechnische Fabrik, Eisenwerk G. m. b. H., und an der Mea-Vertriebs A. G., beide in Feuerbach, bisher innehatte, auf die Robert Bosch A. G. übergehen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Die Anfragen sind an die Schriftleitung der ETZ, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, zu richten. Anfragen ohne Rückporto bleiben unbeantwortet.

Frage 222: Wer fertigt Glühlampen für Näh- und Schreibmaschinenbeleuchtung an?

Frage 223: Wer baut fahrbare Trennsägen mit elektrischem Antrieb?

Frage 224: Wer stellt in Wasser unlösliches Metall-Porzellan-Kittmehl her?

Frage 225: Wer stellt Lötöl her?

Frage 226: Wer baut Vorrichtungen zum Aufpressen von Kommutatoren auf Wellen?

Abschluß des Heftes: 23. Juni 1928.



Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 19 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag von Julius Springer in Berlin.



Gummihaltiges Isoliermaterial und seine Bearbeitung.

Mitteilung der AEG.

Gummihaltiges Isoliermaterial sollte besonders dort verwendet werden, wo sehr große Schlag- und Biegefestigkeit des Materials verlangt wird.

Die Werte für Durchschlagfestigkeit sind bei gummihaltigem Isoliermaterial sehr hoch, sie bewegen sich zwischen 6 und 10 kV/mm. Die Vergleichszahl für den Oberflächen-Widerstand und für die Lichtbogensicherheit ist die Höchstzahl gemäß den vom VDE festgelegten Prüfvorschriften.

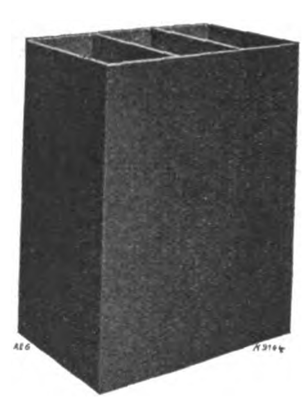


Abb. 1.
Akkumulatorenkasten aus säure- und alkalibeständigem Hartgummi.

Gummihaltiges Isoliermaterial eignet sich durch die besondere Art seiner Herstellung auch für geringe Mengen von Preßstücken, da diese ohne große Formkosten herstellbar sind. Massenartikel werden aus gummihaltigem Isoliermaterial hergestellt, wenn nicht besonders hohe thermische Beanspruchungen in Frage kommen.

Für die Verwendung der einzelnen Sorten von gummihaltigem Isoliermaterial der AEG gelten folgende Gesichtspunkte:

Hartgummi wird in der Elektroindustrie, besonders in der Hochfrequenztechnik, der Schwachstromindustrie und für Meßinstrumente verwendet. Akkumulatorenkästen (Abb. 1), desgleichen Auskleidungen von Kesseln, Apparaturen, Filtern, Zentrifugen und Schöpfgefäßen, die säure- und alkalibeständig sein müssen, werden ebenfalls in Hartgummi ausgeführt.

Eisengummi findet viel Verwendung für Bolzenumkleidungen und Umpressungen und wird besonders im Oberleitungsbau für Schnallenisolatoren (Abb. 2), Wirbelisolatoren usw. angewandt.



Abb. 2.
Schnallenisolator aus Eisengummi.

Stabilit wird besonders für Verteilerplatten, Verteilerscheiben (Abb. 3) und ähnliche Teile von Magnetzündern sowie als Konstruktionsmaterial für Apparateteile benutzt.

Vulkanasbest findet besonders dort Anwendung, wo größere Wärmebeständigkeit verlangt wird, z. B. bei Spulenkörpern (Abb. 4), Funkenlöschplatten und Funkenlöschkästen.

Abgesehen von diesen Formteilen mit und ohne eingepreßte Metallteile werden auch Platten, Rohre und Stäbe aus gummihaltigem Isoliermaterial geliefert, und zwar:

Platten in Größe von 500 × 500, 500 × 1000 und teilweise auch 1000 × 1000 mm und Stärken von 1 bis 60 mm,

Rohre bis zu 1000 mm Länge bei einem lichten Durchmesser von 3 bis 80 mm,

Stäbe bis zu 1000 mm Länge bei 3 bis 55 mm Stärke, darüber hinaus nur 500 mm lang.

Ein besonderer Vorteil von gummihaltigem Isoliermaterial liegt in der Möglichkeit ihrer nachträglichen Bearbeitung. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß stets nur scharfe Werkzeuge verwendet werden. Das Schneiden dieser Werkstoffe wird am besten mit einer Bandsäge vorgenommen; diese soll eine Schränkung von 0,5 mm haben, die Stärke des Sägeblattes soll 1 mm und der Zahnabstand 4 mm sein; bei kleineren Mengen genügt eine Kreis- oder Bogensäge. Das Glätten der Kanten wird mittels der Feile oder durch Schleifen an der Schmirgelscheibe vorgenommen.

Für die Bearbeitung an der Drehbank werden behelfsmäßig Stähle aus Werkzeugstahl oder bei größeren Mengen Stähle mit aufgelöteten Hartmetallplättchen und für Kaliberarbeit Diamanten benutzt. Die mittlere Schnittgeschwindigkeit beträgt:

bei Verwendung von Stählen etwa 0,8 bis 1,0 m/s,
bei Verwendung von Hartmetallplättchen und Diamanten etwa 2,0 bis 2,5 m/s.

Zum Bohren des Werkstoffes werden zweckmäßig Spitzbohrer bzw. Spiralbohrer aus Werkzeugstahl mit aufgelöteten Hartmetallplättchen verwendet, mit einem Schnittwinkel von etwa 65°.

Bis zu 6 mm Durchmesser kommt als Bohrgeschwindigkeit eine Drehzahl von etwa 1500 U/min in Anwendung, während bei größeren Bohrungen die Drehzahl entsprechend herabgesetzt werden muß.

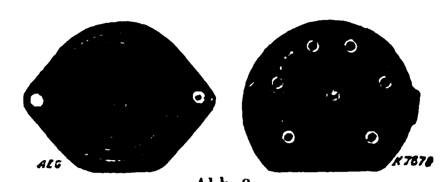


Abb. 3.
Verteilerscheiben aus Stabilit und Eisengummi.

Bei der Bohrung wird zunächst mit einem kleinen Bohrer vorgebohrt und dann möglichst von beiden Seiten auf das gewünschte Maß fertig gebohrt.

Bei Bohrungen von Stabilit mit 10 mm Durchmesser bei 10 mm Tiefe sind die Bohrer aus Werkzeugstahl nach etwa 50 Bohrungen nachzuschärfen. Bei Verarbeitung von Hartgummi ist die Anzahl der Bohrungen etwas günstiger, während bei Eisengummi und Vulkanasbest die Abnutzung etwas größer ist. Falls Bohrer mit Hartmetallplättchen verwendet werden, ist die 15 fache Leistung zu erzielen.



Abb. 4.
Spulenkörper aus Vulkanasbest.

Die Überwachung der Fabrikation in chemischer, elektrischer und mechanischer Beziehung wird von den Laboratorien der Fabrik ausgeführt. Diese geben auf Grund ihrer wissenschaftlichen Arbeiten und praktischen Erfahrungen den Konstrukteuren jede gewünschte Auskunft.



FÜR STARK-UND SCHWACHSTROM

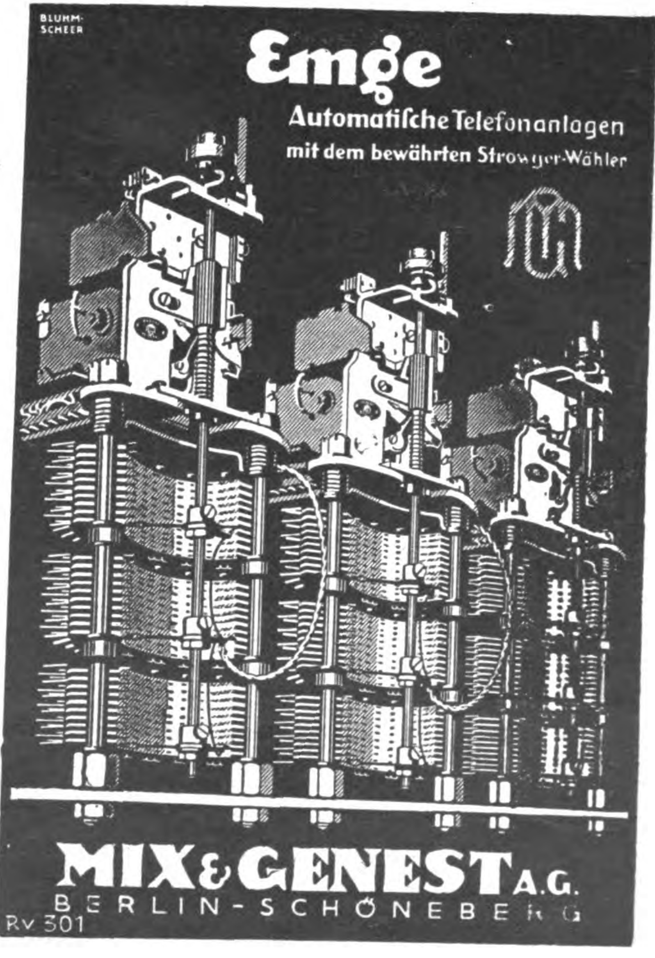
ISOLIERTE LEITUNGEN UND DRÄHTE

DR. CASSIRER & Co A.G.

KABEL UND GUMMIWERKE

CHARLOTTENBURG





Anzeigenpreise, Bezugsbedingungen usw. auf Seite XV



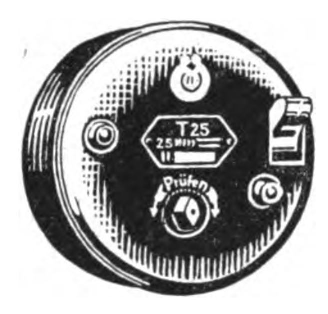
Wir liefern aus Fließfabrikation sämtliche zum

RWE-(HEINISCH-RIEDL)-
SCHUTZSYSTEM

gehörenden Schalter BESAG'scher Konstruktion:

SBIK TRENNWART T 25 und T 60

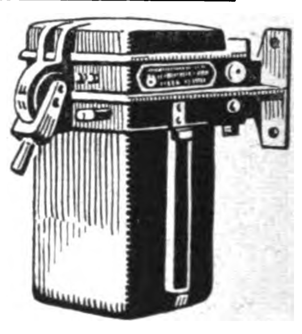
Konstruktion Besag mit RWE-(Heinisch-Riedl)-Fehlerstromspule



T 25 2-, 3- und 4polig für Stromstärken bis zu 25 A und Spannungen bis zu 380 V

ZUM SCHUTZ gegen gefährliche Berührungsspannungen in Anlagen, Anlageteilen u. Stromverbrauchern unter Beibehaltung der Sicherungen oder Überstrom-Automaten

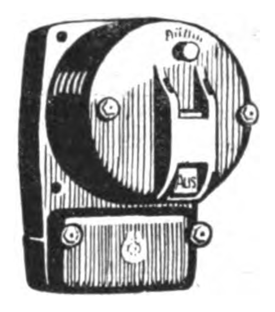
SBIK TRENNWART
ist ein Schutzgenie
für Menschen und
das liebe Vieh!



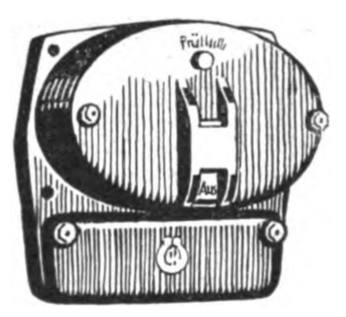
T 60 für Stomstärken bis zu 60 A und Spannungen bis zu 500 V

SBIK HAUSANSCHLUSSKASTEN

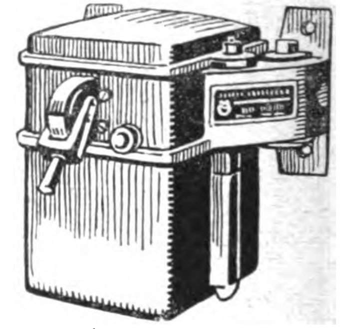
Konstruktion Besag mit RWE-(Heinisch-Riedl) Fehlerstromspule



H 25/II 2polig für Gleich- und Wechselstrom bis zu 500 V mit therm. Auslösung für 6, 10, 15 u. 20 A



H 25/IV 4polig für Drehstrom bis zu 500 V mit therm. Auslösung für 6, 10, 15 u. 20 A

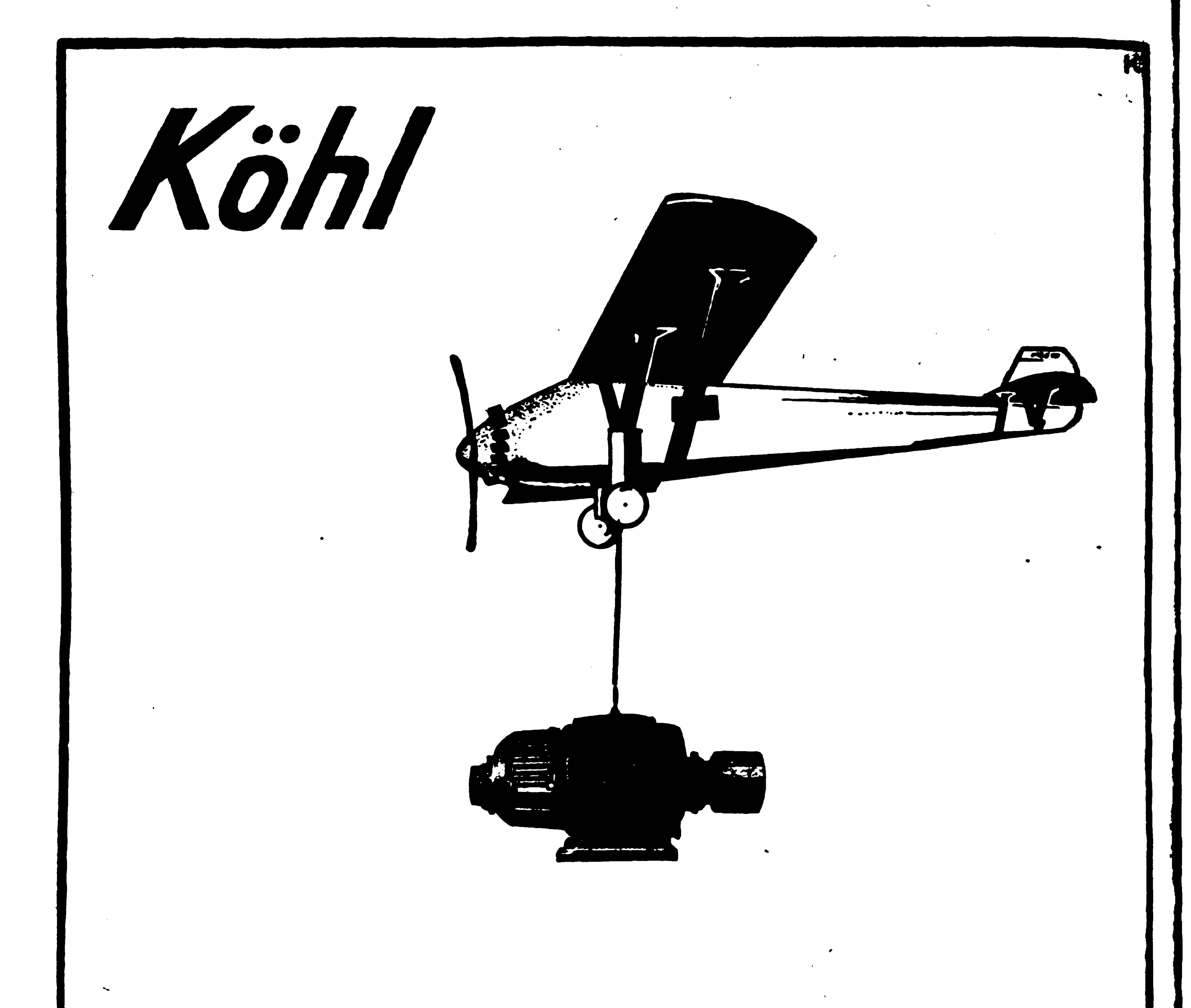


H 40/IV 4polig für 30 u. 40 A, 3×380/220 V mit therm.-elekromagnetischer Auslösung

Ferner SBIK-Motorschaltwart, SBIK-Pumpenschaltwart System Besag und SBIK-Stationsschalter Konstruktion Besag mit RWE-(Heinisch-Riedl)-Fehlerstromspule

Fordern Sie Preisliste Nr 299
und Aufklärungsliteratur von

SCHIELE & BRUCHSALER-INDUSTRIEWERKE A.-G.
BADEN-BADEN


Köhl


DREHSTROM-MOTOR
OHNE ANLASSER
EINFACHSTE MONTAGE
UND BEDIENUNG
KEIN ANLASSWIDERSTAND
KEINE SCHLEIFRINGE MIT
BÜRSTEN
HOHES ANZUGSMOMENT
GERINGER ANLAUFSTROM
ENTSPRICHT DEN
V.D.E. VORSCHRIFTEN
FÜR SCHLEIFRINGMOTOREN
WEISSBERG
SIMPLEX
D·R·P
VOLTA-WERKE
ELEKTRICITÄTS-AKTIENGESELLSCHAFT-BERLIN-WAIDMANNSLUST


HYDRA
KONDENSATOREN
FÜR BESEITIGUNG VON
STÖRGERÄUSCHEN
ELEKTRIZITÄTS-AKTIENGESELLS
HYDRAWERK
Berlin-Charlottenburg

Elektrotechnische Zeitschrift

Für die Schriftleitung bestimmte Sendungen sind nicht an eine persönliche Adresse zu richten, sondern nur an die **Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift**, Berlin W 9, Linkstr. 23/24. Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050, 6051, 6052, 6053, 6326, 6327, 6328; Amt Nollendorf 755, 756, 757 (Julius Springer). Drahtanschrift: Springerbuch Berlin.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und bei Originalartikeln nur mit Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages gestattet.

SONDERDRUCKE werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgte Bestellungen von Sonderabdrucken oder Heften können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Elektrotechnische Zeitschrift**

erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In- und Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder durch Julius Springer, Sortimentsbuchhandlung, Berlin W 9, Postschließfach 8, bezogen werden. Bezugspreise für In- und Ausland: jährlich RM 40.—; vierteljährlich RM 10.—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 1,— RM zuzüglich Porto.

Anzeigenpreise und -bedingungen.

Preise: Die gewöhnliche Seite 320 RM, ½-, ¼-, ⅛-seitige Anzeigen anteilig, für Gelegenheitsanzeigen, von Strich zu Strich gemessen, die einspaltige Millimeterzeile oder deren Raum 0.35 RM.

Rabatt: bei jährlich 13 26 52maliger Aufnahme
10 20 30 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung ebenfalls auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

[Für die gewöhnliche Schriftzeile von 5 Silben **sind 3 mm**, für eine fettere Überschrift 6 mm vorzusehen, für einen Rand 4 mm bei nur 4 Silben pro Zeile.]

Stellengesuche werden bei direkter Aufgabe mit 0,20 RM pro Millimeterzeile berechnet; Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens 1 RM berechnet.

Beilagen werden nach Vereinbarung beigefügt.
Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluss der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Anfragen und Sendungen für die Elektrotechnische Zeitschrift sind zu richten:
a. **für Anzeigen oder sonstige geschäftliche Fragen** an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24,
b. **für den Versand der Zeitschrift oder sonstige Bücherbezüge** an Julius Springer, Sortimentsbuchhandlung, Berlin W 9, Postschließfach 8.

Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. **Fernsprecher:** Amt Kurfürst 6050, 6051, 6052, 6053, 6326, 6327, 6328; Amt Nollendorf 755, 756, 757. Bei telephonischen Gesprächen ist stets anzugeben, ob die Redaktion, die Anzeigenabteilung oder die Versandabteilung gewünscht wird.

Bank- und Postscheckkonten

für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke:
Reichsbank-Girokonto, Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9,
Postscheckkonto Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9,
für Bezug von Büchern, Zeitschriften und einzelnen Heften:
Direktion der Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse Berlin W 9, Potsdamer Straße 129/130,
Postscheckkonto Berlin Nr. 14 385. Julius Springer, Sortimentsbuchhandlung, Berlin W 9.

An die Vereinsmitglieder, Verbandsmitglieder und Postbezieher der E. T. Z.

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, Verein oder Verband, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

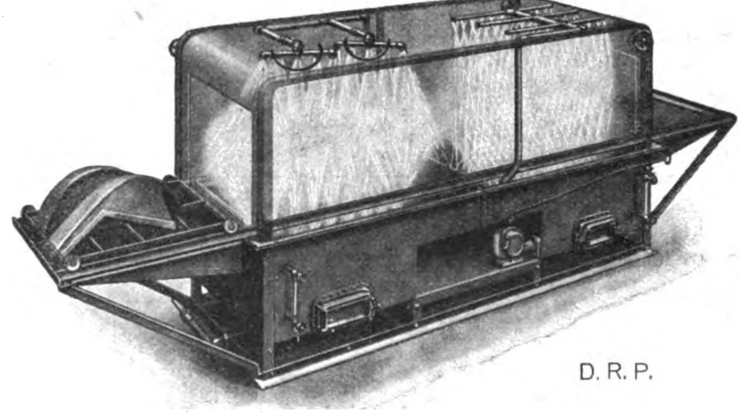
Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von 0,50 RM zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des V D E, E V und aller zum V D E gehörigen Vereine haben ihren Wohnungswechsel außerdem der entsprechenden Geschäftsstelle mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Schnellwaschmaschine „Hydromatikus"

Mit der neuen Waschmaschine „Hydromatikus" **zum Reinigen und Entfetten von Maschinen und Metallteilen** wird von der Firma **Hahn & Kolb, Stuttgart,** eine Neukonstruktion auf den Markt gebracht, die sich zweifellos in kürzester Zeit einführt, zumal mit „Hydromatikus" nicht nur eine größere Arbeitsleistung, sondern auch eine weit bessere und zuverlässigere Reinigung ermöglicht wird, als bei Verwendung der bisherigen Reinigungsverfahren.



Jeder Fachmann weiß, daß eine einwandfreie Reinigung von ausschlaggebender Bedeutung ist für die Dauerhaftigkeit eines Anstrichs, für die Qualität der Vernickelung oder der Emaillierung usw. und die Maschine wird deshalb bei allen Werken, die derartige Arbeiten vorzunehmen haben, Beachtung finden.

Die in Körben oder auf Rösten untergebrachten Maschinenteile und dergl. werden durch die spiralförmig geführten, unter hohem Druck aufprallenden **heißen Wasserstrahlen** zweier entgegengesetzt rotierender Strahlrohre und gegebenenfalls mittels eines wirksamen Waschmittels gründlich von allen Seiten bis in die tiefsten Winkel sauber gescheuert, ohne sie im geringsten zu beschädigen. Nachdem die Teile den Reinigungsraum verlassen haben, können sie trocken den Körben entnommen werden.

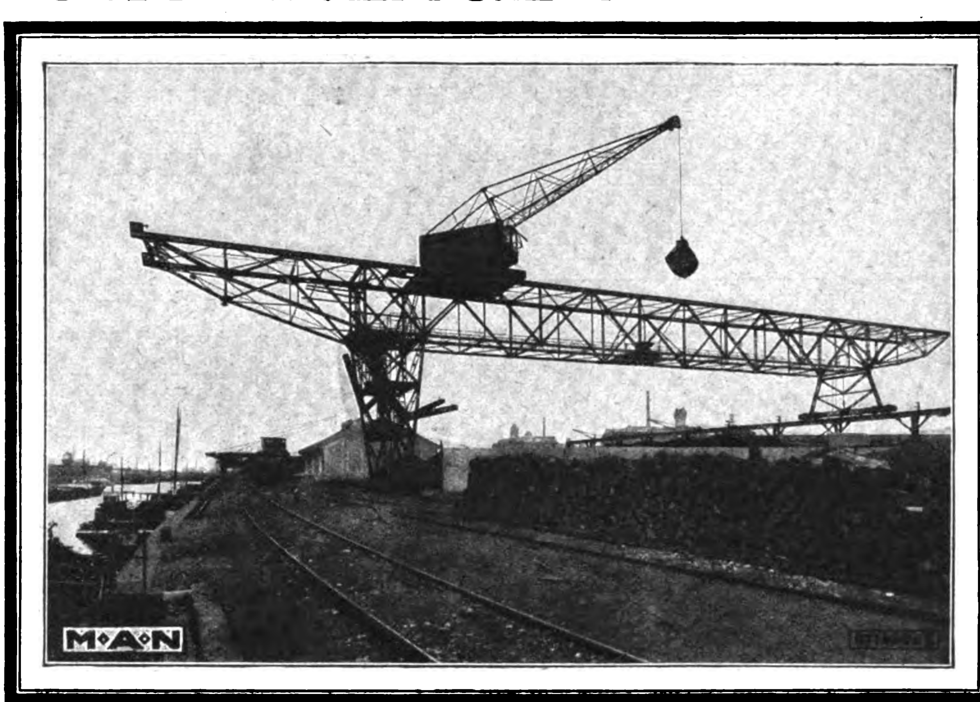
Die Schnellwaschmaschinen werden sowohl einfach als kombiniert gebaut. Bei der kombinierten Maschine ist ein zweiter Raum vorgesehen, in dem die gründl. Spülung der gereinigten Gegenstände mit heißem Wasser erfolgt. Für den **ganz automatischen Betrieb** ist ein Transportrost mit Selbstgang vorgesehen. Die verschiedenen Größen können ferner zwecks Verwendung von leicht verflüchtigenden Reinigungsmitteln wie Benzin, Benzol usw. mit luftdicht abschließbaren Zugangstüren versehen werden. R. A.



TRANSPORT-ANLAGEN

für Kohlen- und Aschenförderung, Verladebrücken, Drehkrane, Bandförderer, Becherwerke, Führerstandslaufkatzen, Wagenkipper, Aufzüge, Spille, Drehscheiben, Schiebebühnen, Maschinenhauskrane, Lastkraftwagen, Kraftkarren.

Näheres
Drucksache E. Z. 07



Zwischen Motor und langsamlaufender **Arbeitsmaschine**

PEKRUN-GETRIEBE

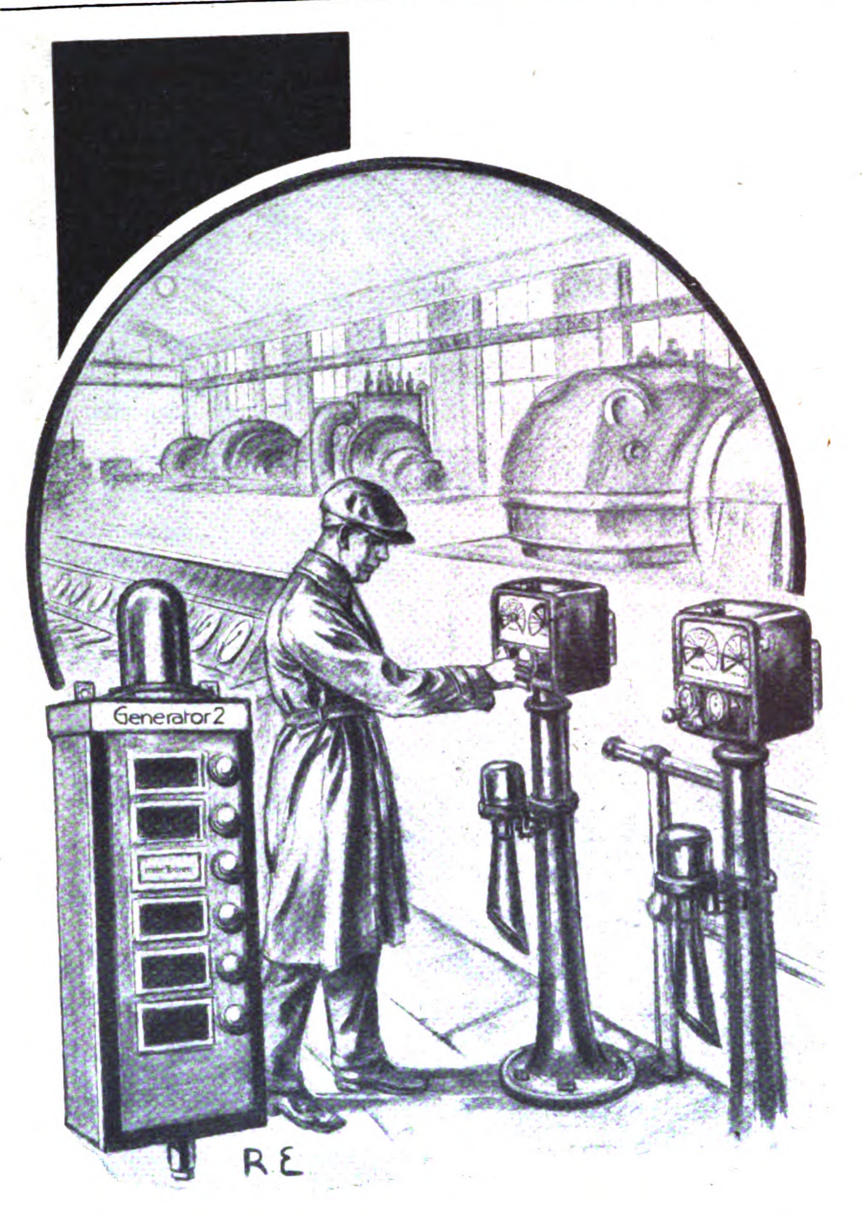
Jm **Dauerbetrieb** hervorragend bewährt.
Wir lieferten seit **1898** mehr als **20000** Stück

Pekrunroll – Globoidschnecken – Zahnräder-Getriebe
Typ G. R. Typ H. G. Typ E. V. u. P. G.

Bis 98% Nutzeffekt

PEKRUN - Globoidschnecken-GETRIEBE Typ G. V. 6 komb. mit Zahnrädern auf Grundplatte zum Antrieb einer Fahrkunst in einem Bergwerk

MASCHINENFABRIK
PEKRUN
COSWIG-SA.
Kataloge auf Verlangen


Generator 2
RE



Für Spannungsprüfungen an verlegten Starkstromkabeln

verwendet man mit Vorteil die mit hochgespanntem Gleichstrom arbeitende



Siemens-Kabelprüfeinrichtung

Die Prüfungen sind in kürzester Zeit und auf einfachste Weise durchführbar. Auch Fehlerortsbestimmungen können sicher, und zwar durch eine Hochspannungs-Brückenmessung ausgeführt werden. Außerdem bietet die Anlage die Möglichkeit, Kabelfehler auszubrennen.

Die Anlagen werden in tragbarer, fahrbarer und ortsfester Ausführung zum Anschluß an die gebräuchlichen Netzspannungen gebaut. Steht kein Netzanschluß zur Verfügung, so liefern wir die Einrichtung, mit einem Benzinaggregat als Stromerzeuger, in ein Auto eingebaut.

Auf Wunsch nähere Auskunft!

SIEMENS & HALSKE A.-G.
Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt

Freiluft-Endverschluß für Spannungen bis 60000 Volt

Endverschluß kombiniert mit Trennschalter für Dreileiter-Kabel für Spannungen bis 24000 Volt. D.R.G.M.

Endverschluß für Schaltanlagen bis 20000 Volt

Horizontaler Endverschluß für Spannungen bis 20000 Volt

F. G. NEPTUN

FELTEN & GUILLEAUME CARLSWERK ACTIEN-GESELLSCHAFT KÖLN-MÜLHEIM

3857

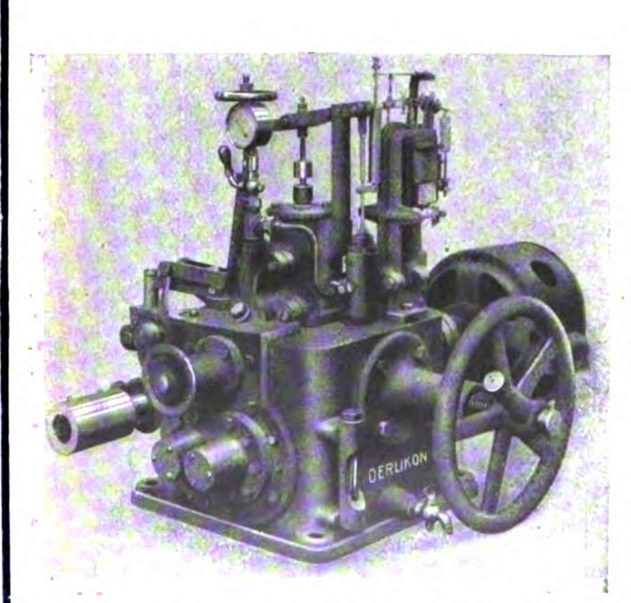


Jos. Wolff, Frankfurt a. Main, Mainzer Landstraße 257[1]

Generalvertretung

der Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon (Schweiz)

liefert als langjährige Spezialität:



Automatische Steuerung von Induktionsreglern mittelst Oeldruckregler

Induktionsregler
für kontinuierliche Spannungsregulierung

Kompensierung des Spannungsabfalles
(Hunderte im Betrieb)

Regulierung der Spannung elektrischer Öfen für elektrochemische und elektrothermische Zwecke

Regulierung von Hand durch Druckknopfsteuerung oder automatisch

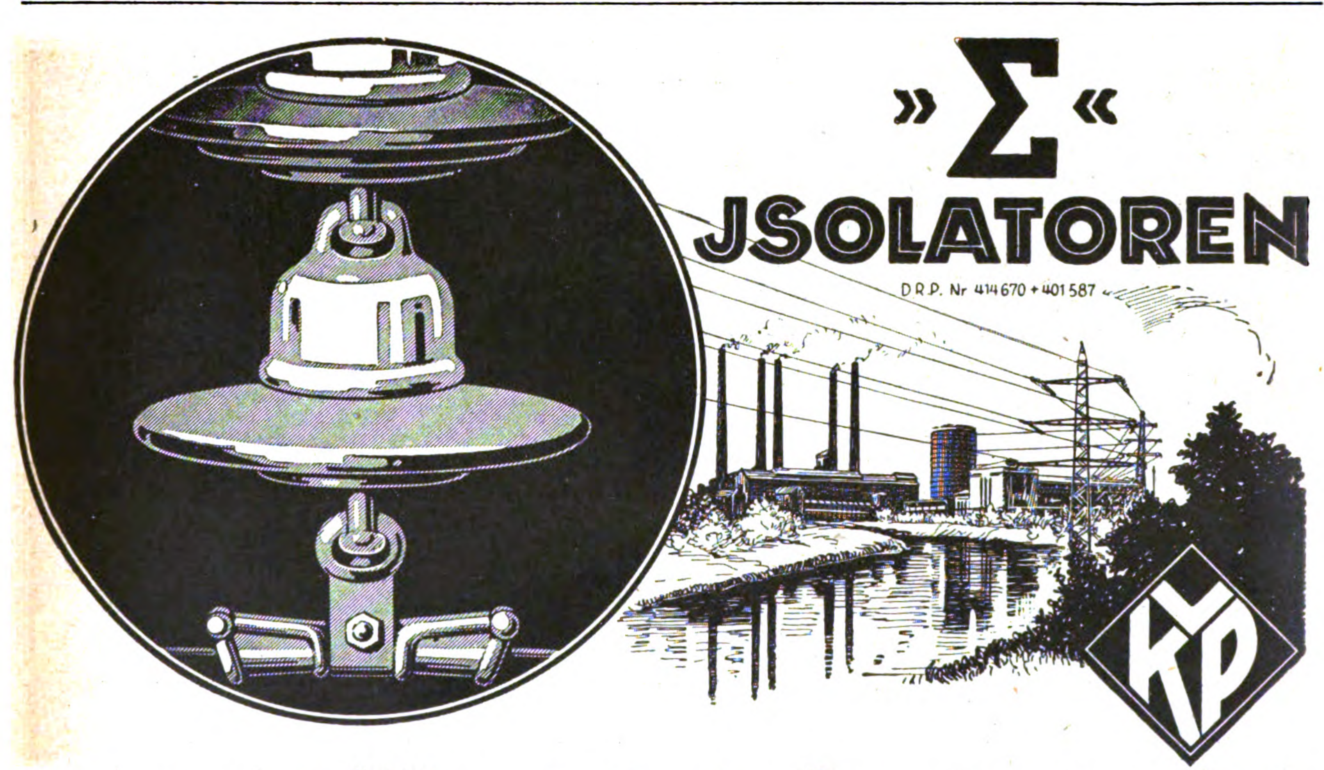
Cos φ-Regler zur Konstanthaltung des Leistungsfaktors, unabhängig von Spannungsschwankungen, Stromschwankungen und von der Richtung des Energieflusses, beliebig einstellbar

Elektrische Vollbahn-Lokomotiven,
Ausrüstung elektrischer Trambahnen

Einanker- und Motor-Generator-Umformer

Wasserzersetzer, Drehstrom-Stufenmotoren, Transformatoren jeder Spannung und Leistung, Elektroheizung, Linearheizung

Kostenanschläge
und Ingenieurbesuch kostenlos


»Σ«
JSOLATOREN
D.R.P. Nr 414670 + 401587
KP

Fortsetzung Seite XXXX.

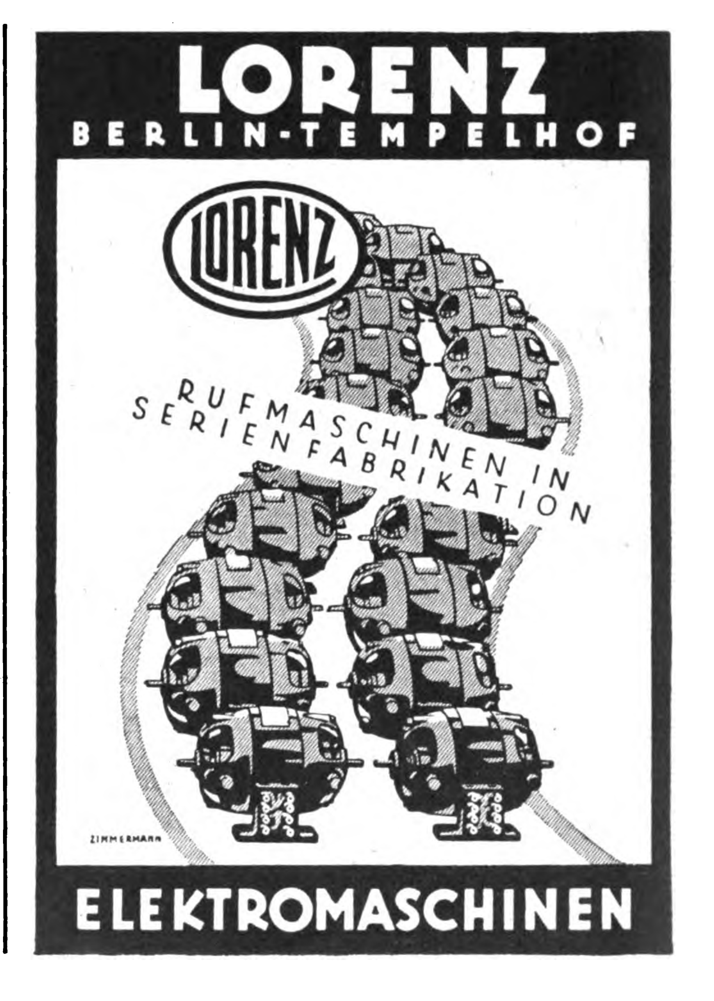


Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Fortsetzung auf Seite XXXXII.





Fortsetzung auf Seite XXXXIV.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen. 1927. Mit 41 Abb., 1 Bildnis, 5 Taf. u. 271 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis kart. 12 RM.

Der Aufbau der chemischen Verbindungen (Molekülbau). Von Prof. Dr. R. Müller. (Sonderausg. aus d. Samml. chem. u. chem.-techn. Vorträge. Herausg. v. Prof. Dr. W. Herz, Bd. 30.) Mit 53 Abb. u. 150 S. in gr. 8°. Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1928. Preis geh. 15 RM.

Hochfrequenzmeßtechnik. Ihre wissenschaftl. u. prakt. Grundlagen. Von Dr.-Ing A. Hund. 2. verm. u. verb. Aufl. Mit 287 Textabb., XIX u. 526 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 39 RM.

Schaffende Arbeit und bildende Kunst. Von P. Brandt. 1. Bd.: Im Altertum und Mittelalter. Mit 460 Abb., 2 Farbentaf. u. 324 S. in 4°. Bd. 2: Vom Mittelalter bis zur Gegenwart. Mit 442 Abb. u. 8 Farbentaf., XV u. 348 S. in 4°. Verlag von Adolf Kröner, Leipzig 1927. Preis je Bd. geh. 18 RM.

Elektrische Vollbahnlokomotiven. Ein Handbuch f. d. Praxis sowie f. Studierende. Von Dr. techn. K. Sachs. Mit 448 Abb. im Text, 22 Taf., XI u. 461 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 84 RM.



Arbeiten aus dem Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule Aachen. Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. W. Rogowski. Bd. 2, 1926/27. Mit zahlr. Abb. im Text u. 202 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geh. 12 RM.

Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. Von Prof. Dr. M. Planck. (Einführung in die theoretische Physik, Bd. 3.) 2. Aufl. Mit 12 Fig., VII u. 206 S. in 8°. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1928. Preis geh. 6 RM, geb. 8 RM.

Dauerversuche zur Bestimmung der Festigkeitseigenschaften, Beziehungen zwischen Baustoffdämpfung und Verformungsgeschwindigkeit. Von E. Becker und O. Föppl. Forschungsarbeiten a. d. Geb. d. Ing.-Wesens, herausg. vom VDI, H. 304.) Mit 39 Abb., 12 Zahlentaf. u. 28 S. in 4°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 4,50 RM.

Regenhardts Geschäftskalender für den Weltverkehr. 53. Jahrg. 1928. Verl. C. Regenhardt A. G., Berlin-Schöneberg. Preis 11 RM.

[Die schnelle und billige Beschaffung von Kreditauskünften ist in der heutigen wirtschaftlich unsicheren Zeit von besonderem Nutzen, ebenso die Ermittlung der Adresse einer Bank, eines Spediteurs, Rechtsanwalts oder des zuständigen Gerichtes. Hierüber sowie über Bahn- und Schiffsverbindungen, Einwohnerzahlen, Konsulate, Zollbehörden usw. irgend eines Ortes findet man im vorliegenden gegenüber dem Vorjahre erweiterten Kalender die erforderlichen Angaben, die für das In- und Ausland mit alphabetischer Reihenfolge der Ortschaften zusammengestellt sind.]

Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. Von Obering. A. Bothe. Mit einem Geleitwort von Geh. Baurat Dr. Kemmann. Mit 116 Textabb., 18 Taf., X u. 164 S. in 4°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 32 RM.

Der Funkpeiler (Telefunken-Peiler) in der Bordpraxis. Ein Handbuch für Nautiker. Herausg. nach gemeinsam. Bearbeit. mit d. Nautischen Abt. d. Hamburg-Amerika Linie u. d. Nautisch-Techn. Abt. d. Norddt. Lloyd v. d. Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie m. b. H. (Debeg), Berlin 1928. Mit 21 Textabb., VIII u. 88 S. in gr. 8°. Preis kart. 3 RM.

Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik. Von Dr.-Ing. P. Schimpke u. Obering. H. A. Horn. 1. Bd.: Gasschmelzschweiß- und Schneidtechnik. 2. verb. u. verm. Aufl. mit 229 Textabb., 14 Zahlentaf., VII u. 222 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis geb. 12 RM.

Isolierte Leitungen und Kabel. Erläuter. zu d. f. isoliert. Leit. u. Kabel geltend. Vorschrift. u. Normen d. VDE. Von Dr. R. Apt. 3. neubearb. Aufl. mit 20 Textabb., IX u. 235 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1928. Preis kart. 12 RM, geb. 13 RM.

Schaltungen für elektrische Beleuchtungs- und Verteilungsanlagen, Meßinstrumente und Motore. Von L. Lerch. Herausg. von Dipl.-Ing. H. Schütte. 6. Aufl. mit 211 Abb., XXII u. 162 S. in kl. 8°. Verlag von Schmorl und v. Seefeld Nachf., Hannover 1928. Preis geb. 3,50 RM.

Der technische Zeichner. Herausg. v. L. I. Kaiser. 1. Aufl. mit zahlr. Textabb. u. 64 S. in 8°. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis kart. 2,50 RM.

[In dem Heft sind Richtlinien für die Herstellung von Zeichnungen für Klischees, Diapositive, Lehr- und Ausstellungsbilder sowie für die gesamte Reproduktionstechnik zusammengestellt. U. a. werden auch Unterlagen für die richtig bemessene Strichstärke, Schrift- und Zahlenhöhe gegeben. Die Schrift dürfte für alle zeichnerisch tätigen Kreise von großem Interesse sein.]

Behandlung von Schwingungsaufgaben mit komplexen Amplituden und mit Vektoren. Von Prof. Dr. H. G. Möller. Mit 91 Abb., 1 Taf., X u. 128 S. in 8°. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1928. Preis geh. 6 RM, geb. 8 RM.

Die Bestimmung der Baustoffdämpfung nach dem Verdrehungsausschwingverfahren. Von Dr.-Ing. E. Pertz. Mit Vorw. v. Prof. O. Föppl. Mit 42 Abb. u. 62 S. in 8°. (Samml. Vieweg: Tagesfragen aus d. Gebieten d. Naturwissenschaft. u. d. Technik. H. 91.) Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn A.-G., Braunschweig 1928. Preis geh. 3,60 RM.

Chemisch-technisches Taschenlexikon. Von Dr. techn. G. Schluck. Mit 224 S. in kl. 8°. Tagblatt-Bibliothek, Steyrermühl-Verlag, Wien I, 1928. Preis geh. 2 Sch.

Elektrizitätswirtschaft. Von R. Fischer. (Sammlung Göschen Bd. 995). Mit 54 Textfig. 8 Taf. u. 148 S. in 16°. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1928. Preis geb. 1,50 RM.

Berufskunde in Verbindung mit Fachzeichnen und Fachrechnen für Schwachstrom- und Starkstrom-Elektriker und Ankerwickler. Herausg. v. E. Mannweiler; bearb. v. A. Brunnert, H. Thormählen u. K. Rode. (Diesterwegs Berufsschulbücherei, Lehrmittelsammlung Reihe A, H. 12.) Grundmappe enthaltend 20 Blätter in 2° für alle 3 Gruppen. Verlag v. Moritz Diesterweg, Frankfurt a. M. 1927. Preis 3 RM.

Rationalisierung der privaten und öffentlichen Wirtschaft — Ihre Wege und Möglichkeiten. Mit 1 Vorwort von Reichsmin. a. D. Dr. E. Hamm. Mit 69 S. in 8°. Zentralverlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 2 RM.

Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln. Aufgestellt und herausg. v. Verein dt. Eisenhüttenleute u. d. Dt. Verb. f. d. Materialprüf. d. Technik. 5. Aufl. mit 92 S. in 8°. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1928. Preis geb. 5 RM.

Neue Wege wirtschaftlicher Betriebsführung. Von Dr. A. Hellwig u. Dipl.-Ing. F. Mäckbach. Mit 150 S. in 8°. Verlag von W. de Gruyter & Co. Berlin 1928. Preis geb. 6 RM.

National Electrical Safety Code. (Handbook series of the Bureau of Standards, Nr. 3.) Herausg. v. Department of Commerce. 4. Aufl. Mit VI u. 525 S. in 8°. United States Government Printing Office, Washington 1927. Preis geb. 1 $.

Die Transformatoren. Theorie, Aufbau und Berechnung. Ein Handbuch für Studierende und Praktiker. Von Prof. Dr. R. Wotruba u. A. Stifter. Mit 102 Abb., IV u. 203 S. in gr. 8°. Verlag von R. Oldenbourg. München u. Berlin 1928. Preis geh. 10 RM, geb. 11,50 RM.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Von Prof. Dr. F. Auerbach und Prof. Dr. W. Hort. Bd. 2, Lief. 1. Mit 187 Abb. im Text, VIII u. 404 S. in gr. 8°. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1928. Preis geh. 37,50 RM.

Sonderdrucke.

Advance Copies der American Electrochemical Society. Nr. 14: The aluminium electrolytic condenser. Von H. O. Siegmund. — 16: Behavior of plating baths and anodes during electrodeposition of chromium. Von R. Schneidewind u. St. F. Urban. — 17: On the theory of the lead storage battery. Von L. Jumau. — 23. Electroplating on aluminium and its alloys. Von H. K. Work. — 24: The caustic soda primary battery. Von M. L. Martus. — 25: Adsorption phenomena in primary cells. — Von E. O. Jegge. — 26: The development of the process and equipment for the manufacture of chemically pure acid by electrical distillation. Von C. M. Hoff. — 28: A commercial aluminium electrolytic rectifier. Von W. E. Holland. — Physical-chemical aspects of the Le Clanche dry cell. Von F. Daniels. — 30.: An improvement in the technique of setting up standard cells. Von M. Eppley. — 31: The cathode equilibrium in the cadmium standard cell. Von M. Eppley. — 32: Furfural as a possible ionizing medium. Von J. R. McKee, Ch. A. Mann u. G. H. Montillon.

Listen und Drucksachen.

Schiele-Bruchsaler Industriewerke A.-G., Baden-Baden. Preisliste Nr. 299: RWE (Heinisch-Riedl-) Schutzschalter, Konstruktion Besag.

[Nach einer allgemeinen Betrachtung über die Heinisch-Riedl-Schutzschaltung nebst Literaturübersicht werden der Sbik-Trennwart, die Sbik-Hausanschlußkästen und die Sbik-Stationsschalter, alle mit Heinisch-Riedl-Fehlerstromspule ausgerüstet, kurz beschrieben und die verschiedenen Typen listenmäßig aufgeführt.]

Zeitschriften.

Der Funk, 5. Jahrg. 1928, H. 26, enthält folgende Arbeiten: Schwarz, Der Reise-Empfänger „Sommerfrische 24—28“ — Normblatt: Hochohmige Widerstände — Riemenschneider, Die elektrostatischen Lautsprecher



— Loest, Das Wesen der Oxydkathoden — Ellrodt. Der Browning-Drake-Empfänger — Das Preisausschreiben der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft — Saraga, Ätherwellenmusik — Schmidt, Zur Frage der Neutralisation des Superhet — Ein Peilsender als Störer? — Briefkasten des „Funk-Bastler".

VDT Stimmen (Schriften des Verbandes Deutscher Techniker). H. 2: Dr. Thyssen, Techniker u. Sozialpolitik. H. 3: H. Petersen, Die Aufgaben der zeitgemäßen Berufsgewerkschaft für Techniker u. Ingenieure. — H. 4. T. Bauer: Der Techniker in der Volkswirtschaft.

Archiv für Elektrotechnik, XX. Band, 1928, H. 1, enthält folgende Arbeiten: Heß, Zur Theorie des kompensierten Asynchronmotors — Rappel, Über das Anlaufmoment von Einankerumformern bei gleichstromseitigem Anlauf und zugeschalteter Transformatorsekundärseite — Dreyfus, Theorie der zusätzlichen Eisenverluste in Drehstromasynchronmotoren — Böning, Zur Theorie des elektrischen Durchschlags. 1. Die Durchschlagsfunktion — Rogowski, Stoßspannung und Durchschlag bei Gasen — Rogowski und Tamm, Quecksilberlampe und Radium als Vorionisatoren. Ihr Einfluß auf den elektrischen Funken.

Archiv für Elektrotechnik, XX. Band, 1928, H. 2, enthält folgende Arbeiten: Starke und Schroeder, Ein Elektromotor für Messung sehr hoher Gleich- und Wechselspannungen — Hauffe, Blindverbrauchsmessung im Drehstromnetz — Leonhard, Die selbsterregte Drehstromerregermaschine mit kurzgeschlossener Ständerwicklung — Pflier, Über die Regelungsysteme elektrischer Kraftfahrzeugbeleuchtungen — Friedländer, Einige Ergänzungen und Berichtigungen zum Problem der Kippschwingungen — Tolwinski und Hochberg, Asynchrone Betriebsweisen der Drehstrom-Induktionsmaschine bei doppelter Speisung von ein und demselben Netz — Vidmar, Eine neue Stromkraftgefahr — Dreyfus, Theorie der zusätzlichen Eisenverluste in Drehstromasynchronmotoren

Neue Zeitschriften.

Era, Organ der Vereinigung für rationelle Anwendung der Elektrizität. Schriftleiter: E. Velander, Stockholm, Tulegatan 13. Preis des Jahrgangs 5 Kr.

[Wir haben auf diese sehr gut ausgestattete Monatschrift schon gelegentlich der Gründung der „Föreningen för Elektricitetens Rationella Användning" (ETZ 1928, S. 696) hingewiesen. Ihr Inhalt entspricht dem Zweck genannter Vereinigung und wird durch zahlreiche bildliche Darstellungen erläutert.]

Bücher.

Die Verwendbarkeit der Röntgenverfahren in der Technik. Von Dipl.-Ing. C. Kantner u. Dipl.-Ing. A. Herr. Mit 107 Abb., VI u. 77 S. in 8°. VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 4,50 RM, f. VDI-Mitgl. 4 RM.

Untersuchung von Spannungs- und Schwingungsmessern für Brücken. Bericht üb. d. Ergebn. d. Wettbewerbs d. Dt. Reichsb.-Ges. zur Erlang. eines Spannungs- u. eines Schwingungsmessers für d. Bestimm. d. dynam. Beanspruch. eiserner Brücken. Von Prof. Dr. W. Hort u. Reichsbahnrat F. Hülsenkamp. Herausg. v. d. Hauptverwaltung d. Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Mit 75 Abb. u. 58 S. in 4°. Verlag der Verkehrswissenschaftl. Lehrmittelges. m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1928. Preis geh. 6 RM.

Report of New York plenary meeting April 1926. Herausg. v. International Electrotechnical Commission. Mit zahlr. Textabb. u. 188 S. in 4°. International Electrotechnical Commission, Westminster SW 1. Preis kart. 2,1 $.

Die Bibliotheken der Deutschen Technischen Hochschulen. Von Dr. P. Trommsdorff. Mit VI u. 32 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 2,50 RM, für VDI-Mitgl. 2,25 RM.

General Report of the Meetings, held in Bellagio, September 1927. Herausg. v. d. International Electrotechnical Commission. Mit zahlr. Textabb. u. 184 S. in 4°. International Electrotechnical Commission, Westminster SW 1. Preis kart. 5 sh.

Regeln für Leistungsversuche an Kreiselpumpen. Aufgestellt v. d. v. Verein deutscher Ingenieure u. v. Kreiselpumpen-Verband gebild. Ausschuß i. d. Jahren 1926 u. 1927. Mit 25 Textabb., IV u. 27 S. in 4°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1928. Preis geh. 3,50 RM, f. VDI-Mitgl. 3,15 RM.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Soeben erschien:

Lehrbuch der Thermochemie und Thermodynamik

Von

Otto Sackur †

Zweite Auflage von Cl. v. Simson.

Mit 58 Abbildungen. XVI, 347 Seiten. 1928. RM 18.—; gebunden RM 19.40

Inhaltsübersicht:

Einleitung: Die Begriffe Temperatur, Wärme und spezifische Wärme. Thermometrie. Kalorimetrie. Wärmeleitung und -Strahlung. — **Das Verhalten der Körper beim Erwärmen:** Änderung des Aggregatzustandes. — Zustandsgleichung homogener Stoffe. Spezifische Wärme. — **Die Äquivalenz von Wärme und Arbeit. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik:** Die erste Berechnung des Wärmeäquivalentes durch J. R. Mayer. Die experimentelle Bestätigung des Äquivalenzgesetzes. Der Beweis von Helmholtz. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie. — **Anwendungen des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik:** Anwendungen auf ideale Gase. Änderung des Aggregatzustandes. Thermochemie. — **Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik:** Das Carnot-Clausiussche Prinzip. Der Entropiebegriff. Zusammenfassung der beiden Hauptsätze, thermodynamische Funktionen. — **Allgemeine Folgerungen aus den beiden Hauptsätzen:** Phasenregel. Das Prinzip von Le Chatelier-Braun. Die Clausiussche Gleichung. — **Theorie der Lösungen:** Thermodynamische Beziehungen. Flüssigkeitsgemische. Gesättigte Lösungen. Einführung einer Zustandsgleichung für verdünnte Lösungen. Der osmotische Druck. Die van't Hoffschen Gesetze des osmotischen Druckes. Die Begründung der van't Hoffschen Gesetze. Die Theorie der konzentrierten Lösungen. — **Die Gesetze des chemischen Gleichgewichts:** Das Massenwirkungsgesetz für Gase. Temperaturabhängigkeit des Gleichgewichts. Die chemische Affinität. Kinetische Ableitung des Massenwirkungsgesetzes. Gleichgewichte in Lösungen. Reaktionen im heterogenen System. — **Thermodynamik und Elektrochemie:** Elektromotorische Kraft und Wärmetönung; Helmholtzsche Gleichung. Elektromotorische Kraft und chemisches Gleichgewicht. Konzentrationsketten. — **Thermoelektrische Erscheinungen.** — **Thermodynamik und Kapillarität.** — **Wärmestrahlung:** Grundlegende Definitionen. Die Kirchhoffschen Gesetze. Das Strahlungsgesetz des schwarzen Körpers. Das Wiensche Verschiebungsgesetz. Die Energieverteilung im Spektrum. Temperaturmessung mittels des schwarzen Körpers. — **Statistische Berechnung der Entropie und Nernstscher Wärmesatz:** Die mechanische Bedeutung des zweiten Hauptsatzes und des Entropiebegriffes. Absolute Entropie. Der Nernstsche Wärmesatz. Vergleiche und Erweiterungen. — Sachverzeichnis.


Digitized by Google





ELEKTRISCHE TELEGRAPHEN UND FERNZEIGER

FÜR SCHIFFAHRT UND INDUSTRIE

NEUFELDT & KUHNKE

BETRIEBSGESELLSCHAFT M. B. H.

KIEL

Elektroheizung

für Industrie, Gewerbe, Haushalt u. Landwirtschaft

Küchenherde, Tischkocher, Heißwasserspeicher, Waschautomaten, Zimmeröfen, Wärmespeicheröfen, Back- u. Bratöfen, Heizplatten, Kochanlagen, Kochkessel, Wärmespeicherkessel, Wärmeschränke, Wärmetische, Warmwasserbereitungsanlagen, Raumheizungen, Kirchenheizungen, Durchflußerhitzer, Kaffeemaschinen, Grillapparate, Viehfutterdämpfer, Bahnheizkörper, Öldurchflußerhitzer, Heizeinsätze, Heizelemente für Maschinen, Prägeplatten, Bügelmulden, Gießwerksbeheizungen, Lufterhitzer, Trockenschränke, Speisenwärmer, Schalttafeln



WAMSLER-WERKE

Aktiengesellschaft

MÜNCHEN

Sterndreieck-Schalter
Webstuhl-Schalter
Umkehr-Schalter
Pol-Um-Schalter
Brems-Schalter
Anlaß-Schalter
usw.

guß- und blech-gekapselt in Normal- und Spezial-Ausführung

Schaltapparate-Gesellschaft m.b.H.

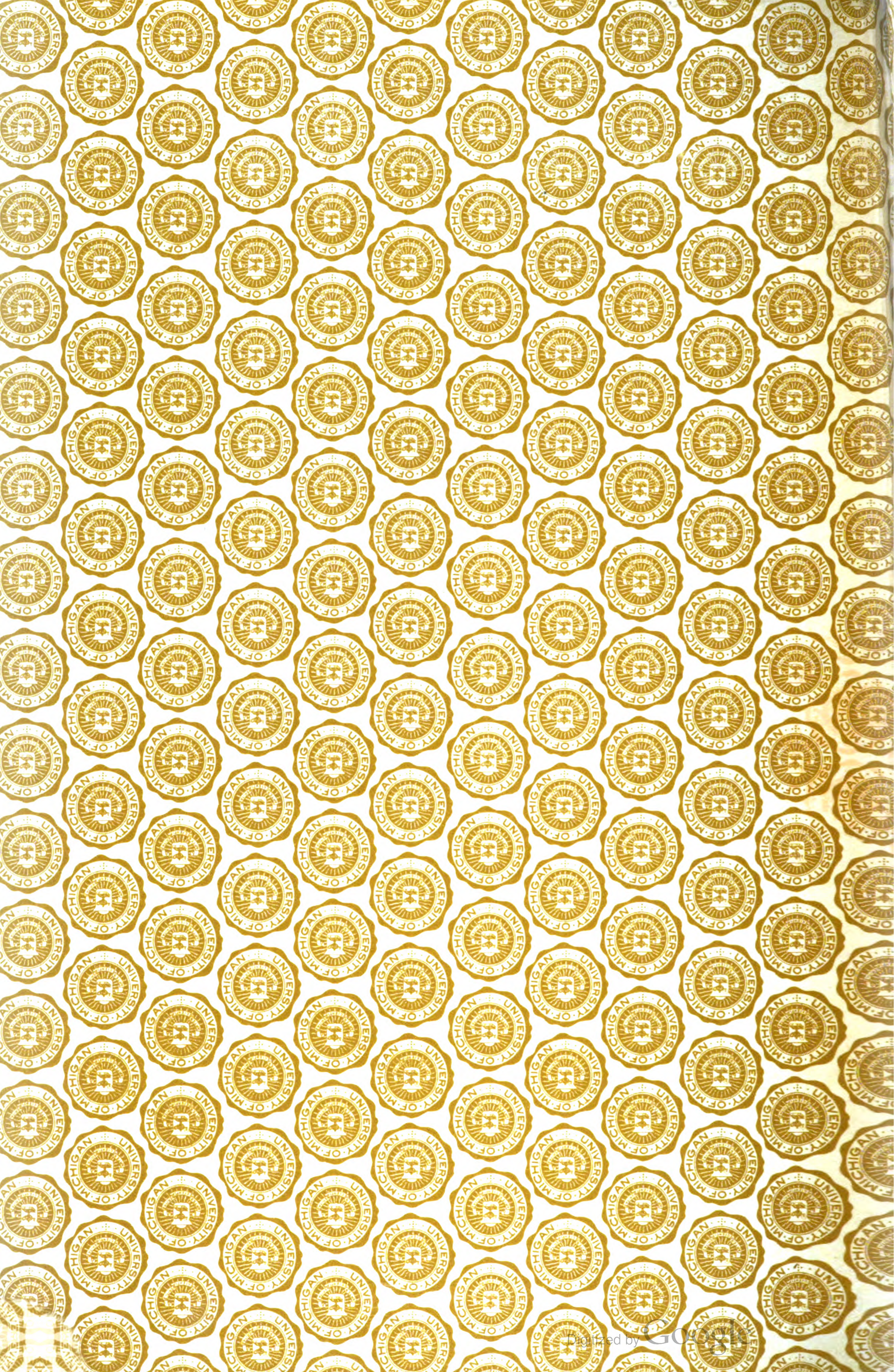
Draht-Anschrift: »Anlasser« Eisenach-7 Fernsprecher: Nr. 1509 und 1554

Rheinisch Westfälische Kupferwerke A.-G., Olpe i.W.

Telefon 9 und 106. Telegr.-Adr.: Kupferwerke.

Kupferbleche, Kupferscheiben, Kupferdrähte und -Seile, blank und verzinnt. Kupferbänder, Rund-, Flach- und Quadratkupfer. Aluminium-Drähte, -Seile, -Stangen und -Bänder. Umarbeitung von Kupferabfällen und Rückständen zu neuen Fabrikaten.

Für den Anzeigenteil verantwortlich F. Luckhardt, Berlin SO 36 — Verlag von Julius Springer in Berlin W.
Druck von H. S. Hermann & Co., Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 19.




BOUND
MAY 13 1929
UNIV. OF MICH.
LIBRARY
UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 03675 2817

